

ТОЧЕНИЕ

Введение А 2

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

Основные положения А 4

Точение различных групп материалов А 22

Наружное точение А 46

Внутреннее точение А 56

Многоцелевая обработка А 70

Мелкоразмерная обработка А 82

Решение проблем А 89



АССОРТИМЕНТ ИНСТРУМЕНТА

Пластины

Геометрия Wiper А 94

Описание геометрий пластин А 98

Державки

Обычное точение А 120
(CoroTurn SL, Silent Tools, EasyFix, CoroTurn HP)

Наружное/внутреннее точение А 126
(CoroTurn RC, T-Max P, CoroTurn TR, CoroTurn 107/111 и CoroTurn RC для пластин из керамики и кубического нитрида бора)

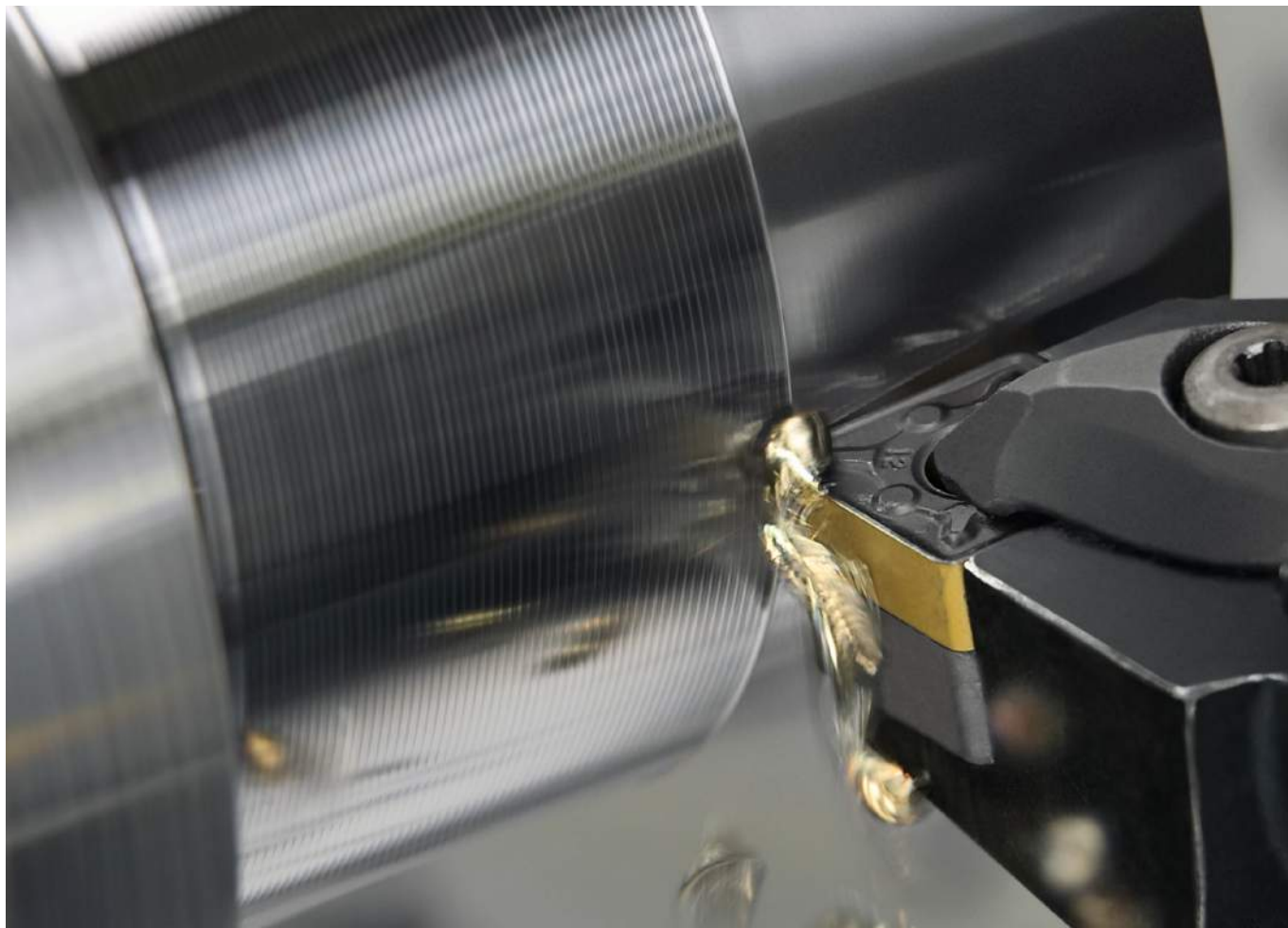
Специализированный инструмент для мелкоразмерной обработки А 137
(CoroTurn 107, CoroTurn TR, CoroTurn XS, CoroCut XS и CoroCut MB)

Специализированный инструмент для многоцелевой обработки А 142
(CoroPlex TT, многопозиционные адаптеры CoroPlex SL и CoroPlex MT)

Дополнительные возможности А 145

(Комбинированный инструмент)

Информация о сплавах А 146



Введение

Sandvik Coromant предлагает обширную программу токарного инструмента для наружной и внутренней обработки, включающую такие системы как CoroTurn RC/TR/107/111, оптимизированные продукты для мелкоразмерной (CoroTurn/CoroCut XS), многоцелевой (CoroPlex) и тяжелой обработки.

Мы представляем широкий ассортимент геометрий и инструментальных материалов (твердый сплав, кермет, керамика, кубический нитрид бора, поликристаллический алмаз) для обработки различных групп материалов. Система модульного инструмента CoroTurn SL и уникальное соединение Coromant Capto являются базой для создания высокопроизводительных решений для токарной обработки.

Новое поколение пластин Wiper (-WMX), уникальная система крепления с технологией (i-Lock), нашедшая свое применение в пластинах с задними углами CoroTurn TR, а также технология подачи СОЖ под высоким давлением CoroTurn HP – все это примеры усовершенствования и модернизации методов точения, с целью повышения их производительности.

Coromant Capto® является зарегистрированной торговой маркой Sandvik Coromant.

Тенденции

Оборудование и методы обработки

- Высокие требования по точности
- Многоцелевая обработка и современные системы ЧПУ
- Сокращение вспомогательного времени с целью увеличения доли машинного времени.

Обрабатываемые детали и материалы

- Обработка деталей сложной формы за один установ
- Более сложные по составу обрабатываемые материалы.

Основные положения

Методы точения

Данный раздел содержит рекомендации по эффективному использованию ассортимента нашего токарного инструмента.

В разделе "Основные положения" на страницах A3 – A21 предлагается обзор токарного инструмента и практические рекомендации по его выбору и применению.

Точение различных групп материалов

Геометрии пластин, сплавы и методы обработки, классифицированные по группам обрабатываемых материалов. Конструкционные и нержавеющие стали, чугун, алюминий, жаропрочные сплавы, титан и закаленные стали. Токарная обработка всех этих материалов представлена на стр. A22 – A45.

Методы токарной обработки

На страницах A46 – A88 приведена информация по выбору токарного инструмента и методам его использования для операций разного типа. Рекомендации даны с целью достижения максимального результата при точении и предотвращения возможных трудностей. Данный раздел содержит три подраздела:

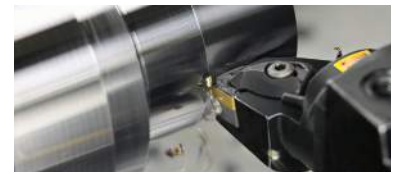
- Наружное точение – продольное, профильное точение и подрезка торца
- Внутренняя обработка – продольное и профильное точение
- Специализированные области – многоцелевая и мелкоразмерная обработка

Тяжелое точение

Тяжелое точение, обдирка, переточка железнодорожных колес – методы обработки, которым посвящен отдельный каталог "Тяжелая токарная обработка". Более подробная информация у Вашего регионального представителя Sandvik Coromant или на нашем сайте www.coromant.sandvik.com/ru

Точение фрезерованием

В отдельных случаях при многоцелевой обработке фрезерование является хорошей альтернативой традиционному точению. Более подробная информация в разделе "Фрезерование", глава D.



Точение

B

Огрезка и обработка канавок

C

Нарезание Резьбы

D

Фрезерование

E

Сверление

F

Растачивание

G

Инструментальная оснастка

H

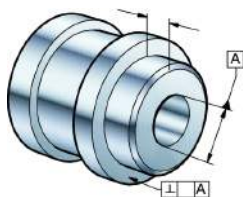
Материалы

I

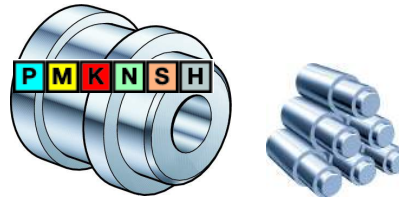
Информация/Указатель

Выбор метода

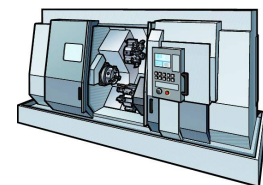
Для выбора оптимального метода обработки и инструмента следует принимать во внимание три параметра:



1. Особенности токарной операции



2. Материал заготовки, ее форму и серийность партии



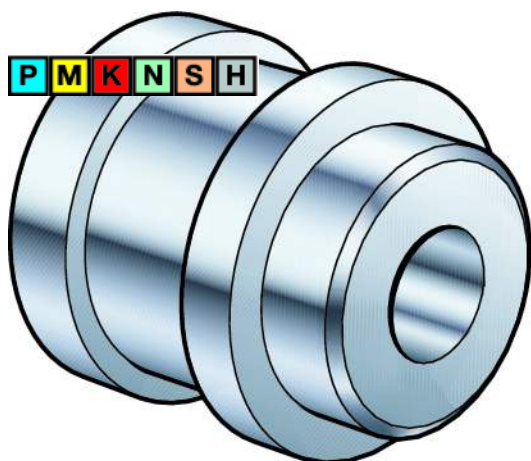
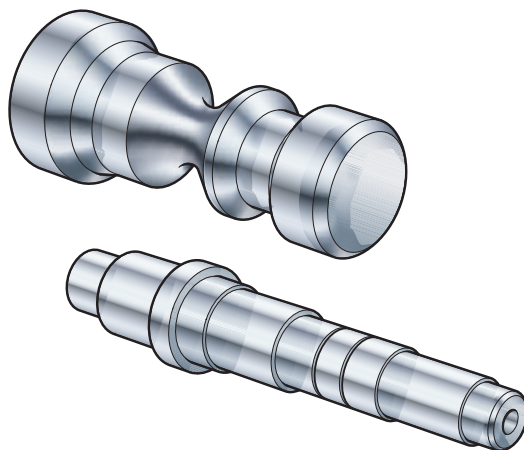
3. Станок

Исходные данные

1. Особенности операции

Проанализируйте размеры и требования по точности детали, предполагаемой к обработке:

- Тип операции (наружная или внутренняя обработка, продольное, профильное точение или подрезка торца). Выбор инструмента непосредственно зависит от типа операции
- Черновая или чистовая стадия обработки
- Большая, жесткая деталь
- Небольшая, длинная, нежесткая или тонкостенная деталь
- Наличие на детали радиусов или углов
- Качество (допуск, чистота поверхности).



3. Станок

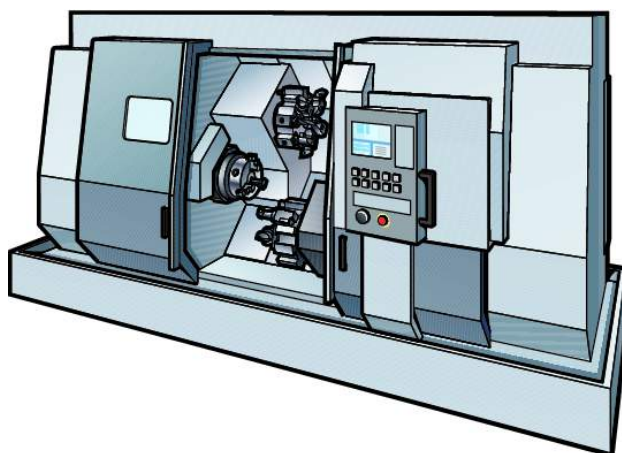
Наконец, некоторые важные соображения в отношении станка:

- Жесткость, мощность и крутящий момент; особенно важно при обработке деталей большого диаметра
- Необходимость в СОЖ и организация ее подачи
- Оцените необходимость в подаче СОЖ под высоким давлением, как одного из способов улучшения стружкодробления при обработке вязких материалов
- Время смены инструмента/количество инструментов в магазине станка
- Ограничения по частоте вращения шпинделя, автоматическая подача прутка
- Наличие контр-шпинделя или возможность использования задней бабки в качестве заднего центра
- Рассмотрите возможность использования инструмента CoroPlex во фрезерном шпинделе.

2. Деталь

После анализа типа операции, взгляните на деталь в целом:

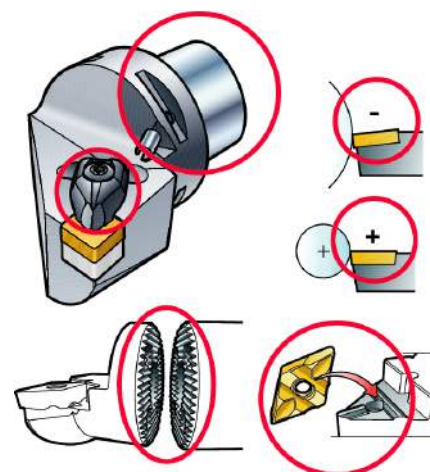
- Оцените характеристики материала по стружкообразованию
- Размер партии – единичная деталь или массовое производство, оправдывающее применение оптимизированного специального инструмента для обеспечения максимальной производительности
- Можно ли надежно закрепить деталь?
- Нет ли проблем с эвакуацией стружки?



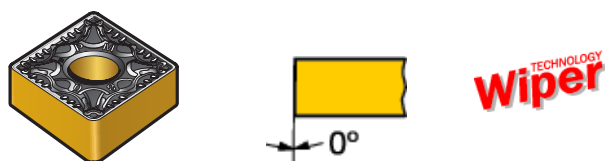
Как повысить производительность

Способы повышения производительности в зависимости от характерных особенностей операции.

- Для обеспечения максимальной точности и надежности обработки используйте оснастку с соединением Coromant Capto.
- Выбирайте пластины без задних углов для обработки заготовок большого диаметра, а пластины с задними углами для внутренних операций и небольших заготовок.
- Точное и надежное позиционирование режущей пластины в гнезде державки обеспечат системы крепления CoroTurn RC (пластины без задних углов) и CoroTurn TR (пластины с задними углами).
- Пластины Wiper обеспечивают максимальный уровень производительности при высоких значениях подач.
- Система модульного инструмента CoroTurn SL характеризуется высокой взаимозаменяемостью сменных режущих головок и обеспечивает высокую степень гибкости обработки.
- Во избежание проблем с возникновением вибраций на операциях внутреннего точения используйте antivибрационный инструмент Silent Tools.
- Используйте инструмент CoroTurn HP с подачей СОЖ под высоким давлением для обеспечения удовлетворительных условий стружкообразования. Применение системы данного типа позволит значительно увеличить режимы резания при обработке вязких материалов.



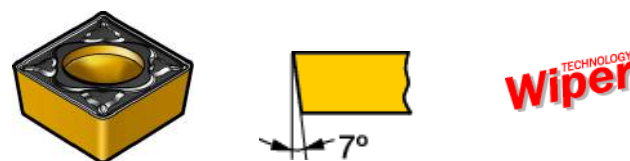
Пластины без задних углов



Нулевой задний угол

- Двухстороннее и одностороннее исполнение
- Высокая прочность режущей кромки
- Доступны с геометрией Wiper.

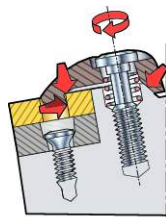
Пластины с задними углами



Положительный задний угол

- Одностороннее исполнение
- Острая режущая кромка
- Низкие силы резания
- Доступны с геометрией Wiper.

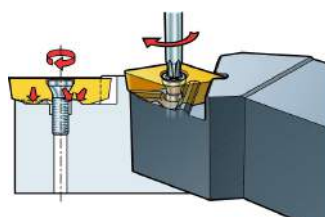
Наружное точение
 Детали больших размеров
 Тяжелые условия



CoroTurn® RC

- Надежное закрепление пластин без задних углов.

Внутреннее точение
 Наружное и внутреннее профильное точение
 Тонкие, длинные и нежесткие детали



CoroTurn® TR

- Надежное закрепление пластин с задними углами.

CoroTurn® HP

- Обработка вязких материалов
 Давление СОЖ 10 – 80 бар
- Улучшенный стружкоотвод
- Повышение скорости резания.



Обзор программы токарного инструмента



Наружное точение



Внутреннее точение

Заготовки большого размера	Тип пластины		
	Негативная	CoroTurn® RC	
Негативная	T-Max® P, прижим рычагом за отверстие		
	Позитивная	CoroTurn® 107	
Заготовки небольшого размера	Позитивная	CoroTurn® TR	
	Позитивная	Режущие головки SL	
		CoroTurn® RC CoroTurn® 107/HP	
	Позитивная	T-Max® P, прижим рычагом за отверстие/HP	
	Позитивная	CoroCut® XS	

HP = Доступны с подачей СОЖ под высоким давлением

Min. диам. отв. (мм)	Тип пластины	
	40	CoroTurn® SL-QC
25	CoroTurn® RC	Негативная
20	T-Max® P, прижим рычагом за отверстие	Негативная
20	Режущие головки SL	Негативная Позитивная
	CoroTurn® 107	
	CoroTurn® TR/HP	
	T-Max® P, прижим рычагом за отверстие/HP	
	CoroTurn® RC	
	CoroCut® XS	
6	CoroTurn® 107/111	Позитивная

Инструмент для мелкоразмерной обработки

Диаметр 32 мм	Инструмент для мелкоразмерной обработки		
	Позитивная	CoroTurn® 107/QS	
	Позитивная	CoroTurn® TR	
Диаметр 1 мм	Позитивная	CoroCut® XS/QS	

Диаметр 10 мм	Инструмент для мелкоразмерной обработки		
	Позитивная	CoroTurn® MB	
	Позитивная	CoroTurn® XS	

Пластины без задних углов T-Max® P

Для закрепления пластин без задних углов существует две различные системы.

CoroTurn® RC, прижим повышенной жесткости

Система крепления CoroTurn RC является несомненным лидером в области стабильной и высокопроизводительной обработки точением заготовок большого размера.

Как правило, данная система используется в наружном точении на черновых и на чистовых стадиях обработки. Но она также применима и на внутренних операциях, когда не возникает трудностей с выводом стружки из отверстия.

Преимущества:

- Высочайшая надежность закрепления
- Простая замена пластины
- Высокая повторяемость результатов.

T-Max® P, прижим рычагом за отверстие

Система крепления T-Max P является приоритетным выбором для операций внутреннего точения, когда необходимо обеспечить свободный выход стружки из отверстия.

На операциях наружной обработки система выступает в качестве альтернативы системе CoroTurn RC.

Преимущества:

- Беспрепятственный сход стружки
- Простая замена пластины.

Пластины с задними углами CoroTurn®

CoroTurn® TR, крепление пластин винтом

Система крепления CoroTurn TR для односторонних пластин с задним углом, в первую очередь, предназначена для наружного и внутреннего профильного точения.

Наличие Т-образных направляющих на базовых поверхностях державки и пластины гарантирует высокую надежность крепления, даже в условиях разнонаправленных нагрузок при профильной обработке.

Преимущества:

- Надежное крепление
- Беспрепятственный сход стружки
- Высокая повторяемость результатов.

CoroTurn® 107, крепление пластин винтом

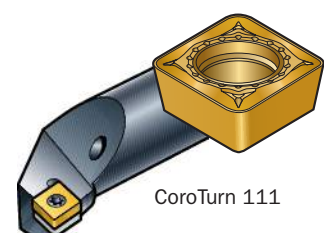
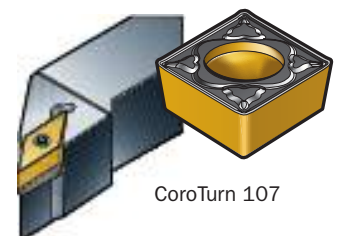
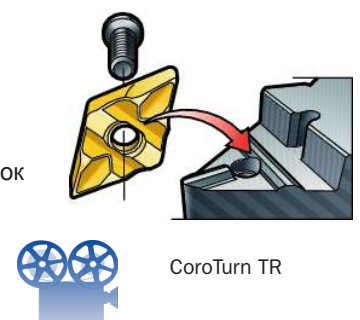
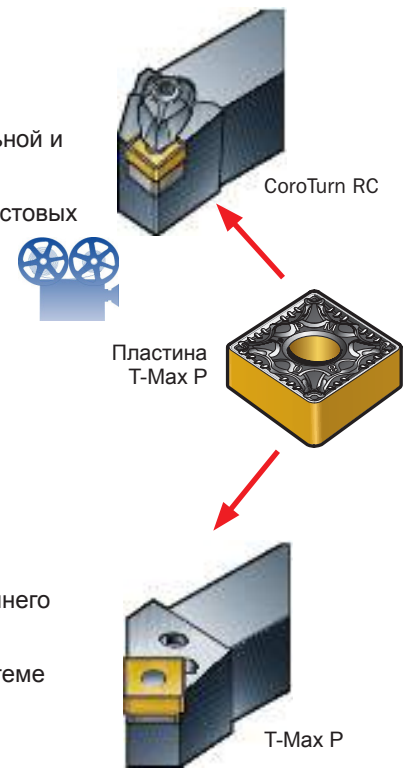
Система крепления CoroTurn 107 предназначена для односторонних пластин с задним углом 7° и является первым выбором для продольного точения длинных, тонких заготовок как с наружи, так и внутри.

CoroTurn® 111, крепление пластин винтом

В расточных оправках для обработки отверстий в качестве альтернативы системе CoroTurn 107 можно использовать пластины с задним углом 11°.

Преимущества:

- Надежное крепление
- Беспрепятственный сход стружки.



Инструмент для мелкоразмерной обработки

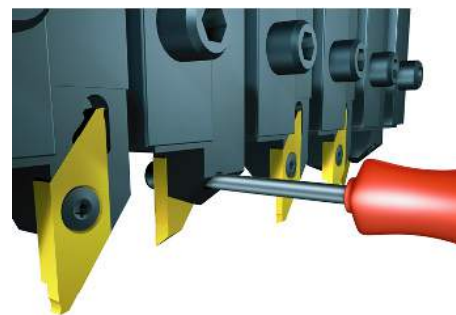


CoroCut® XS

Крепление винтом

Система инструмента CoroCut XS предполагает использование двухлезвийных пластин с задними углами для операций наружной обработки.

Закрепление пластины осуществляется винтом Torx Plus. Существует возможность доступа к пластине с любой стороны державки.



CoroCut XS

Преимущества:

- Надежное крепление
- Беспрепятственный сход стружки.

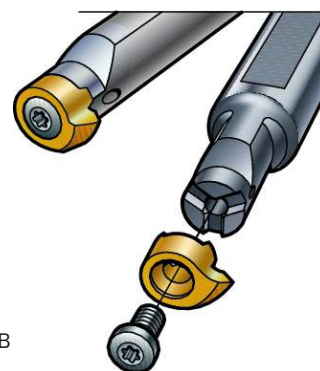
CoroCut® MB

Крепление винтом

Инструмент системы CoroCut MB предназначен для внутренней обработки. Торцевое крепление пластины гарантирует высокую стабильность и надежность работы. Позиционирование пластины на оправке происходит по направляющим.

Преимущества:

- Надежное крепление
- Беспрепятственный сход стружки.



CoroCut MB

CoroTurn® XS

Крепление винтом

Система инструмента CoroTurn XS рекомендуется для выполнения внутренних токарных операций. Точное позиционирование пластины - гарантия стабильно точного положения режущей кромки по высоте центров станка.

Преимущества:

- Надежное крепление.



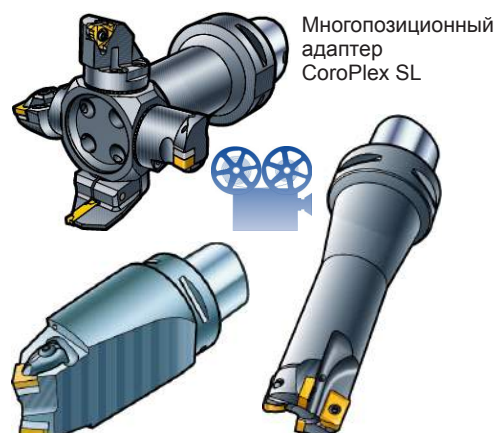
CoroTurn XS

Инструмент для многоцелевой обработки

Для наиболее полной реализации потенциала современных многоцелевых станков, обладающих широчайшими технологическими возможностями, нами была разработана целая линейка специализированного инструмента. К ним относятся многофункциональные инструменты CoroPlex MT и CoroPlex TT и многопозиционные адаптеры CoroPlex SL.

Преимущества:

- Оптимизированы для установки во фрезерный шпиндель
- Минимальное время смены инструмента
- Многофункциональность, означающая минимальное число инструментов в магазине станка.



CoroPlex TT

CoroPlex MT

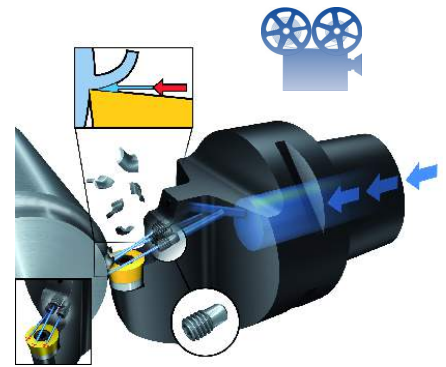
Многопозиционный адаптер CoroPlex SL

Подача СОЖ под высоким давлением CoroTurn® HP

Опция подачи СОЖ под высоким давлением доступна для инструментов T-Max P, CoroTurn TR и CoroTurn 107. Ее наличие позволяет подавать СОЖ под высоким давлением целенаправленно в зону резания, что обеспечивает хорошее стружкообразование и повышенную стойкость инструмента.

Система CoroTurn HP может использоваться при давлении СОЖ 10-80 бар.

- Контроль над стружкообразованием и надежная и бесперебойная обработка всех групп материалов
- Повышение скорости резания при черновом точении труднообрабатываемых материалов.
- Повышение стойкости инструмента при точении труднообрабатываемых материалов на черновых и чистовых этапах обработки.



- Гидравлический клин приподнимает стружку
- Снижение температуры в зоне резания
- Улучшенное стружкодробление

Выбор системы крепления инструмента

Наивысшую производительность и экономичность обработки как на операциях внутренней, так и наружной обработки обеспечит система Coromant Capto.

Оснастка с соединением Coromant Capto предлагает исключительную точность и стабильность обработки и включает полную программу имеющегося инструмента, адаптеров и переходников.

Более подробно об этом в разделе "Инструментальная оснастка/Оборудование", глава G.



CoroTurn® SL

Система модульного инструмента CoroTurn SL включает расточные оправки и сменные режущие головки для наружных и внутренних операций точения, таких как продольное точение, отрезка, обработка канавок и резьбонарезание.

Гибкая модульная система

С оправками CoroTurn SL могут использоваться режущие головки с креплениями разного типа:

- CoroTurn RC
- T-Max P
- CoroTurn TR
- CoroTurn 107/111
- CoroCut XS.

Выбор расточной оправки

Ассортимент системы CoroTurn SL включает:

- Оправки с соединением Coromant Capto и цилиндрические расточные оправки
- Антивибрационные оправки Silent Tools, стальные и усиленные твердосплавные оправки.



Обслуживание инструмента

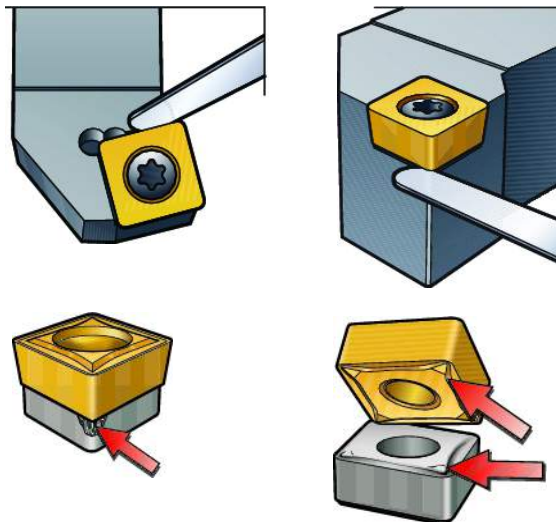
Соблюдение правил эксплуатации режущего инструмента, поставленное на регулярную основу, позволит вам избежать непредвиденных проблем в процессе обработки и сэкономит значительное количество средств.

Проверка состояния посадочного гнезда

Чрезвычайно важным является тщательный контроль за состоянием базовых поверхностей гнезда державки. Не допускается установка пластины на поврежденную или загрязненную поверхность.

Проверьте державку на наличие:

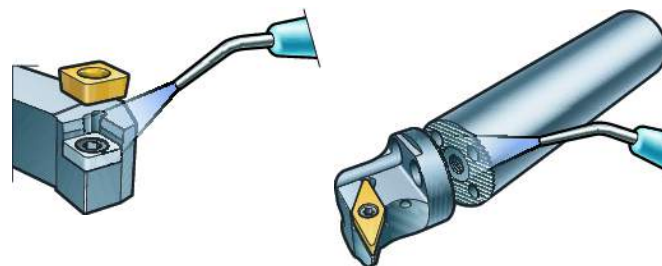
- износа и, как следствие, увеличения габаритов посадочного гнезда. Пластина устанавливается ненадлежащим образом. Используйте проставку толщиной 0.02 мм для проверки зазоров.
- небольших зазоров в углах между опорной пластиной и дном посадочного гнезда.
- повреждений опорной пластины. Не допускаются выкрашивания опорной пластины на участках, соответствующих рабочей зоне режущей кромки.
- вмятин или следов повреждений от поломки пластины.



Очищение поверхностей базового гнезда

Убедитесь, что на базовых поверхностях державки нет следов загрязнений или стружки после предыдущего использования. При необходимости используйте сжатый воздух для удаления нежелательных частиц грязи.

При использовании модульного инструмента CoroTurn SL убедитесь в чистоте соединительных поверхностей оправки и головки при замене последней.



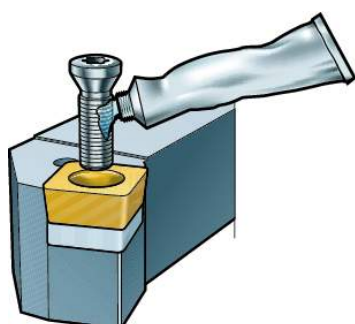
Динамометрический ключ

Для того чтобы получить ожидаемо высокий результат работы любой из инструментальных систем, рекомендуется для затяжки крепежных винтов пластин использовать динамометрический ключ.

Превышение значения рекомендуемого момента негативно сказывается на работе инструмента и может стать причиной поломки пластины.

Слишком низкая величина момента затяжки приведет к смещению пластины в гнезде в процессе резания, возникновению вибраций и ухудшению результатов обработки.

Рекомендуемые значения моментов затяжки крепежных винтов пластин приведены в "Основном каталоге".



Крепежные винты

Прежде всего, необходимо иметь динамометрический ключ для затяжки винтов с правильным моментом.

Во избежание заклинивания соединения регулярно смазывайте винты. Наносите смазку не только на резьбу, но и на тыльную поверхность головки винта.

Своевременно меняйте износившиеся винты.

Теория резания – основные определения

Скорость резания

В процессе обработки заготовка вращается с определенным числом оборотов в минуту (n). Частота вращения шпинделя через диаметр заготовки соотносится со скоростью резания v_c , измеряемой в м/мин.

Глубина резания

Глубина резания (a_p) это половина разности между обрабатываемым и обработанным диаметром, выраженная в мм. Она измеряется в направлении, перпендикулярном направлению подачи инструмента.

Подача

Линейное перемещение инструмента за один оборот заготовки называют подачей (f_n) и измеряют в мм/об. В случае подрезки торца, когда подача направлена по радиусу заготовки, с приближением инструмента к центру, скорость резания будет постепенно изменяться при постоянной частоте вращения шпинделя. Чтобы сохранить постоянную скорость резания, на многих станках предусмотрена возможность соответственного изменения частоты вращения шпинделя. Эта компенсация будет осуществляться до определенного предела, ограниченного возможностями станка, после чего скорость резания v_c упадет до нуля в центре заготовки.

Толщина стружки

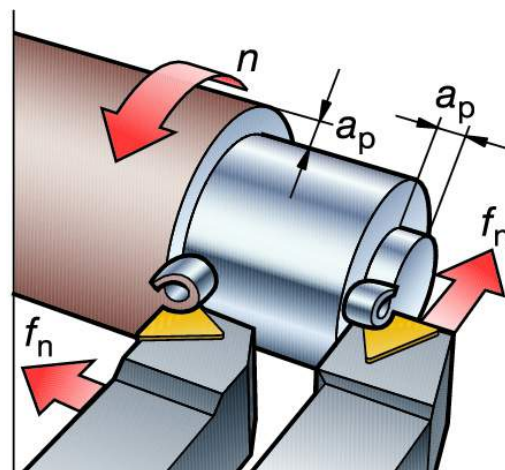
Толщина стружки h_{ex} эквивалентна величине подачи f_n при работе инструментом с главным углом в плане κ_r 90° .

С уменьшением главного угла в плане толщина стружки h_{ex} изменяется в сторону уменьшения.

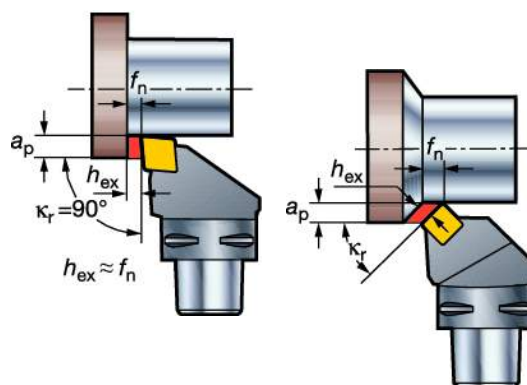
Передний угол на пластине и угол наклона режущей кромки

γ = угол наклона режущей кромки. Придается пластине при ее установке в державку.

λ = передний угол. Величина, характеризующая положение режущей кромки в процессе резания.

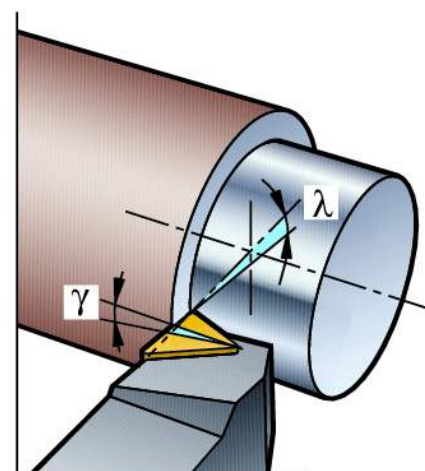


$$v_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000} \text{ м/мин}$$



$$h_{ex} = f_n \times \sin \kappa_r$$

$$h_{ex} = \text{max толщина стружки}$$



Стойкость

Рассмотрим три основных параметра резания, каждый из которых по своему влияет на величину стойкости инструмента. По степени влияния на стойкость их следует расположить в следующем порядке: глубина резания, подача, скорость резания, от наименее к наиболее значимому параметру.

Для достижения наивысшей стойкости инструмента следует: увеличить глубину резания a_p , снизить число проходов; увеличить f_n , сократить время обработки. Работа с невысокой скоростью резания v_c также способствует продолжительному периоду стойкости инструмента.

Влияние глубины резания

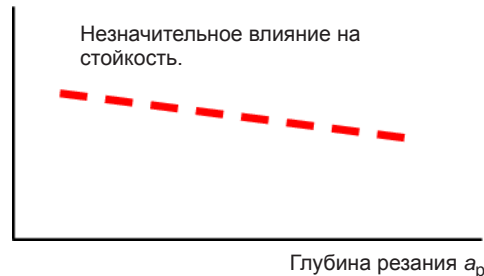
Слишком маленькая

- Потеря контроля над стружкообразованием
- Вибрации
- Перегрев
- Низкая производительность.

Слишком большая

- Высокое энергопотребление
- Поломка пластины
- Повышенные силы резания.

Стойкость



Влияние подачи

Слишком низкая

- "Игольчатая" стружка
- Интенсивный износ по задней поверхности
- Наростообразование
- Низкая производительность.

Слишком большая

- Потеря контроля над стружкообразованием
- Низкое качество поверхности
- Лункообразование/пластическая деформация
- Высокое энергопотребление
- "Приваривание" стружки
- Повреждение стружкой нижележащей нерабочей режущей кромки.

Стойкость



Влияние скорости резания

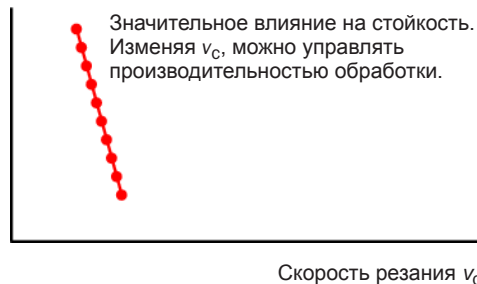
Слишком низкая

- Наростообразование
- Притупление режущей кромки
- Низкая производительность
- Низкое качество поверхности.

Слишком высокая

- Интенсивный износ по задней поверхности
- Низкое качество поверхности
- Интенсивное лункообразование
- Пластическая деформация.

Стойкость



Как оценить стойкость инструмента

Стойкость инструмента определяется из расчета длины пути резания.

Подробнее об этом на стр. А37.

Меры предосторожности

При обработке будьте осторожны. Стружка может повредить глаза или вызвать ожог, так как она сильно нагревается в процессе резания.

Всегда проверяйте надежность закрепления пластины в державке, а державки в патроне, чтобы избежать вылета элементов наладки в процессе резания. Работа с большим вылетом может сопровождаться вибрациями и даже поломкой инструмента.

Негативные и позитивные пластины

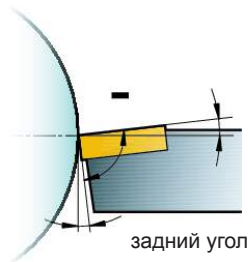
Угол режущего клина у пластин без заднего угла равен 90° , а у пластин с задним углом угол режущего клина менее 90° .

На рисунке показано как пластины обоих типов устанавливаются в державке.

Ниже приведены характеристики двух типов пластин.

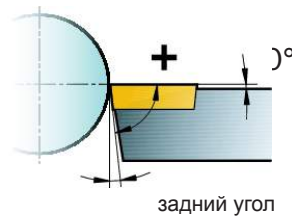
Пластины без задних углов

- Одно- и двухсторонние
- Высокая прочность режущей кромки
- Нулевой задний угол
- Первый выбор для наружного точения
- Тяжелые условия резания.



Пластины с задними углами

- Односторонние
- Низкие усилия резания
- Положительный задний угол
- Первый выбор для внутреннего точения и наружной обработки нежестких деталей.

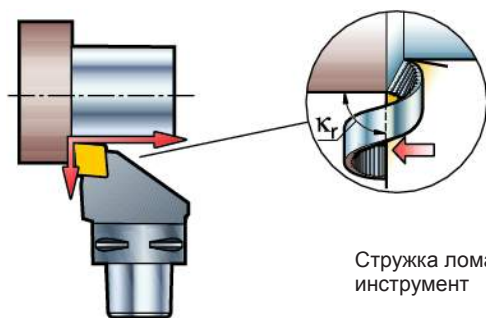


Влияние главного угла в плане

Главный угол в плане K_r измеряется между проекцией главной режущей кромки на основную плоскость и направлением подачи и является важной величиной, определяющей выбор токарного инструмента. Он влияет на:

- Стружкоформирование
- Направление сил резания
- Длину режущей кромки, находящейся в резании.

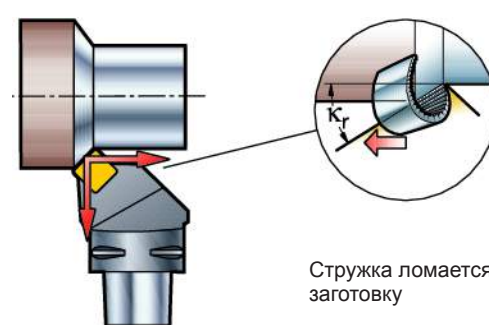
Большой угол в плане



Стружка ломается об инструмент

- Результирующая силы резания направлена к патрону. Меньше склонность к вибрациям
- Возможность вести обработку вблизи уступа
- Выше усилия резания, особенно при входе и выходе из резания
- Склонность к образованию проточин при обработке жаропрочных сплавов и частичное упрочнение заготовок.

Маленький угол в плане



Стружка ломается о заготовку

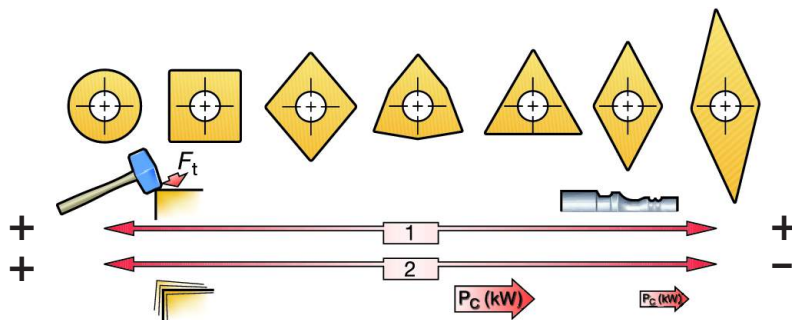
- Сниженная нагрузка на режущую кромку
- Образуется более мелкая стружка = выше подача
- Меньшая склонность к образованию проточин
- Нет возможности работать вплотную к уступу
- Разнонаправленность составляющих сил резания, может вызвать вибрации.

Форма пластины

Форма пластины определяет ее возможности по доступу к различным поверхностям заготовки. Максимальное значение угла при вершине пластины говорит о ее прочности и надежности. Но зачастую это очевидное требование к пластине бывает ограничено другими характерными особенностями операции.

Пластины с большими углами при вершине, наряду с высокой прочностью вершины, позволяют вовлекать в работу большую часть режущей кромки, что может привести к возникновению вибраций и увеличению потребляемой мощности.

При работе пластинами с меньшим значением угла при вершине может возникнуть проблема перегрева режущей кромки.



Шкала 1

показывает прочность режущей кромки. Чем больше угол при вершине пластины, тем выше ее прочность. Большой геометрической проходимостью и универсальностью применения обладают пластины, расположенные справа.

Шкала 2

показывает склонность к вибрациям, которая увеличивается в левом направлении, а требования по мощности уменьшаются в правом.

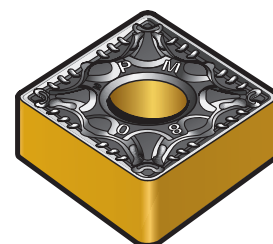
Факторы, определяющие выбор формы пластины

Обозначение формы, угол при вершине пластины	R	S 90°	C 80°	W 80°	T 60°	D 55°	V 35°
Черновая обработка (прочность)	●	●	●	○	○		
Легкая черновая/получистовая обработка (число кромок)		○	●	●	●	●	
Чистовая обработка (число кромок)			○	○	●	●	●
Продольное точение (направление подачи)			●	○	○	●	●
Профильное точение (возможность доступа)			○	○	○	●	●
Подрезка торца (направление подачи)	○	●	●	●	○	○	
Универсальность обработки	○		●	○	○	●	○
Ограничение по мощности			○	○	●	●	●
Склонность к вибрации				○	●	●	●
Твердое точение	●	●					
Прерывистая обработка	●	●	○	○	○		
Большой угол в плане			●	●	●	●	
Небольшой угол в плане	●	●		●	●		

● Приоритетный выбор

○ Возможный вариант

Пластины с углом при вершине 80° (формы С) и пластины ромбической формы являются наиболее часто используемыми для большинства типов операций.

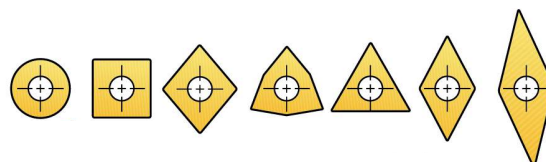


Форма пластины - количество режущих кромок

Число режущих кромок на пластине зависит от ее формы и угла при вершине. Пластины без задних углов имеют удвоенное количество режущих кромок по сравнению с пластинами с задними углами.

При тяжелом черновом точении рекомендуется использовать односторонние пластины без задних углов. При отсутствии тяжелых условий для черновой обработки следует выбирать двухсторонние пластины, что оправдано с экономической точки зрения.

Самая большая протяженность режущих кромок у круглых пластин.



Форма пластины	R	S	C	W	T	D	V
Негативная	*)						
Двухсторонняя	∞	8	4	6	6	4	4
Односторонняя	∞	4	2	3	3	2	-
Позитивная	∞	4	2	3	3	2	2

*) Количество режущих кромок зависит от соотношения глубины резания и размера пластины.

Форма пластины - глубина резания

Рекомендуемое максимальное табличное значение глубины резания соответствует надежной непрерывной обработке пластиной с черновой геометрией. На короткий промежуток времени допускается резание с большим значением глубины, вплоть до полной длины режущей кромки.



$l_a = 0.4 \times iC$	$l_a = 2/3 \times l$	$l_a = 2/3 \times l$	$l_a = 1/2 \times l$
$l_a = 1/2 \times l$	$l_a = 1/2 \times l$	$l_a = 1/4 \times l$	$l_a = 1/4 \times l$

Размер пластины и глубина резания

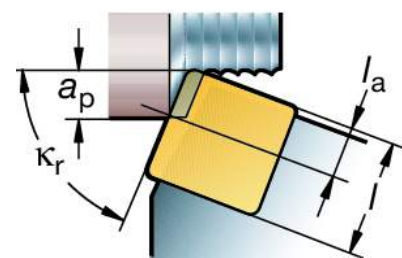
Глубина резания определяет скорость снятия металла, число необходимых проходов, стружколомание и энергопотребление.

Существует взаимозависимость между эффективной длиной режущей кромки l_a , главным углом в плане K_r и глубиной резания a_p .

Минимальная эффективная длина режущей кромки может быть определена из таблицы по соотношению глубины резания a_p и главного угла в плане K_r .

Для обеспечения большей стабильности при обработке в тяжелых условиях, необходимо выбирать пластину большего размера и толщины.

При обработке уступа происходит резкое увеличение глубины резания, что требует от пластины достаточной прочности (большого размера и толщины) во избежание риска ее поломки.



K_r	a_p , мм											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	
	l_a , мм											
90°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	
105°	75°	1.05	2.1	3.1	4.1	5.2	6.2	7.3	8.3	9.3	11	16
120°	60°	1.2	2.3	3.5	4.7	5.8	7	8.2	9.3	11	12	18
135°	45°	1.4	2.9	4.3	5.7	7.1	8.5	10	12	13	15	22
150°	30°	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	30
165°	15°	4	8	12	16	20	24	27	31	35	39	58

Выбор размера пластины

Чистовая обработка (F)

Операции с малыми глубинами резания и небольшими подачами.

Чистовая обработка:

$$f_n = 0.1 - 0.3 \text{ мм/об}$$

$$a_p = 0.5 - 2.0 \text{ мм}$$

Получистовая обработка (M)

Включает операции от получистовых до легких черновых при различных сочетаниях глубин резания и подач.

Получистовая обработка:

$$f_n = 0.2 - 0.5 \text{ мм/об}$$

$$a_p = 1.5 - 5.0 \text{ мм}$$

Черновая обработка (R)








Операции с удалением большого объема материала и/или тяжелые условия обработки с большими глубинами резания и подачами.

Черновая обработка:

$$f_n = 0.5 - 1.5 \text{ мм/об}$$

$$a_p = 5 - 15 \text{ мм}$$

Основные рекомендации по выбору размеров пластин разной формы.

Форма пластины Выбор размера пластины основан на диаграмме стружколомания.	Размер пластины	Область применения															
		Мах глубина резания a_p , мм															
		F				M			R								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
 R Круглая пластина	06																
	08																
	10																
	12																
	15																
	16																
	19																
	20																
	25																
 S Квадратная пластина	09																
	12																
	15																
	19																
	25																
	31																
 C Ромб с углом 80°	06																
	09																
	12																
	16																
	19																
	25																
 W Ломанный трехгранник с углом 80°	06																
	08																
 T Треугольная пластина	11																
	16																
	22																
	27																
	33																
 D Ромб с углом 55°	06																
	11																
	15																
 V Ромб с углом 35°	11																
	16																
	22																

Радиус при вершине

Радиус при вершине пластины r_ϵ является ключевым фактором в токарной обработке.

Выбор величины радиуса при вершине зависит от:

- глубины резания, a_p
- подачи, f_n .

Значение радиуса при вершине влияет на:

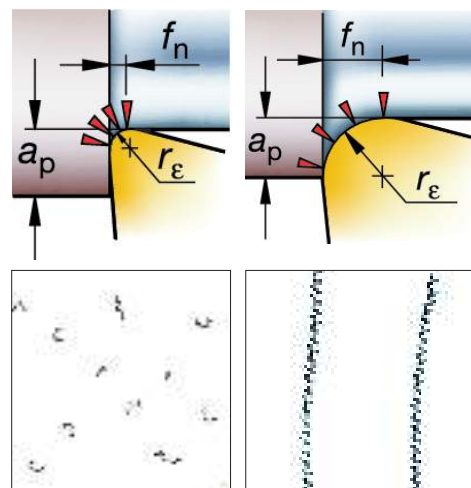
- шероховатость поверхности
- стружкодробление
- прочность режущей кромки.

Маленький радиус при вершине

- Рекомендуется для работы с маленькой глубиной резания
- Снижает вибрации
- Снижает прочность режущей кромки.

Большой радиус при вершине

- Большие подачи
- Позволяет работать с большой глубиной резания
- Большая прочность режущей кромки
- Увеличение радиальной составляющей силы резания.



Радиус при вершине и максимальная подача

Пластины без задних углов

Радиус при вершине, r_ϵ мм	0.4	0.8	1.2	1.6	2.4
Максимально рекомендуемая подача, f_n мм/об					
Чистовая обработка	0.25	0.4	0.5	0.7	
Получистовая обработка	0.3	0.5	0.6	0.8	(1.0)
Черновая обработка	0.3	0.6	0.8	1.0	1.5

Пластины с задними углами

Радиус при вершине, r_ϵ мм	0.2	0.4	0.8	1.2
Максимально рекомендуемая подача, f_n мм/об				
Чистовая обработка	0.10	0.2	0.3	0.4
Получистовая обработка	0.15	0.3	0.4	0.5

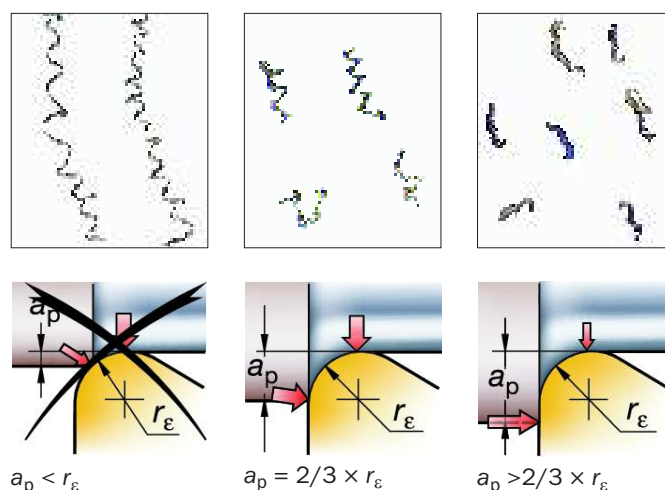
Для достижения высокой производительности или высокого качества обработанной поверхности используйте пластины с геометрией Wiper. Более подробная информация на стр. A94.

Взаимосвязь радиуса при вершине пластины и глубины резания

При малой глубине резания преобладает радиальная составляющая силы резания, которая отжимает пластину от обработанной поверхности. С увеличением значения глубины резания возрастает осевая составляющая силы.

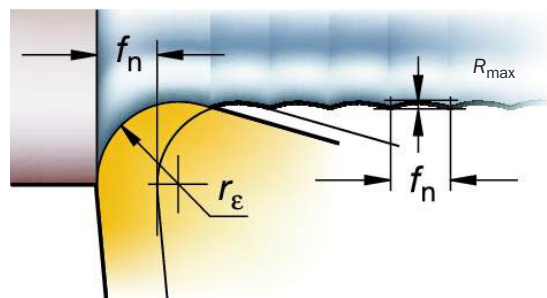
Радиус при вершине пластины также влияет на процесс стружкообразования. Обычно меньший радиус при вершине обеспечивает лучшее стружкодробление.

Как правило, глубина резания должна быть не меньше, чем $2/3$ от радиуса при вершине пластины или подача должна составлять не меньше, чем $1/2$ радиуса при вершине.



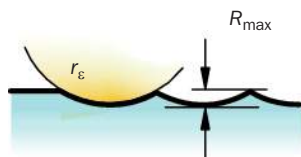
Радиус при вершине пластины – качество обработки поверхности и подача

На токарных операциях шероховатость обработанной поверхности напрямую определяется сочетанием радиуса при вершине и величиной подачи.

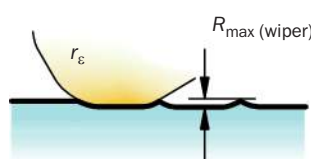


Стандартные пластины

Вершина стандартных пластин скруглена по радиусу, значение которого может колебаться в пределах 0.1 – 2.4 мм. Шероховатость обработанной поверхности при работе этими пластинами определяется величиной подачи.



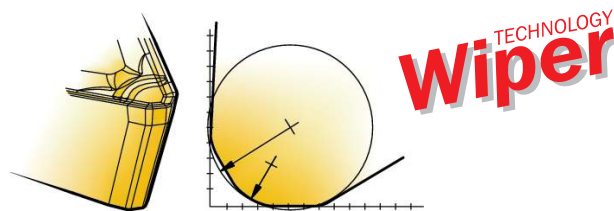
$$R_{max} = \frac{f_n^2}{8 \times r_\epsilon} \times 1000$$



$$R_{max \text{ (wiper)}} = \frac{R_{max}}{2}$$

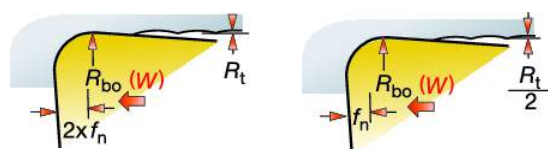
Пластины Wiper

Вершина пластины Wiper представляет собой комбинацию нескольких различных радиусов. Это позволяет увеличить длину контакта режущей кромки и обрабатываемой поверхности, в результате чего достигается меньшая шероховатость поверхности и появляется возможность работать с большей подачей.



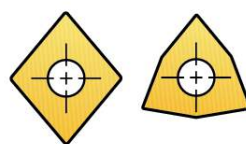
Практическое правило для пластин Wiper:

- В два раза больше подача – та же шероховатость поверхности.
- Та же подача – шероховатость поверхности в два раза ниже.

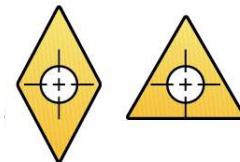


Модифицированные пластины Wiper формы C и W изготавливаются в пределах допусков стандартных пластин, в то время как такие же пластины формы D и T будут несколько отличаться от стандартных пластин.

Более подробная информация на стр. A94.



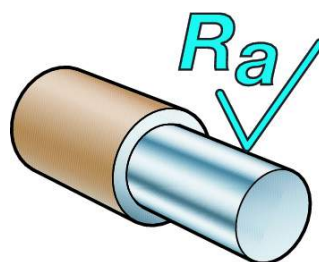
Пластины формы C и W



Пластины формы D и T

Измерение шероховатости поверхности

Различные способы измерения шероховатости поверхности описаны в главе I.



Стружкообразование и выбор геометрии передней поверхности пластины

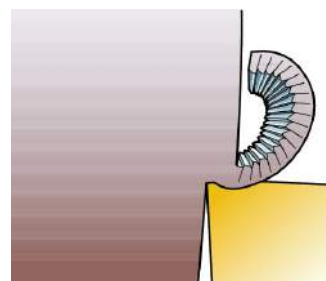
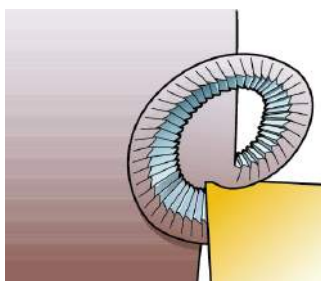
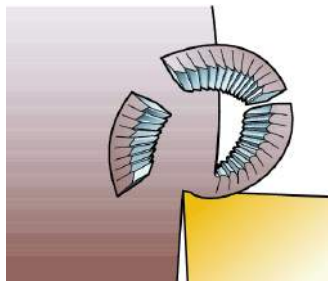
Формирование стружки

Контроль над стружколоманием – один из ключевых факторов в точении. Существует три способа ломания стружки:

– стружка ломается сама, например, при обработке чугуна

– стружка ломается об инструмент (пластину)

– стружка ломается о заготовку



Факторы, влияющие на стружкоформирование

- Геометрия пластины
- Радиус при вершине пластины, r_ϵ
- Главный угол в плане, K_r
- Глубина резания, a_p
- Подача, f_n
- Скорость резания, v_c
- Обрабатываемый материал.

Геометрия передней поверхности режущей пластины

Геометрии токарных пластин можно разделить на три базовых типа, оптимизированных для финишных, получистовых и черновых операций. Область применения каждой геометрии определяется диаграммой стружколомания, которая, в свою очередь, характеризуется глубиной резания и величиной подачи.

Черновая обработка – R

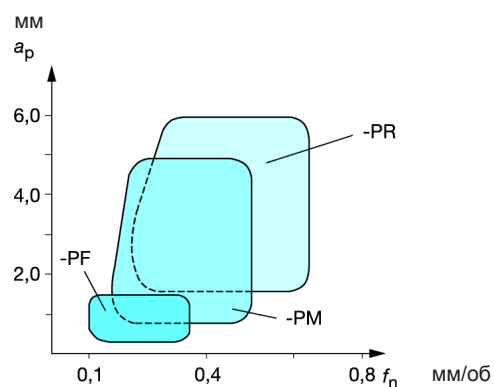
Большие глубины резания в сочетании с высокими подачами. Операции, требующие высокой надежности режущей кромки.

Получистовая обработка – M

От получистовой до легкой черновой обработки. Широкий диапазон глубин резания и подач.

Чистовая обработка – F

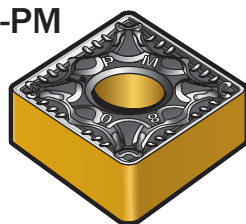
Малая глубина резания и небольшие подачи. Операции, характеризующиеся малыми усилиями резания.



-PF



-PM

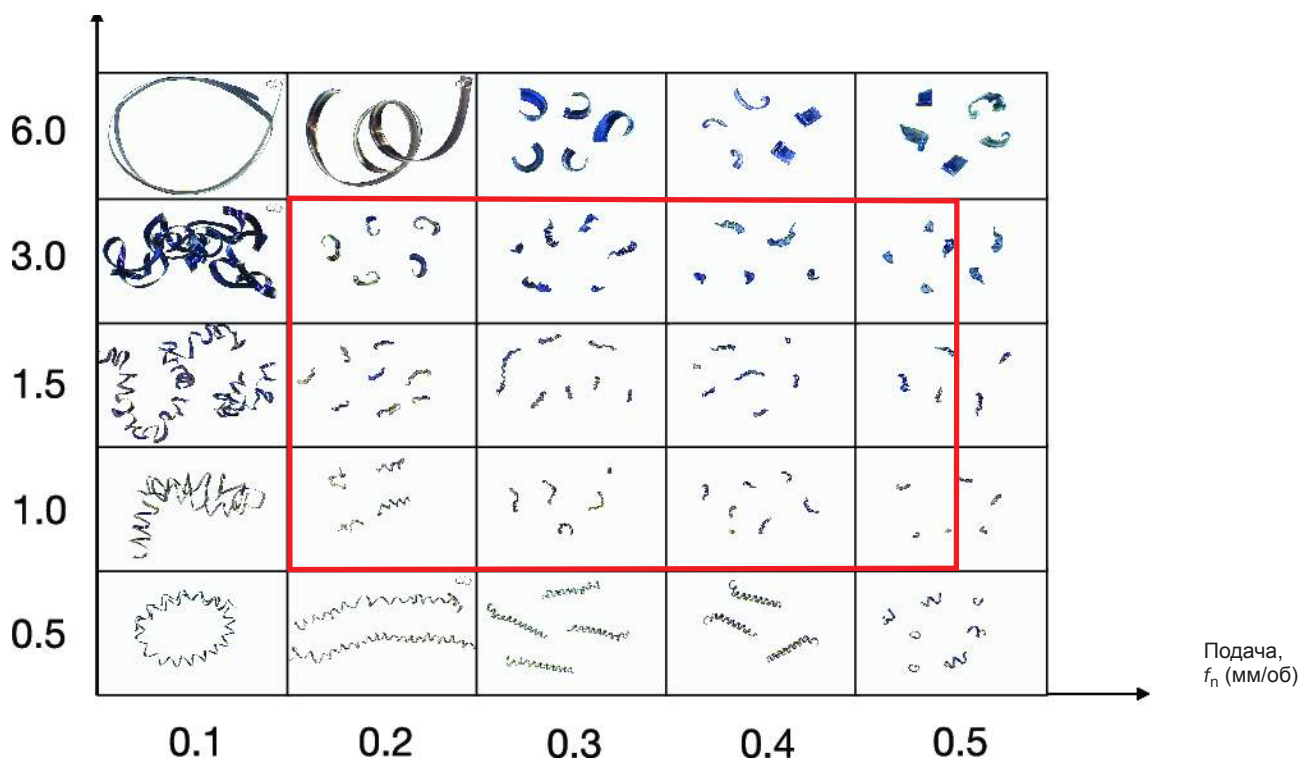


-PR



Пример диаграммы стружкодробления для геометрии -PM

Глубина резания,
 a_p (мм)



Результат работы пластины CNMG 12 04 08-PM с различными глубиной резания и подачей. В пределах обозначенной области наблюдается хорошее стружкодробление.

Геометрии пластин для обработки различных материалов

Для обработки определенных групп материалов существуют оптимизированные геометрии. Например, геометрии PF, PM, PR предназначены для точения сталей, геометрии MF, MM, MR – для точения нержавеющей сталей и KF, KM, KR – для точения чугуна. Другие геометрии WMX, WF, WM, WR – подходят как для обработки конструкционных и нержавеющей сталей, так и чугунов.

Более подробная информация о геометриях пластин и обрабатываемых материалах на стр. A98 и A22 – A45.

		Пластины Wiper	Стандартные пластины
Сталь	P	WMX, WF, WM, WR	PF, PM, PR
Нержавеющая сталь	M	WMX, WF, WM, WR	MF, MM, MR
Чугун	K	WMX, WF, WM, WR	KF, KM, KR
Алюминиевые сплавы	N		AL
Жаропрочные сплавы	S		SM, SR
Закаленная сталь	H		HM, HR

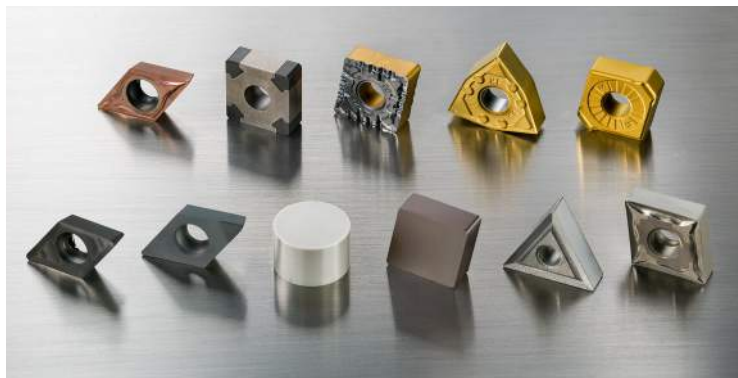
Марки сплавов пластин

Марку сплава пластины необходимо выбирать исходя из обрабатываемого материала, типа операции и условий обработки.

- Группы обрабатываемых материалов (ISO P, M, K, N, S, H)
- Тип операции (F, M, R)
- Условия обработки (хорошие, нормальные, тяжелые).

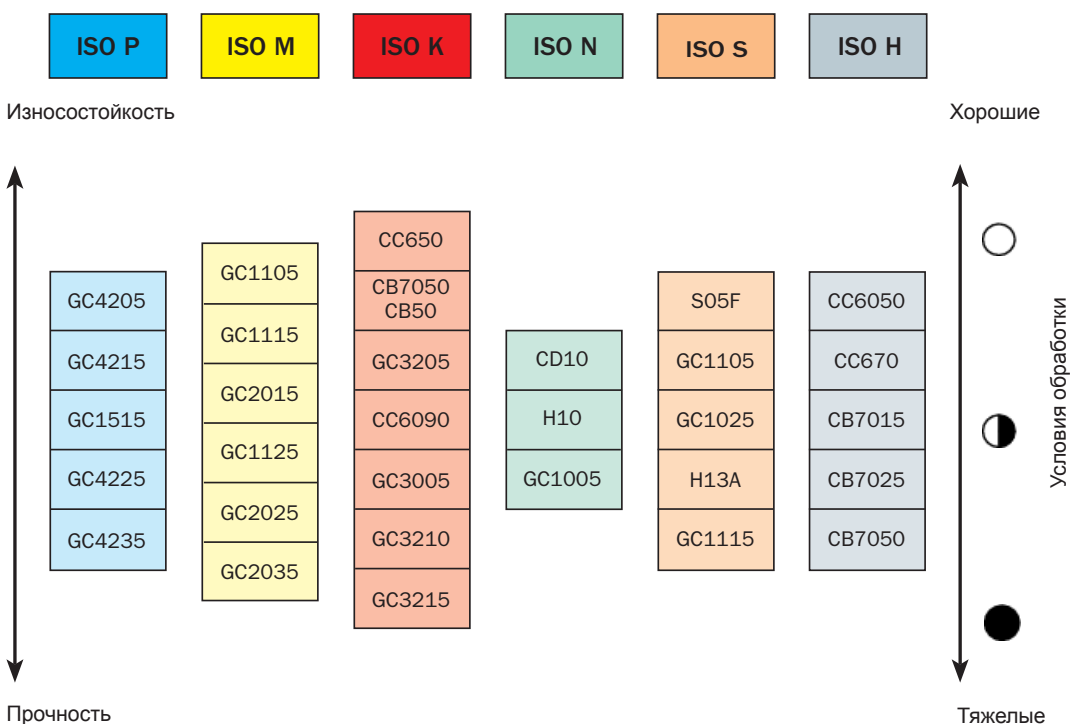
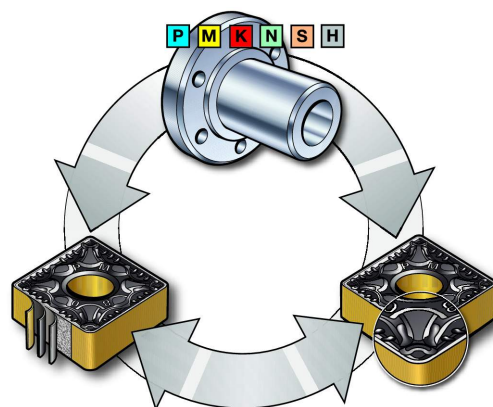
Марка сплава пластины и геометрия передней поверхности дополняют друг друга. Например, недостаточная прочность геометрии пластины может быть компенсирована прочностью сплава.

Более подробная информация в главе Н.



Инструментальные материалы

- Твердый сплав с покрытием (GC4205, GC4215, GC4225 и т.д.)
- Твердый сплав без покрытия (H10, H13A и т.д.)
- Кермет (CT1525, CT5015 и т.д.)
- Керамика (CC6050, CC6090 и т.д.)
- Кубический нитрид бора (CB7015, CB7025 и т.д.)
- Поликристаллический алмаз (CD10).



Р Точение стали

Обработываемость стали зависит от состава легирующих компонентов, методов термообработки и способа получения заготовки (литье, поковка и т.д.).

Более подробная информация о материалах и их классификация приведены в главе Н.

Рекомендации по режимам резания смотрите в "Основном каталоге".

Токарную обработку стали можно подразделить на три группы: точение нелегированной, низколегированной и высоколегированной стали.



Нелегированная сталь

Классификация материалов: P1.1

Нелегированная сталь содержит в своем составе углерод до 0,55%. При обработке малоуглеродистых сталей (< 0,25% углерода) следует уделить особое внимание трудности стружколопания и склонности материала к налипанию на режущую кромку (наростообразованию).

Обработка нелегированных сталей с большим содержанием углерода схожа с обработкой низколегированных сталей.

Контроль над стружкообразованием

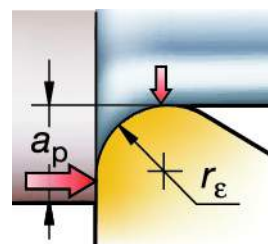
Для обеспечения надежного стружколопания назначайте глубину резания больше, чем величина радиуса при вершине пластины. Выбирайте угол в плане как можно ближе к 90°.

При необходимости работы с большим значением подачи используйте пластины Wiper. Геометрии -LC и -WL специально предназначены для точения нелегированных сталей.

Режимы резания

Для предотвращения появления нароста на режущей кромке работайте с высокой скоростью резания. Образование нароста негативно сказывается на шероховатости обработанной поверхности и стойкости инструмента. Острокромочные геометрии пластин в сочетании с тонким покрытием твердого сплава, например, GC2025 или GC1515, будут снижать вероятность налипания и образования нароста.

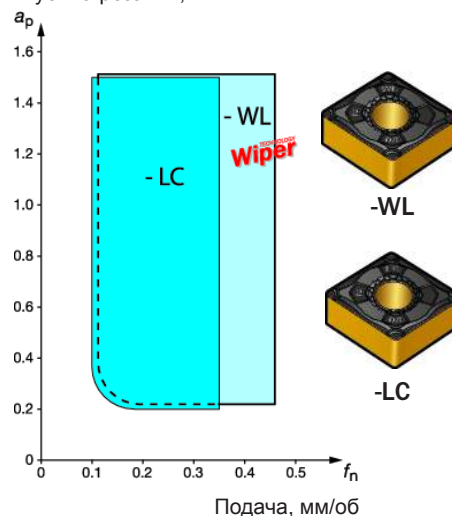
Для достижения наилучших результатов обработки рекомендуется использовать шлифованные позитивные пластины с малым радиусом при вершине с небольшой глубиной резания или низкой подачей.



$$a_p > r_\epsilon$$



Глубина резания, мм



Области стружколопания для пластины CNMG 120408 с геометриями - LC и - WL.

Низколегированная сталь

Классификация материалов: P2.x

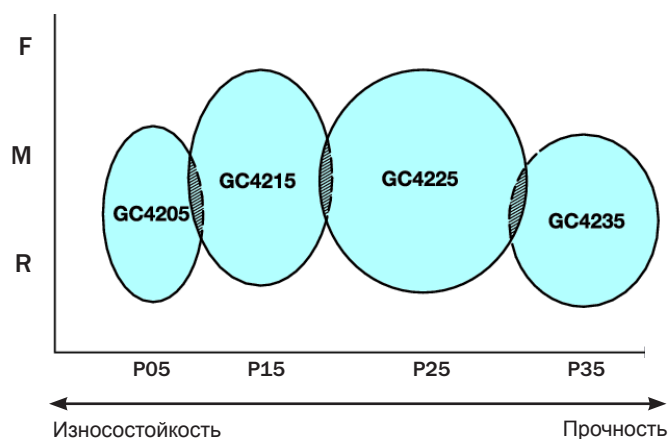
Группа низколегированных сталей – самая распространенная группа обрабатываемых материалов. В данную группу также входят термообработанные стали твердостью до 50 HRC.

Обрабатываемость низколегированных сталей зависит от состава легирующих элементов, их количества и термообработки (твердости). Для обработки всех материалов этой группы характерен следующий механизм износа пластин – лункообразование и износ по задней поверхности.

Первым выбором для низколегированных сталей в неупрочненном состоянии являются сплавы серии GC4200 и геометрии Wiper.

Упрочненные стали имеют более высокую температуру в зоне резания, что объясняет появление такого явления как пластическая деформация вершины. Данный вид износа является основным для этой группы сталей.

Для обработки таких материалов выбирайте твердые сплавы стойкие к высокой температуре и отслаиванию покрытия. Для обработки упрочненных сталей хорошо подходят сплавы, оптимизированные для обработки чугунов.



F = Чистовая обработка

M = Получистовая обработка

R = Черновая обработка

Высоколегированная сталь

Классификация материалов: P3.x

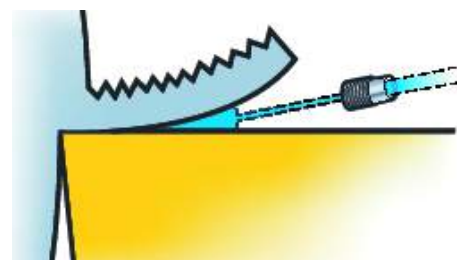
Высоколегированные стали содержат в составе карбиды легирующих элементов в объеме более 5%. Группа включает как упрочненные стали (твердостью ниже 50 HRC), так и стали в состоянии поставки. Обрабатываемость таких сталей ухудшается с повышением твердости, количества и объема легирующих элементов.

Первым выбором для обработки низколегированных сталей являются сплавы серии GC4200 в сочетании с геометриями Wiper. А при обработке сталей с общим содержанием легирующих компонентов более 5% и твердостью до 450HB к инструментальным сплавам предъявляются дополнительные требования по стойкости к пластической деформации и прочности режущей кромки. Поэтому для таких сталей хорошим выбором будут сплавы для обработки чугуна.



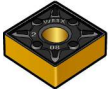



Система подачи СОЖ CoroTurn® HP

Инструмент CoroTurn HP рекомендуется использовать для повышения режимов резания и улучшения контроля над стружкообразованием, особенно при обработке низкоуглеродистых сталей. При обработке упрочненных сталей применение инструмента данного типа снижает склонность к лункообразованию и пластической деформации.



Основные рекомендации по выбору геометрии и сплава

		F		M		R		Тип пластины
		Чистовая обработка		Получистовая обработка		Черновая обработка		
Обрабатываемый материал		Геометрия пластины	Марка сплава	Геометрия пластины	Марка сплава	Геометрия пластины	Марка сплава	
P Нелегированная сталь MC P1.x HB 110	○	-WF -PF	GC4215 GC4215	-WMX -PM	GC4205 GC4215	-WR -PR	GC4205 GC4215	Пластины без заднего угла
	◐	-WF -PF	GC4215 GC4215	-WMX -PM	GC4215 GC4225	-WR -PR	GC4215 GC4225	
	●	-WF -PF	GC4225 GC4225	-WMX -PM	GC4225 GC4235	-WR -PR	GC4225 GC4235	
	○	-WF -PF	GC4215 GC4215	-WM -PM	GC4215 GC4215	-PR	GC4215	Пластины с задним углом
	◐	-WF -PF	GC4215 GC4215	-WM -PM	GC4215 GC4225	-	GC4225	
	●	-WF -PF	GC4215 GC4225	-WM -PM	GC4225 GC4235	-PR	GC4235	
Низколегированная сталь MC P2.x HB 180	○	-WF -PF	GC4215 GC4215	-WMX -PM	GC4205 GC4215	-WR -PR	GC4205 GC4215	Пластины без заднего угла
	◐	-WF -PF	GC4215 GC4215	-WMX -PM	GC4215 GC4225	-WR -PR	GC4215 GC4225	
	●	-WF -PF	GC4225 GC4225	-WMX -PM	GC4225 GC4235	-WR -PR	GC4225 GC4235	
	○	-WF -PF	GC4215 GC4215	-WM -PM	GC4215 GC4215	-PR	GC4215	Пластины с задним углом
	◐	-WF -PF	GC4215 GC4215	-WM -PM	GC4215 GC4225	-	GC4225	
	●	-WF -PF	GC4215 GC4225	-WM -PM	GC4225 GC4235	-PR	GC4235	
Высоколегированная сталь MC P3.x HB 200	○	-WF -PF	GC4215 GC4215	-WMX -PM	GC4205 GC4215	-WR -PR	GC4205 GC4215	Пластины без заднего угла
	◐	-WF -PF	GC4215 GC4215	-WMX -PM	GC4215 GC4225	-WR -PR	GC4215 GC4225	
	●	-WF -PF	GC4225 GC4225	-WMX -PM	GC4225 GC4235	-WR -PR	GC4225 GC4235	
	○	-WF -PF	GC4215 GC4215	-WM -PM	GC4215 GC4215	-PR	GC4215	Пластины с задним углом
	◐	-WF -PF	GC4215 GC4215	-WM -PM	GC4215 GC4225	-	GC4225	
	●	-WF -PF	GC4215 GC4225	-WM -PM	GC4225 GC4235	-PR	GC4235	
Высоколегированная сталь MC P3.x HB 400	○	-WF/-PF -KF	GC4215 GC3005	-WMX/-PM -KM	GC4205 GC3215	-WR -PR	GC4205 GC4205	Пластины без заднего угла
	◐	-WF/-PF -KF	GC4215 GC3215	-WMX/-PM -KM	GC4215 GC3215	-WR -PR	GC4215 GC4215	
	●	-WF -PF	GC4215 GC4215	-WMX -PM	GC4225 GC4225	-WR -PR	GC4225 GC4225	
	○	-WF/-PF -KF	GC4215 GC3005	-WM/-PM -KM	GC4215 GC3215	-PR	GC4215	Пластины с задним углом
	◐	-WF/-PF -KF	GC4215 GC3215	-WM/-PM -KM	GC4215 GC3215	-PR	GC4215	
	●	-WF -PF	GC4215 GC4215	-WM -PM	GC4225 GC4215	-PR	GC4225	

Условия обработки



Хорошие условия



Нормальные условия



Тяжелые условия

М Точение нержавеющей стали

Обрабатываемость нержавеющей сталей зависит от состава легирующих элементов, термообработки и от способа получения заготовки (отливка, проковка, прокат и т.д.). В общем случае увеличение содержания и количества легирующих элементов снижают обрабатываемость. Но существуют различные инструментальные материалы, которые позволяют без проблем обрабатывать все типы нержавеющей сталей.

Подробная классификация материалов приведена в главе Н.

Учитывая характеристики обрабатываемости при точении, нержавеющие стали можно разделить на три группы:

- Ферритные/мартенситные
- Аустенитные
- Дуплексные (аустенитные/ферритные).

Рекомендуемые сплавы и геометрии для каждой группы материалов приведены ниже.

Сводная таблица рекомендаций приведена на странице A27.



Ферритные и мартенситные нержавеющие стали

Классификация материалов: P5.x

Ферритные и отпущенные мартенситные нержавеющие стали имеют сходные характеристики обрабатываемости с низколегированными сталями, поэтому при их обработке можно следовать рекомендациям по точению низколегированных сталей.

Иногда мартенситные стали обрабатываются в упрочненном состоянии, что накладывает дополнительные требования к инструментальным материалам по стойкости к пластическим деформациям.

Аустенитные нержавеющие стали

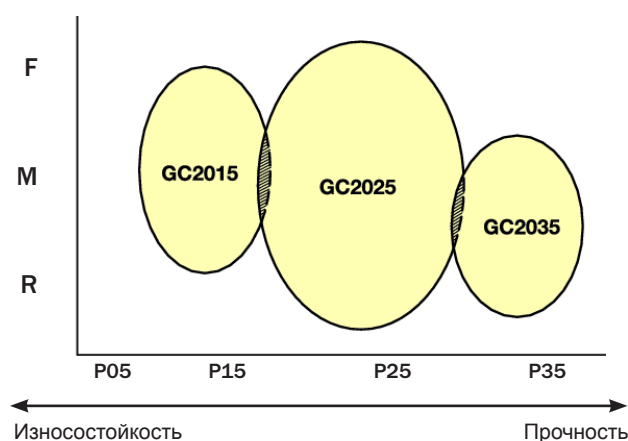
Классификация материалов: M1.x и M2.x

Аустенитные стали – наиболее распространенный тип нержавеющей сталей. Также группа включает, так называемые, супераустенитные стали с содержанием никеля более 20%.

Рекомендуемые сплавы и геометрии

Основной является группа сплавов серии GC2000. Пластины Wiper могут использоваться для финишной и получистовой обработки.

Сплавы серии GC1100 следует использовать для прерывистого точения, когда наблюдается повреждение стружкой нижележащей нерабочей режущей кромки и замятие стружки. Также серия сплавов GC1100 - первый выбор, когда необходима острая режущая кромка (например, при работе с низкими подачами или малой глубиной резания).



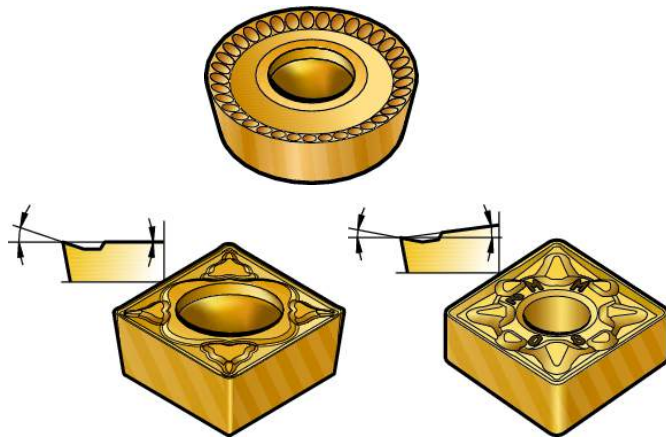
F = Чистовая обработка
M = Полуцистовая обработка
R = Черновая обработка

Продолжение ➤

► Аустенитные нержавеющие стали

Рекомендации по обработке

- Всегда применяйте СОЖ для снижения лункообразования и пластической деформации вершины пластины и выбирайте как можно больший радиус при вершине.
- Из-за механического упрочнения материала образуется проточина на главной режущей кромке по глубине резания, приводящая к усиленному образованию заусенцев. Поэтому лучше использовать пластины круглой формы или инструмент с малым углом в плане.
- Для обработки данной группы материалов типично налипание и образование нароста, что негативно сказывается на качестве обработки и на стойкости инструмента. Во избежание этого следует использовать острокромочные пластины и/или выбирать положительную геометрию передней поверхности.

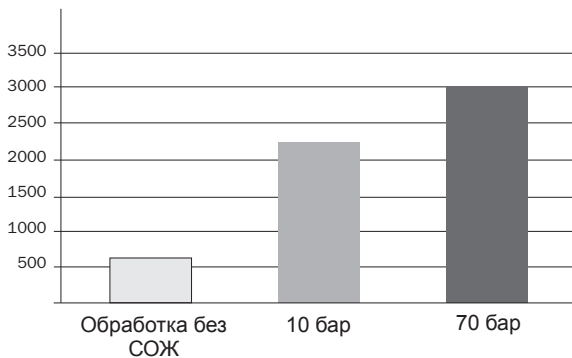


CoroTurn® HP система подачи СОЖ под высоким давлением

При обработке нержавеющей сталей очень важны контроль стружкообразования и обеспечение подачи СОЖ, что снижает возникновение пластической деформации. Используя систему подачи СОЖ под высоким давлением CoroTurn HP, можно избежать вышеуказанных трудностей и увеличить производительность за счет повышения режимов резания.



Объем снимаемого металла, см³



CNMG 120408-MF, GC2025
 v_c 200 м/мин, a_p 2.5 мм, f_n 0.3 мм/об
 Обрабатываемый материал: Sanmac 316L

Дуплексные (аустенитно-ферритные) нержавеющие стали

Классификация материалов: М3.4

Дуплексные нержавеющие стали имеют структуру, состоящую из двух фаз: аустенитной и ферритной. Высоколегированные дуплексные стали это так называемые супер или даже гипердуплексные нержавеющие стали.


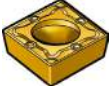




Высокая механическая прочность таких материалов значительно затрудняет их механическую обработку: выше температура в зоне резания, выше силы резания и затрудненное стружкодробление. Типичные виды износа пластин: отслаивание покрытия, лункообразование, пластическая деформация, образование проточкины и повреждение стружкой нижележащей нерабочей режущей кромки.

В зависимости от области применения могут быть использованы сплавы серий GC2000 и GC1100.

Рекомендации по обработке

- Всегда применяйте СОЖ, в зоне резания очень высокая температура.
- Выбирайте инструмент с небольшим углом в плане во избежание образования проточкины на пластине и формирования заусенцев.
- Выбирайте геометрии с прочной режущей кромкой, способные выдерживать высокие силы резания.

Основные рекомендации по выбору сплавов и геометрий

Обрабатываемый материал		F Чистовая обработка		M Получистовая обработка		R Черновая обработка		Тип пластины
		Геометрия пластины	Марка сплава	Геометрия пластины	Марка сплава	Геометрия пластины	Марка сплава	
M Ферритно-мартенситные нержавеющие стали MC P5.x	○	-WF -MF	GC2015 GC2015	-WMX -MM	GC2015 GC2015	-MR	GC2025	Пластины без заднего угла 
	◐	-WF -MF	GC2015 GC2015	-WMX -MM	GC2015 GC2025	-MR	GC2025	
	●	-WF -MF	GC2015 GC2025	-WMX -MM	GC2015 GC2035	-MR	GC2035	Пластины с задним углом 
	○	-WF -MF	GC2015 GC2015	-WM -MM	GC2015 GC2015	-MR	GC2015	
	◐	-WF -MF	GC2015 GC2015	-WM -MM	GC2015 GC2025	-MR	GC2025	
	●	-MF	GC2025	-MM	GC2035	-MR	GC2035	
Аустенитные нержавеющие стали MC M1.x и M2.x	○	-WF -MF	GC2015 GC2015	-WMX -MM	GC2015 GC2015	-MR	GC2025	Пластины без заднего угла 
	◐	-WF -MF	GC2015 GC2015	-WMX -MM	GC2015 GC2025	-MR	GC2025	
	●	-WF -MF	GC2015 GC2025	-WMX -MM	GC2015 GC2035	-MR	GC2035	Пластины с задним углом 
	○	-WF -MF	GC2015 GC2015	-WM -MM	GC2015 GC2015	-MR	GC2015	
	◐	-WF -MF	GC2015 GC2015	-WM -MM	GC2015 GC2025	-MR	GC2025	
	●	-MF	GC2025	-MM	GC2035	-MR	GC2035	
Дуплексные нержавеющие стали MC M3.4	○	-WF -MF	GC2015 GC1115	-MM	GC2025	-MR -PR	GC2025	Пластины без заднего угла 
	◐	-MF -MF	GC2025 GC1115	-MM -MR	GC2025 GC2025	-MR	GC2035	
	●	-MF -MF	GC2025 GC2035	-MM -MR	GC2035	-MR	GC2035	Пластины с задним углом 
	○	-MF -MF	GC2015 GC1115	-MM	GC2025	-MR	GC2025	
	◐	-MF -MF	GC2025 GC1115	-MM	GC2025	-MR	GC2035	
	●	-MF -MF	GC2025 GC2035	-MM	GC2035	-MR	GC2035	

Условия обработки

○ Хорошие

◐ Нормальные

● Тяжелые

Более подробную информацию о сплавах и геометриях смотрите в разделах, с интересующим Вас инструментом.

Рекомендации по режимам резания смотрите в "Основном каталоге".

К Точение чугуна

Чугун подразделяется на следующие виды: ковкий чугун, серый чугун, чугун с вермикулярным графитом, белый чугун, высокопрочный и легированный чугуны.

Подробная классификация обрабатываемых материалов приведена в главе H.

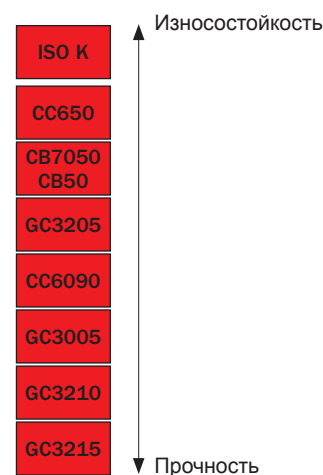


Серый чугун и чугун с шаровидным графитом

Классификация материалов: K2.x и K3.x

Серый чугун и чугун с шаровидным графитом – наиболее распространенные виды чугуна.

- Первым выбором для полустойкой и финишной обработки таких чугунов являются сплавы серии GC3200 и пластины Wiper. Для черновой обработки лучшим выбором будет наиболее прочная геометрия –KR.
- Дополнительно рекомендуется смешанная керамика CC650 для финишных этапов обработки и CC6090 (SiN-керамика) – для полустойких и черновых.
- При непрерывном точении всегда применяйте СОЖ, для прерывистого точения СОЖ лучше не использовать. Сплав дополнительного выбора CC650 всегда рекомендуется применять без СОЖ.
- Режущие материалы с вставками из кубического нитрида бора CB7050 и CB50 рекомендованы для черновых и чистовых операций, но они подходят только для обработки серого чугуна.



Ковкий чугун

Классификация материалов: K1.x

Рекомендации по сплавам и геометриям те же, что и для серого чугуна.

Чугун с вермикулярным графитом

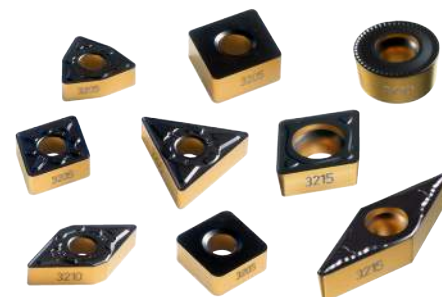
Классификация материалов: K4.x

Рекомендации по сплавам и геометриям те же, что и для чугуна с шаровидным графитом.





Отпущенный ковкий чугун

Классификация материалов: K5.x

Рекомендации по сплавам и геометриям те же, что и для чугуна с шаровидным графитом.



Основные рекомендации по выбору сплавов и геометрий

		F Чистовая обработка		M Получистовая обработка		R Черновая обработка		Тип пластины
		Геометрия пластины	Марка сплава	Геометрия пластины	Марка сплава	Геометрия пластины	Марка сплава	
К Серый чугун MC K2.x HB 220	○	-WMX .NGA	GC3215 CC650	-WMX .NGA	GC3215 CC6090	-KR	GC3205	Пластины без заднего угла 
	◐	-WMX -KF	GC3215 GC3215	-WMX -KM	GC3215 GC3205	-KR	GC3205	
	●	-WMX -KF	GC3215 GC3215	-WMX -KM	GC3215 GC3215	-KR	GC3215	
Чугун с шаровидным графитом MC K3.x HB 180	○	-WMX .NGA	GC3215 CC650	-WMX -KM	GC3210 GC3215	-KR	GC3210	
	◐	-WMX -KF	GC3215 GC3215	-WMX -KM	GC3210 GC3210	-KR	GC3210	
	●	-WMX -KF	GC3215 GC3215	-WMX -KM	GC3215 GC3215	-KR	GC3215	
Серый чугун MC K2.x HB 220	○	-WF -KF	GC3215 GC3005	-WM KM	GC3215 GC3005	-KR	GC3210	Пластины с задним углом 
	◐	WF -KF	GC3215 GC3005	-WM -KM	GC3215 GC3215	-KR	GC3210	
	●	-WF -KF	GC3215	-WM -KM	GC3215 GC3215	-KR	GC3215	
Чугун с шаровидным графитом MC K3.x HB 180	○	-WF -KF	GC3215 GC3005	-WM -KM	GC3215 GC3210	-KR	GC3210	
	◐	-WF -KF	GC3215 GC3005	-WM -KM	GC3210 GC3210	-KR	GC3210	
	●	-WF -KF	GC3215 GC3215	-WM -KM	GC3215 GC3215	-KR	GC3210	

Условия обработки

○ Хорошие

◐ Нормальные

● Тяжелые

Более подробную информацию о сплавах и геометриях смотрите в разделах, с интересующим Вас инструментом.

Рекомендации по режимам резания смотрите в "Основном каталоге".

Точение жаропрочных и титановых сплавов

Жаропрочные сплавы (ЖПС) делятся на три основные группы: на основе никеля, железа и кобальта. Титановые сплавы имеют следующее подразделение: титан может быть технически чистым или в виде α - и β - сплавов. Обработка как жаропрочных, так и титановых сплавов вызывает определенные трудности, особенно после старения, что накладывает особые требования к режущему инструменту.

В аэрокосмической промышленности обработка деталей из материалов данной группы разделена на три стадии: предварительная (черновая), общая (получистовая) и окончательная (финишная). При окончательной обработке особые требования предъявляются к чистоте поверхности. Поэтому необходимо ограничивать режимы резания и выбирать пластины с острой режущей кромкой во избежание возникновения так называемых "белых слоёв" с неоднородной твердостью и остаточными напряжениями.

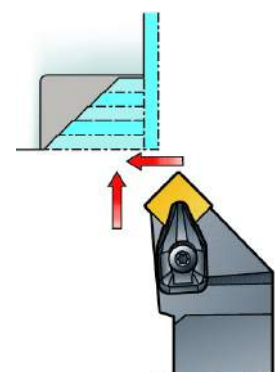
Подробную информацию смотрите в руководствах по применению "Жаропрочные сплавы" и "Обработка титановых сплавов".



Форма пластин и угол в плане

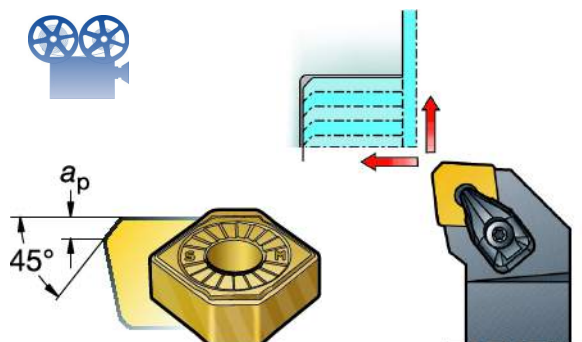
Наиболее распространенный механизм износа – образование проточки. Бороться с этим можно, выбирая инструмент с меньшим углом в плане или пластины круглой формы.

Квадратная пластина SNMG



Пластина уникальной формы Xcel для получистовых операций сочетает в себе преимущества инструмента с главным углом в плане 93° и производительность инструмента с углом 45° . Ее применение оправдано при глубине резания меньше 2.5 мм на получистовых этапах обработки.

Пластина Xcel CNMX-SM

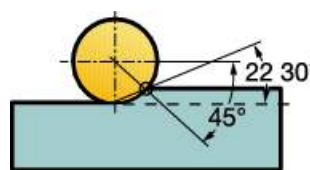


Предотвращение образования проточин при обработке жаропрочных материалов

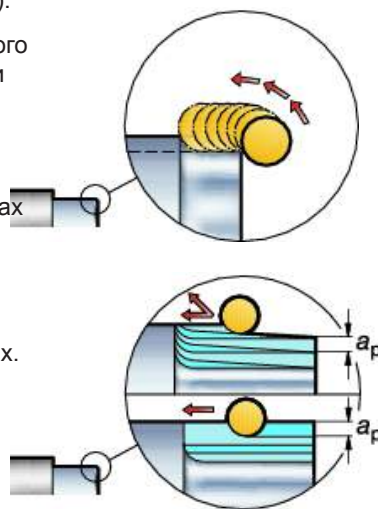
Полностью исключить образование проточин невозможно, но существует возможность значительно минимизировать эту форму износа технологичным проектированием операции обработки и соблюдением некоторых правил.

- Используйте пластины круглой формы.
- По возможности используйте инструмент с наименьшим углом в плане.
- Для определенного размера круглой пластины используйте соответствующую глубину резания (смотрите иллюстрацию).
- Для минимизации проточины используйте метод постепенного врезания (обкатки профиля), исключая операцию обработки фаски. При этом на режущей кромке один участок будет воспринимать нагрузку при врезании, а другой участок при установившемся резании.
- Врезание под углом хорошо реализуется на токарных станках с ЧПУ. При этом износ равномерно распределяется вдоль всей режущей кромки. Используя различные комбинации по глубине резания, можно добиваться значительных результатов. Также возможно применение многопроходной стратегии с различной глубиной резания на разных проходах.

При врезании под углом или при многопроходной обработке не следует назначать глубину резания менее 0.25 мм, в противном случае возрастает риск выкрашивания режущей кромки.



мм	мм
6.35	0.889
9.52	1.397
12.70	1.905
19.06	2.794
25.40	3.81



Глубина резания

Во избежание образования проточкины назначайте глубину резания равной 15% (максимум) от диаметра круглой пластины или 15% (максимум) от радиуса при вершине пластины некруглой формы.

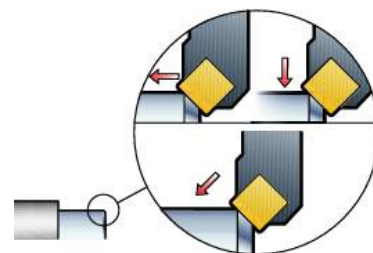
Также приемлемым считается работа с большей глубиной резания, но ее величина не должна превышать 25% от диаметра пластины.

Перед тем как вести обработку с большой глубиной резания, заготовку следует предварительно обработать – убрать твердую корку.

Предварительная обработка фасок

Рекомендуется при использовании инструмента из керамики.

- Уменьшает образование заусенцев при выходе инструмента из резания. Также предварительное формирование фасок обеспечивает хороший вход пластины в резание.
- Для предотвращения образования проточкины при обработке фаски используйте направление подачи под углом 90°.



Применение СОЖ

Всегда применяйте СОЖ при обработке жаропрочных и титановых сплавов при использовании инструментов, как из твердого сплава, так и из керамики. СОЖ должна быть точно и под высоким давлением направлена в зону обработки.

Подача СОЖ под высоким давлением (до 80 бар) становится все более и более распространенной. Более подробная информация о системе подачи СОЖ под высоким давлением CoroTurn HP, приведена на стр. А124. Используя технологию CoroTurn HP, возможно повысить скорость резания на 20%, стойкость инструмента на 50% и значительно улучшить стружкодробление.

Технология подачи СОЖ Jet-break под сверхвысоким давлением (от 80 до 1000 бар) может быть применена на вертикальных токарных центрах.

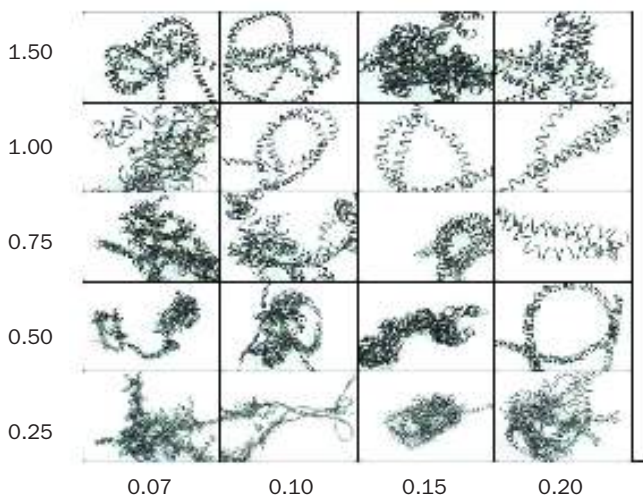
За более подробной информацией обращайтесь к вашему региональному представителю Sandvik Coromant.



Диаграммы стружкодробления при точении титанового сплава Ti6Al4V (30 HRC)

Стандартный CoroTurn® 107

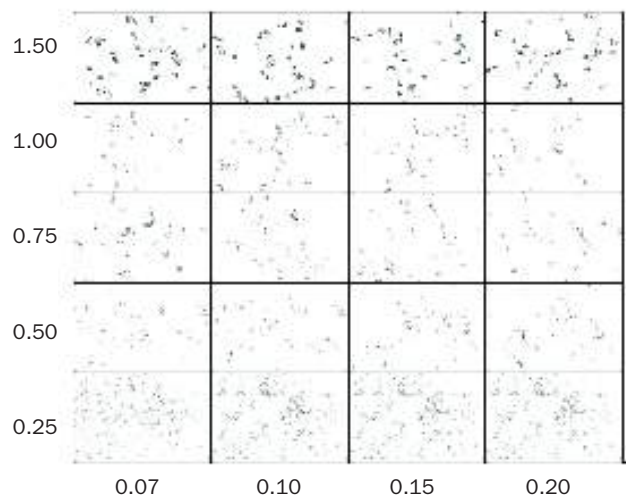
Глубина резания, a_p (мм)



Подача, f_n (мм/об)

CoroTurn® 107 с подачей СОЖ под высоким давлением

Глубина резания, a_p (мм)



Подача, f_n (мм/об)

Такой же положительный результат наблюдается при обработке жаропрочных сплавов.

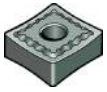

Титановые сплавы

Твердосплавные пластины

Выбор марки твердого сплава для обработки титана осуществляется в зависимости от стадии обработки (черновая, получистовая или финишная) и условий обработки (хорошие, нормальные или тяжелые).

Для обработки титановых сплавов не рекомендуется применение инструмента на основе керамики.

Основные рекомендации по выбору сплавов и геометрий для обработки титана

Обрабатываемый материал		F Чистовая обработка		M Получистовая обработка		R Черновая обработка		Тип пластины
		Геометрия пластины	Марка сплава	Геометрия пластины	Марка сплава	Геометрия пластины	Марка сплава	
S Титан MC S4.x	○	.NGP	S05F	-23	GC1105	-QM	S05F	Пластины без заднего угла 
	◐	.NGP	GC1105	-23	GC1105	-QM	GC1105	
	●	-MF	GC1105	-23	H13A	-QM	H13A	
	○	-MF	GC1105	-MM	GC1105			Пластины с задним углом 
	◐	-WF -MF	GC1115 GC1105	-MM	GC1105			
	●	-MF	GC1105	-UM	H13A			

Условия обработки

○ Хорошие

◐ Нормальные

● Тяжелые

Более подробную информацию о сплавах и геометриях смотрите в разделах, с интересующим Вас инструментом.

Рекомендации по режимам резания смотрите в "Основном каталоге".



Обработка жаропрочных сплавов

На выбор сплава влияют стадия и условия обработки

Черновая обработка (предварительная)

Обработка заготовок производится в отпущенном состоянии, твердость, в среднем, составляет 26 HRC.

Твердосплавные пластины:

Для обработки материалов с литевой или штамповочной коркой лучше использовать односторонние пластины с геометрией -HM или -SR из сплавов GC2025 или GC2015. Выбирайте инструмент с малым углом в плане (не больше 75°) и назначайте такую глубину резания, чтобы снять корку за один проход.

Если все же инструмент имеет большой угол в плане, тогда следует использовать пластины с PVD покрытием из сплавов GC1105, GC1115 или наиболее прочный непокрытый сплав H13A.



Пластины из керамики:

При использовании керамики CC670 следует снижать как подачу f_n , так и глубину резания a_p , но с другой стороны скорость резания v_c можно значительно увеличить. Для большей стойкости выбирайте инструмент с малым углом в плане или пластину круглой формы.

Получистовая (промежуточная) стадия обработки

Обычно обработка ведется после старения, твердость материала 35-46 HRC.

Твердосплавные пластины:

Первым выбором является сплав GC1105. Для операций, требующих большую прочность пластины, первым выбором является сплав GC1115.

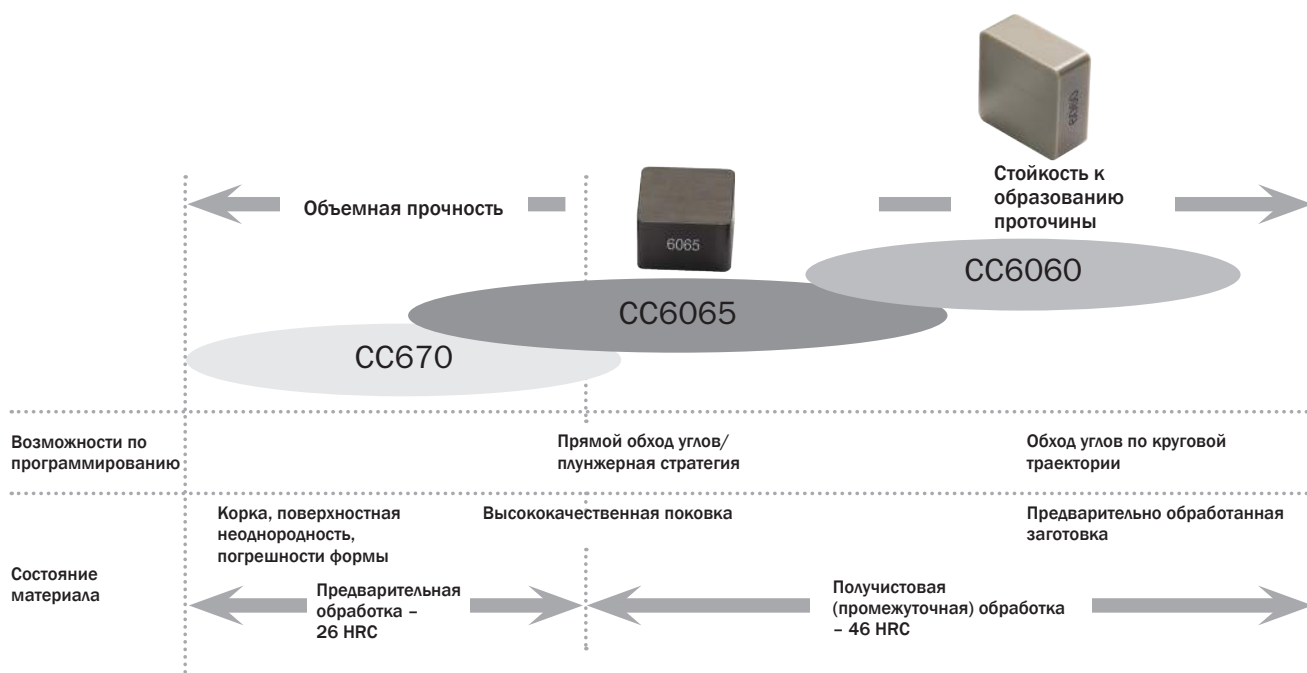
Также прекрасным решением является сплав S05F в сочетании с малым главным углом в плане или пластиной круглой формы.

Пластины из керамики:

На получистовых (промежуточных) операциях, где глубина резания меньше, чем при черновой обработке, преимущество пластин на основе керамики очевидно. Хорошей альтернативой пластинам из твердого сплава являются пластины на основе сиалона, которые имеют высокую стойкость к образованию проточин и значительно большую рекомендуемую скорость резания v_c (150-280 м/мин). При этом подача f_n должна обеспечиваться на уровне 0.15-0.35 мм/об. Однако при этом очень важным является сохранение стабильности обработки и постоянство применения СОЖ (обильное применение СОЖ более важно, чем высокое давление). Первый выбор – CC6060, а для менее стабильных условий обработки CC6065.



Области применения пластин из керамики



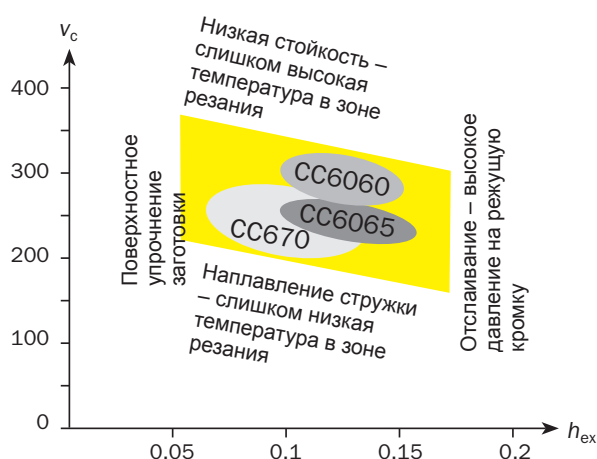
Режимы резания для керамики

Скорость резания должна быть достаточной для обеспечения теплообразования в зоне резания, но не достигать критического значения для керамики.

Подача f_n должна обеспечивать достаточно большую толщину стружки h_{ex} , чтобы не упрочнять поверхностно заготовку, но и не быть причиной наплавления материала на режущую кромку.

При назначении высокой подачи и большой глубины резания следует снижать скорость резания v_c .

Границы режимов резания будут изменяться в зависимости от твердости и зернистости инструментального материала.



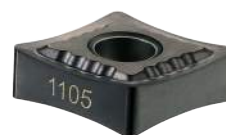
Начальные режимы резания (для пластин RNGN 12, RCGX 12), обрабатываемый материал - Inconel 718 (38 - 46 HRC)

Марка керамики	Скорость резания, v_c	Глубина резания, a_p	Подача, f_n
CC670	от 200 до 250 м/мин	2 мм	от 0.1 до 0.15 мм/об
CC6060	от 250 до 300 м/мин	от 2 до 3 мм	от 0.15 до 0.2 мм/об
CC6065	от 200 до 250 м/мин	от 2 до 3 мм	от 0.15 до 0.2 мм/об

Финишная (окончательная) обработка

Обработка после старения, твердость 35-46 HRC. К поверхности предъявляется следующее требование: остаточные напряжения должны быть минимальны. Поэтому не рекомендуется использовать пластины из керамики, или скорость резания v_c должна быть ниже 80 м/мин. Другие факторы, влияющие на величину остаточных напряжений:

- Износ по задней поверхности – максимум 0.2 мм
- Толщина стружки – максимум 0.1 мм
- Использование острокромочных пластин, предпочтительно шлифованных.



.NGP/GC1105

Для финишной обработки жаропрочных сплавов

Твердосплавные пластины:

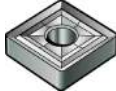

Сплав GC1105 (с PVD-покрытием) имеет наилучшую стойкость к образованию проточин и является первым выбором, когда:

- Подача меньше 0.1 мм
- Обрабатывается тонкостенная или небольшая деталь
- Главный угол в плане более 75°
- Невозможно избежать большого вылета.

Сплав S05F (с CVD-покрытием) может дать большую стойкость, по сравнению с GC1105, однако необходим малый угол в плане или пластина круглой формы.



Рекомендации по выбору сплавов и геометрии для обработки жаропрочных сплавов

Обрабатываемый материал		F Чистовая обработка		M Получистовая обработка		R Черновая обработка		Тип пластины
		Геометрия пластины	Марка сплава	Геометрия пластины	Марка сплава	Геометрия пластины	Марка сплава	
S Никель MC S2.0	○	-23 -MF	H13A GC1105	-23 -MF	H13A GC1105	-SR	GC2015	Пластины без заднего угла 
	◐	-23 -MF	H13A GC1115	-23 -MM	H13A GC1115	-HM	GC2015	
	●	-23 -MF	H13A GC1115	-23 -MM	H13A GC1115	-HM	GC2025	Пластины с задним углом 
	○	-MF	H13A GC1105	-UM -MM	H13A GC1105			
	◐	-MF	H13A GC1115	-UM -MM	H13A GC1115			
	●	-MF -MF	H13A GC1115	-UM -MM	H13A GC1115			

Условия обработки

○ Хорошие

◐ Нормальные

● Тяжелые

Более подробную информацию о сплавах и геометриях смотрите в разделах, с интересующим Вас инструментом.

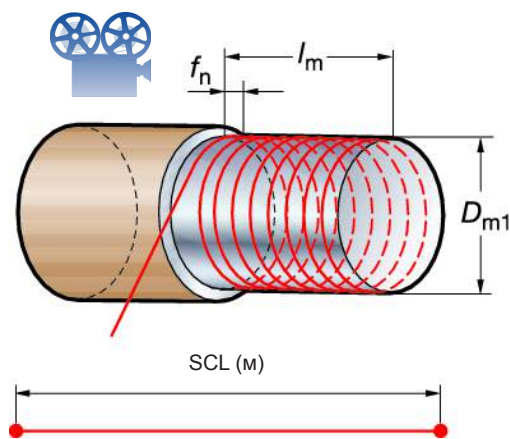
Рекомендации по режимам резания смотрите в "Основном каталоге".

Предсказуемая обработка – расчет спиральной длины резания

Из-за относительно небольшой стойкости пластин при обработке титановых и жаропрочных сплавов, иногда одной режущей кромкой пластины возможно выполнить только один проход. Вычисление спиральной длины резания – хороший способ прогнозирования стойкости режущей кромки во избежание остановки резания в середине прохода из-за критического износа пластины.

Примечания:

- Каждый график пути резания уникален и относится только к определенному сочетанию пластины, геометрии, глубины резания и материалу.
- При финишной обработке очень важно недопустить каких-либо изменений в процессе резания, поэтому ниже приведен диапазон рекомендуемой скорости резания для путей резания разной длины.
- При черновой обработке необходимо определять режимы резания и соответствующий путь резания для выбора формы пластины.



$$SCL = \frac{D_{m1} \times \pi}{1000} \times \frac{l_m}{f_n}$$



Подрезка торца

$$SCL = \left(\frac{D_{m1} + D_{m2}}{2} \times \frac{\pi}{1000} \right) \times \frac{l_{m1}}{f_n}$$

Чистовая обработка

Цель расчета – назначить оптимальную скорость резания v_c , для выполнения полного прохода без замены пластины.

- 1) Выберите тип пластины, подходящий для обработки конкретной детали.
- 2) Назначьте рекомендованную глубину резания a_p и подачу f_n , соответствующие выбранной пластине.

Пример:

CNGP 120408-1105
 $a_p = 0.25$ мм, $f_n = 0.15$ мм/об

- 3) Вычислите путь резания SCL.

Пример:

$D_{m1} = 600$ мм, $l_m = 150$ мм

$$SCL = \frac{600 \times 3.14}{1000} \times \frac{150}{0.15} = 1885 \text{ м}$$

- 4) Выберите скорость резания, v_c , из диаграммы SCL / v_c

Пример:

CNGP 120408 1105

$SCL = 1885$ м = $>v_c = 50$ м/мин

Таким образом, со скоростью $v_c = 50$ м/мин одна режущая кромка пройдет путь резания 1885 мм, соответствующий обрабатываемой детали длиной, l_m , 150 мм.

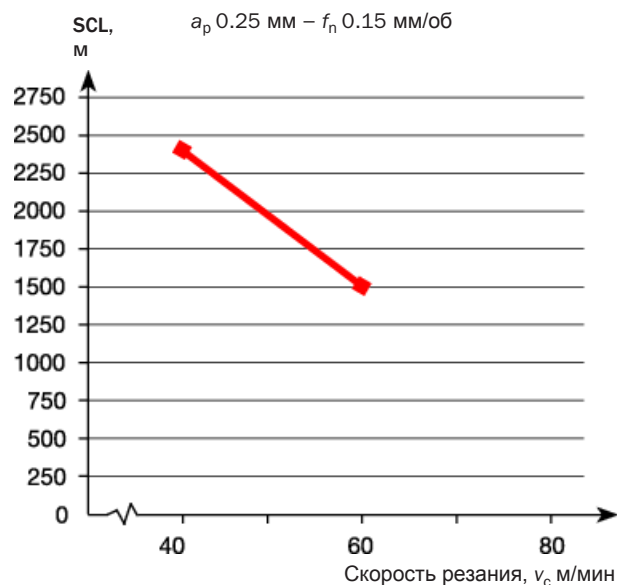


Диаграмма справедлива для сплава Inconel 718 (46 HRC), а также для других жаропрочных сплавов на основе никеля такой же твердости, таких как Udimet 720, Waspalloy.

Черновая обработка

Цель расчета – спрогнозировать время замены режущей кромки.

1) Выберите тип пластины, подходящий для обработки детали.

2) Назначьте рекомендованную скорость резания v_c , глубину резания a_p и подачу f_n , соответствующие выбранной пластине.

Пример: CNMX 1204A1-SM S05F
 v_c 50 м/мин, f_n 0.35 мм/об, a_p 2.7 мм

3) Запишите путь резания для данной пластины.

Пример: SCL = 450 м

4) Вычислите путь резания SCL.

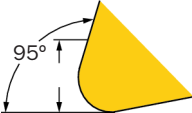
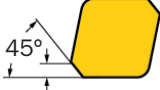
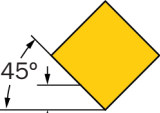
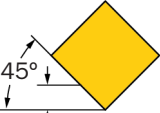
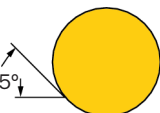
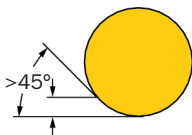
Пример: $D_{m1} = 600$ мм, $l_m = 150$ мм

$$SCL = \frac{600 \times 3.14}{1000} \times \frac{150}{0.35} = 807 \text{ м}$$

5) Подсчитаем необходимое число режущих кромок.

Пример: $807/450 = 2$ режущие кромки

Пластины для черновой обработки

Пластины для черновой обработки	v_c м/мин	a_p мм	f_n мм/об	Стой- кость, мин	SCL м	Q см³/мин	Q _{общ} см³	
CNMG 120408-QM 1025	50	2	0.25	5	250	25	125	
CNMX 1204A2-SM S05F	50	2.7	0.35	9	450	47	425	
SNMG 120408-QM S05F	50	3	0.35	9	450	53	473	
SNMG 190616-SR S05F	50	5	0.35	9	450	88	788	
RCMT 1204M0-SM S05F	50	2	0.5	5	250	50	250	
RNGN 120700 T01020 6060	250	2	0.15	3	750	75	225	

Более подробная информация в нашем руководстве "Обработка жаропрочных сплавов".

N Точение алюминиевых сплавов

Обрабатываемость алюминия зависит от состава легирующих элементов, термообработки и способа получения заготовки (отливка, поковка и т.д.).

Алюминиевые сплавы

(Классификация материалов: N1.2)

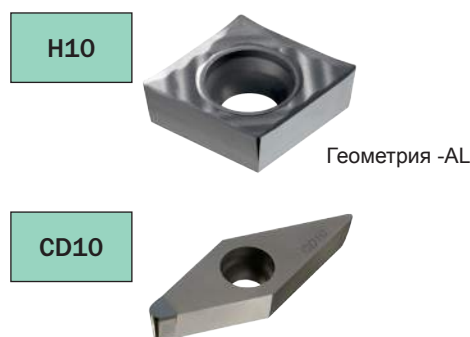
В приведенной ниже таблице даны рекомендации по выбору инструментальных материалов и геометрий пластин для обработки сплавов на основе алюминия с содержанием кремния (Si) меньше 13%.

Всегда рекомендуется использовать острокрылые пластины с задним углом. Для обработки алюминиевых сплавов существует оптимизированная геометрия – AL.

- Для черновой обработки рекомендуется износостойкий сплав с PVD покрытием GC1005.
- Сплав H10 без покрытия – первый выбор для большинства случаев, как для черновой, так и для чистовой обработки.
- Для финишной обработки в стабильных условиях рекомендуется пластина с поликристаллическим алмазом (CD10). CD10 лучше, чем твердый сплав, противостоит образованию нароста. Шероховатость обработанной поверхности ниже, а стойкость пластины значительно выше.

Для алюминиевых сплавов с содержанием кремния (Si) больше 13% рекомендуется применять поликристаллический алмаз (CD10), так как стойкость твердосплавных пластин будет гораздо ниже.

Для обеспечения эвакуации стружки рекомендуется применять СОЖ во всех случаях.



Обрабатываемый материал		F Чистовая обработка		M Получистовая обработка		R Черновая обработка		Тип пластины
		Геометрия пластины	Марка сплава	Геометрия пластины	Марка сплава	Геометрия пластины	Марка сплава	
N Алюминий N1.2 HB 75	○	...F	CD10	-AL	H10	-AL	H10	Пластины с задним углом 
	◐	-AL	H10	-AL	H10	-AL	H10	
	●	-AL	H10					

Условия обработки

○ Хорошие

◐ Нормальные

● Тяжелые

Более подробную информацию о сплавах и геометриях смотрите в разделах, с интересующим Вас инструментом.

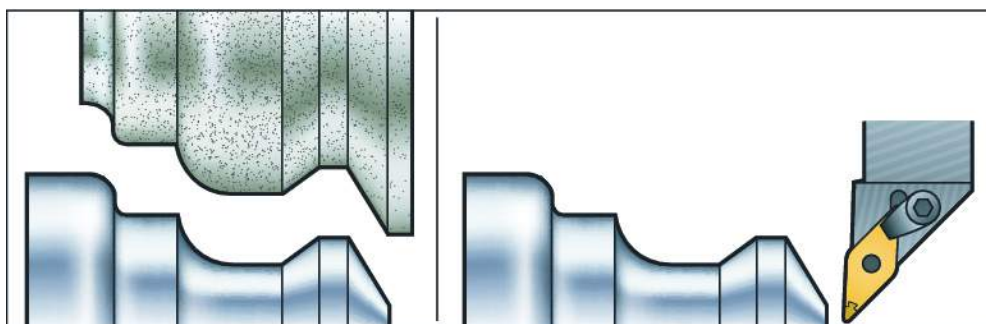
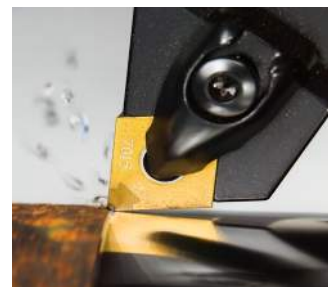
Рекомендации по режимам резания смотрите в "Основном каталоге".

Н Твердое точение

Эффективная альтернатива абразивной обработке

Твердым точением называется обработка сталей твердостью, лежащей в пределах 45-68 HRC. Данная операция является эффективной альтернативой шлифованию по уровню затрат (ниже на 70%) и характеризуется гибкостью, небольшим вспомогательным и подготовительным временами и высоким качеством обработки.

- Технологический процесс подобен обычному точению.
- Гибкое использование оборудования, одни и те же станки для внутренней и для наружной обработки.
- Увеличенная производительность.
- Меньшие затраты на обработку.
- Обработка сложных поверхностей за один установ.
- Процесс более благоприятен к окружающей среде – нет применения СОЖ, нет отходов после шлифования.



Возможна также профильная обработка, но она потребовала бы трудоемкой правки шлифовальных кругов.

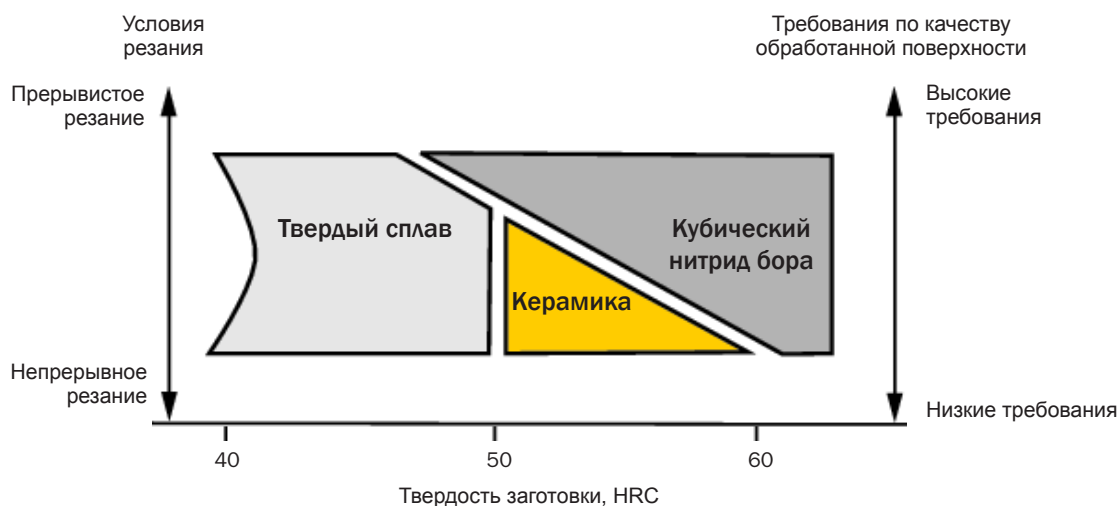


Типовые детали

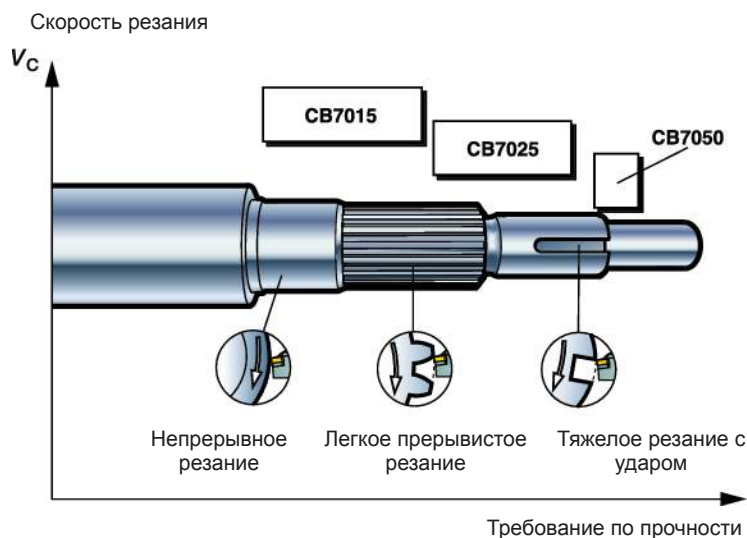
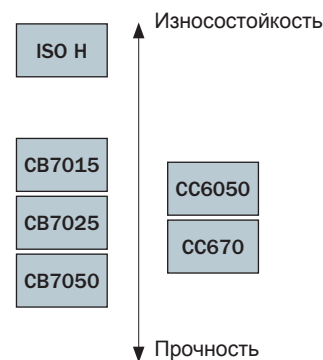
Твердое точение достаточно распространенный метод обработки, особенно в автомобильной промышленности. Типичные детали, обрабатываемые твердым точением: корпус коробки передач, тормозные диски, зубчатые колеса, шестерни рулевого управления, клапаны, блоки двигателей, поршни и диски сцепления.

Инструментальные материалы

- Твердый сплав не рекомендуется для обработки материалов твердостью выше 50 HRC.
- Керамика применима для обработки деталей твердостью 50-60 HRC и при отсутствии высоких требований к качеству обработанной поверхности:
 - CC670: от черновой до получистовой обработки, допускается прерывистое резание.
 - CC6050: получистовая обработка, непрерывное резание.



- Пластины со вставками из кубического нитрида бора (CBN), как известно, наилучший инструментальный материал для твердого точения. Единственное существующее ограничение связано с твердостью обрабатываемой стали, она не должна быть ниже 48 HRC. Современные многогранные пластины могут иметь до 8 режущих вершин, закрепленных по технологии Safe-Lock на пластине без задних углов. Рекомендации по выбору:
 - CB7015: Для непрерывного резания, допускаются легкие удары.
 - CB7025: Для прерывистого резания – легкие и тяжелые удары.
 - CB7050: Для обработки в нестабильных условиях с тяжелым ударом.

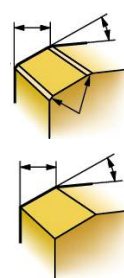


CB = Кубический нитрид бора
CC = Керамика

Микрогеометрия передней поверхности

Пластины из кубического нитрида бора имеют два типа передней поверхности:

- **Тип S:** Наиболее прочная режущая кромка. Высокая стойкость к выкрашиванию. Стабильно высокое качество поверхности.
- **Тип T:** Самое высокое качество обработанной поверхности при непрерывной обработке. Минимальное образование заусенцев при прерывистой обработке. Низкие силы резания.



- Тип S
Фаска с притуплением
- Тип T
Фаска без притупления

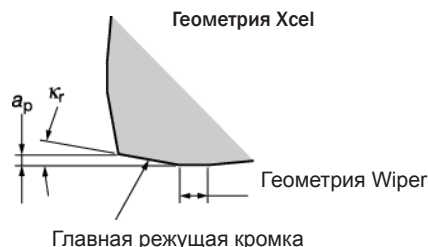
Форма вершины пластины

В стабильных условиях обработки всегда используйте пластины Wiper для достижения высокой производительности:

- Геометрия WG предназначена для полустойковой обработки
- Геометрия WH оптимизирована для финишной обработки.

Геометрия Xcel для финишной обработки:

Когда условия резания недостаточно стабильны (нежесткая заготовка), лучше использовать пластину стандартной формы.



Ключевые факторы при твердом точении

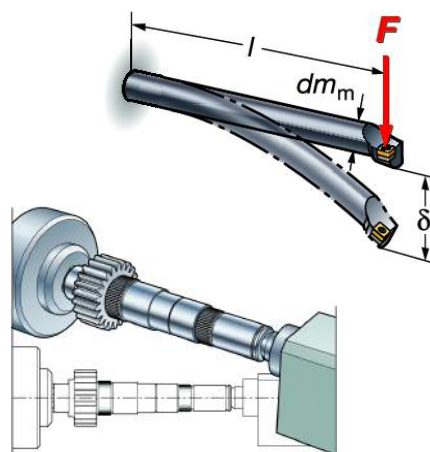
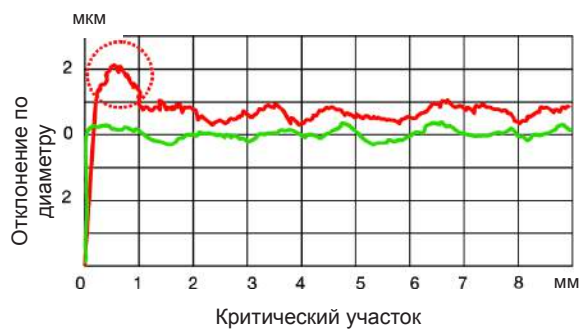
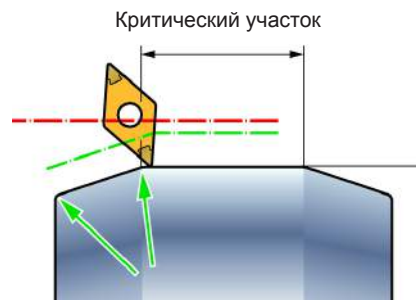
Отдельно от общих рекомендаций для обычной токарной обработки следует выделить специфические особенности твердого точения.

Подготовка заготовок в незакаленном состоянии

- Удалите заусенцы
- Обеспечьте максимальную точность заготовки
- Обрабатывайте фаски и галтели до термообработки
- Обеспечьте плавный вход и выход инструмента при резании
- Запрограммируйте радиусную траекторию входа и выхода инструмента из резания.

Установка заготовки

- Стабильные условия обработки, закрепление и базирование заготовки имеют определяющее значение.
- Общие рекомендации: закрепление заготовки с вылетом $2xD$ допустимо с одной стороны, заготовки с вылетом более $2xD$ необходимо дополнительно закреплять, например, поджимать задним центром.
- Помните, несимметричное тепловое воздействие на шпиндель и задний центр может внести дополнительную погрешность обработки.
- Применяйте оснастку Coromant Capto.
- Используйте систему крепления CoroTurn RC для стабильных условий обработки, а систему крепления CoroTurn 107 для точения нежестких заготовок и растачивания.
- Для максимальной жесткости системы СПИД обеспечьте минимальные вылеты инструмента и заготовки.
- Для растачивания лучше использовать твердосплавные оправки и антивибрационные оправки Silent Tools.



Стружкообразование

Эффективное удаление стружки предотвращает царапание обработанной поверхности и ее скопление внутри расточенного отверстия.

На направление схода стружки влияют следующие факторы. Положение инструмента (поворот на 180°), режимы резания, траектория обработки, радиус при вершине пластины и подача сжатого воздуха.

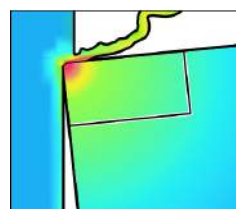


Установка инструмента с поворотом на 180°

Применение СОЖ не рекомендуется

Твердое точение (НРТ) без применения СОЖ – идеальная ситуация. Пластины, как из кубического нитрида бора (CBN), так и из керамики, хорошо выдерживают высокие температуры, что избавляет от затрат на обслуживание системы подачи СОЖ.

Существуют некоторые операции, требующие применения СОЖ, например, когда необходимо поддерживать стабильность температуры заготовки. В таких случаях необходимо обеспечить непрерывный подвод СОЖ в течение всего процесса резания.



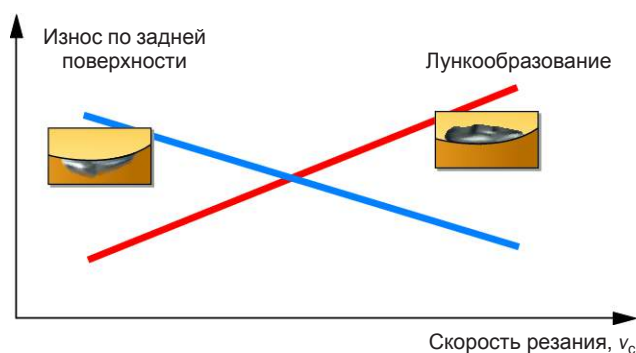
Режимы резания и механизм износа

Большое количество тепла, выделяемое в зоне резания, снижает силы резания, разупрочняя материал. Поэтому при работе на очень низкой скорости резания (при недостатке тепла) возможна поломка пластины.

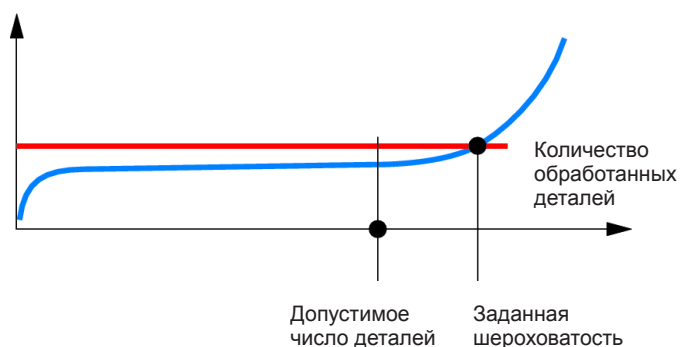
Лункообразование постепенно снижает прочность пластины, но на качество обработанной поверхности влияет лишь косвенно.

Износ по задней поверхности оказывает непосредственное влияние на точность обработки.

Влияние механизмов износа на стойкость



Шероховатость поверхности



Критерии для смены изношенной пластины

Ограничение по шероховатости получаемой поверхности – наиболее часто встречаемый критерий замены пластины. В процессе обработки происходит непрерывное измерение значения шероховатости.

По достижению шероховатости определенной величины, следует заменить пластину. Чтобы определить допустимое (ограничивающее) число деталей необходимо уменьшить число всех обработанных деталей на 10-20% отлаженного процесса обработки.

Однопроходная стратегия обработки

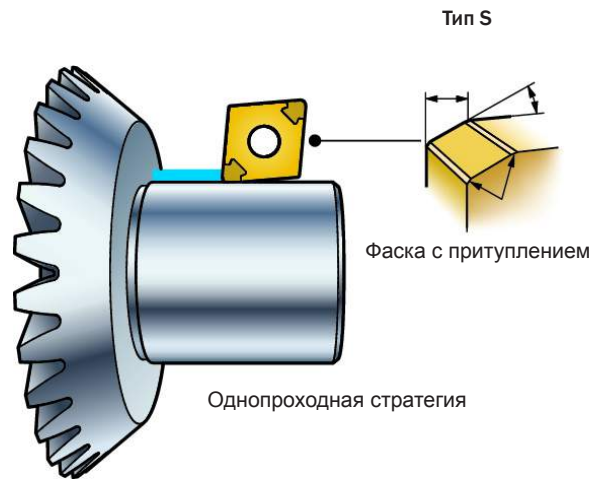
Однопроходная стратегия обработки допустима как для наружного точения, так и для растачивания. При этом очень важно точное и надежное закрепление заготовки, а вылет инструмента при растачивании не должен превышать значения одного диаметра оправки ($1 \times D$). Для предсказуемой обработки рекомендуем применять пластины с фаской и притупленными кромками – тип S и умеренные значения подачи и скорости резания.

Преимущества:

- Наименьшее время обработки
- Одна позиция в инструментальном магазине.

Недостатки:

- Сложности по достижению высокой точности
- Меньше стойкость пластины (по сравнению с двухпроходной стратегией)
- По мере развития износа теряется точность обработки.



Двухпроходная стратегия обработки

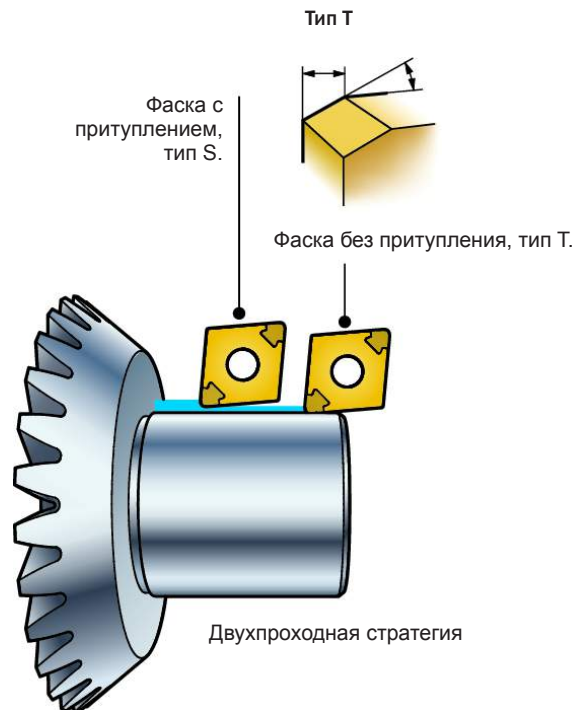
Двухпроходная стратегия позволяет получать стабильно высокое качество поверхности. Мы рекомендуем для чернового (первого) прохода применять пластину Wiper с радиусом при вершине 1.2 мм с геометрией типа S (притупленная фаска). Для окончательного (второго) прохода – пластину Wiper с геометрией типа T (фаска без притупления).

Преимущества:

- Оптимизированный инструмент для черновой и чистовой обработки
- Выше надежность и точность обработки, больше времени между сменами пластин.

Недостатки:



- Необходимость двух пластин
- Две позиции в инструментальном магазине
- Дополнительная смена инструмента.



Основные рекомендации по выбору сплавов и геометрий

Закаленная сталь.

Классификация материалов: H1.x.

Обрабатываемый материал		F Чистовая обработка		Тип пластины
		Геометрия пластины	Марка сплава	
H Закаленная сталь HRC 60	○	WH .NGA	CB7015 CB7015	Пластины без заднего угла 
	◐	WH .NGA	CB7015/7025 CB7015/7025	
	●	WH .NGA	CB7025 CB7025	
	○	WH .F	CB7015 CB7015	Пластины с задним углом 
	◐	.FWH .F	CB7015/7025 CB7015/7025	
	●	.FWH .F	CB7025 CB7025	

Условия обработки

○ Хорошие

◐ Нормальные

● Тяжелые

Более подробную информацию о сплавах и геометриях смотрите в разделах, с интересующим Вас инструментом.

Рекомендации по режимам резания смотрите в "Основном каталоге".

Наружное точение

Обзор технологических решений

Подрезка торца

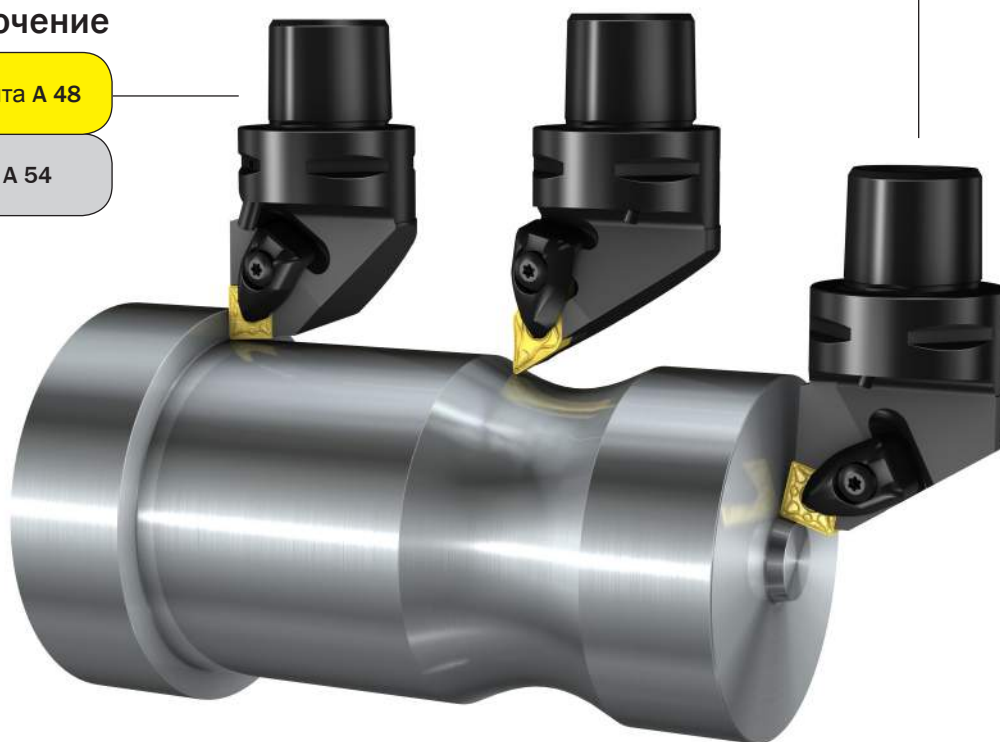
Выбор инструмента A 52

Рекомендации A 54

Продольное точение

Выбор инструмента A 48

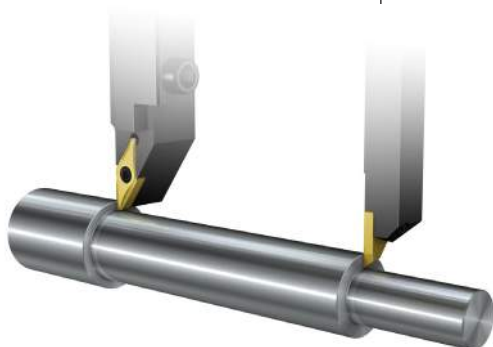
Рекомендации A 54



Мелкоразмерная обработка

Выбор инструмента A 84

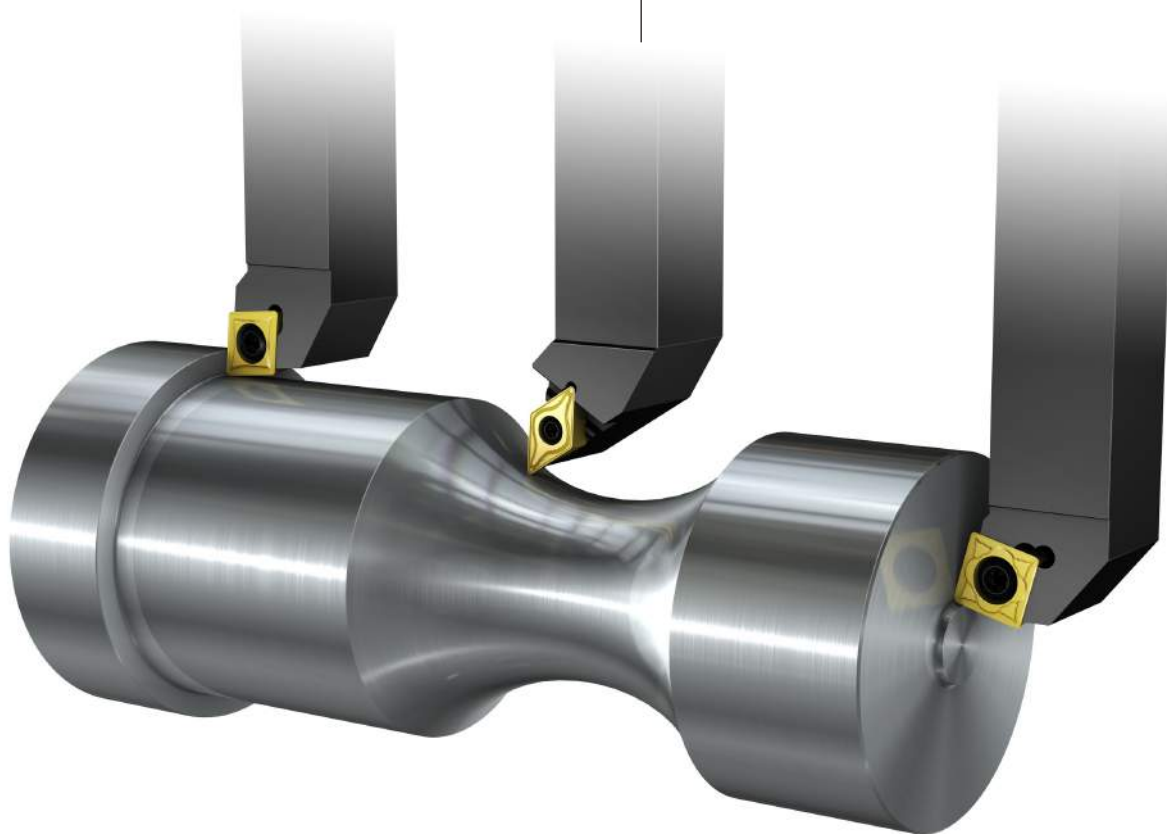
Рекомендации A 82



Профильное точение

Выбор инструмента A 50

Рекомендации A 54



Точение фрезерованием

Выбор инструмента D 80

Рекомендации D 82



Общее точение

Решение проблем A 89

Наружное продольное точение

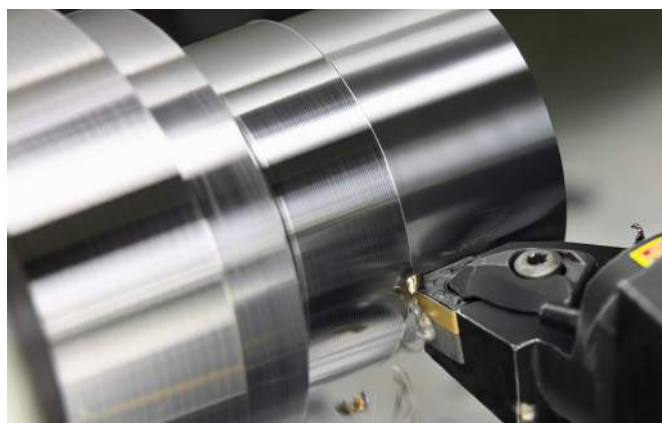
Первоначально необходимо выбрать систему крепления пластины в державке. На этот выбор влияет как стадия обработки, так и размер заготовки. Черновая обработка крупногабаритной заготовки предъявляет совершенно иные требования к инструменту по сравнению с финишной обработкой небольшой детали.

Надежно закрепленные заготовки большого размера

При надежном закреплении заготовки в качестве инструмента первого выбора для продольного точения следует рассматривать систему крепления CoroTurn RC для всех стадий обработки: от черновой до чистовой.

Заготовки малого размера и ненадежно закрепленные

Система крепления CoroTurn 107 является первым выбором для получистовой и чистовой обработки, а также при недостаточной жесткости закрепления заготовки.



Мелкоразмерная обработка

Для мелкоразмерной обработки на автоматах продольного точения рекомендуется инструмент с быстросменным креплением QS типа CoroTurn 107 и CoroCut XS. Более подробная информация на стр. A82.

Выбор инструмента

Характеристики заготовки и надежность закрепления	Система инструмента	Пластина	
Черновое и чистовое точение Заготовки: - большие - жесткие Жесткое закрепление 	 CoroTurn® RC Coromant Capto® Державки прямоугольного сечения T-Max P – как альтернатива системе CoroTurn RC для более свободного схода стружки.	T-Max® P Пластины без задних углов 	 $a_p = 0.2-6.7 \text{ мм}$ $f_n = 0.05-1.3 \text{ мм/об}$
			$a_p = 0.25-15 \text{ мм}$ $f_n = 0.1-1.5 \text{ мм/об}$
Получистовое и чистовое точение Заготовки: - небольшие - длинные и тонкие - тонкостенные Нежесткое закрепление 	 CoroTurn® 107 Coromant Capto® Державки прямоугольного сечения	CoroTurn® 107 Пластины с задними углами 	 $a_p = 0.3-4 \text{ мм}$ $f_n = 0.05-0.50 \text{ мм/об}$
			$a_p = 0.06-4.8 \text{ мм}$ $f_n = 0.03-0.5 \text{ мм/об}$

Пластины Wiper необходимо использовать в державках с главным углом в плане 93°.

Пластины из керамики и кубического нитрида бора

Возможно закрепление пластин без задних углов из керамики и кубического нитрида бора, как с отверстием, так и без. Подробная информация на стр. A134.

Для закрепления пластин с задними углами предназначена система крепления CoroTurn 107.

CoroTurn® SL

Также возможно применение системы модульного инструмента со сменными режущими головками. Подробная информация на стр. A120.

Выбор формы пластины

Для обеспечения прочности режущей вершины по возможности выбирайте пластину с максимальным углом при вершине.

Выбор главного угла в плане

Главный угол в плане влияет на стружкообразование. При главном угле в плане 90° толщина стружки соответствует величине подачи f_n , а чем угол в плане меньше, тем более тонкая стружка образуется, что дает возможность повисить значение подачи f_n .

	Форма пластины	Пластины без задних углов	Пластины с задними углами
Оптимизация	Продольное точение 	93° 91° 60° 75° 45° 75° 	93° 91° 60° 75° 75°
Универсальность	Продольное точение/подрезка торца 	95° 95° 	95°
Многофункциональность	Продольное точение/подрезка торца/профильное точение 	93° 45° R 	93° 45° R

Инструменты показаны с соединением Coromant Capto, но они также доступны с хвостовиками прямоугольного сечения.

- Хорошая геометрическая проходимость и низкая склонность к вибрациям.
- Максимальная прочность пластины и тяжелые условия обработки.

Wiper Для инструмента возможно применение пластин Wiper.

Рекомендации:

Оптимизированное решение

- Державка с квадратной пластиной и главным углом в плане 75° .

Универсальное решение

- Державка с ромбической пластиной с углом при вершине 80° или треугольной пластиной и главным углом в плане 95° .

Многофункциональное применение

- Державка с ромбической пластиной с углом при вершине 55° и главным углом в плане 93° .

Наружное профильное точение

При профильной обработке инструмент испытывает значительные колебания сил резания и глубины резания, причиной чему является различие направлений и диаметров обработки. Инструмент для профильной обработки должен обладать хорошей геометрической проходимостью. Наилучшими с этой точки зрения являются ромбические пластины с углами при вершине 35° и 55°.

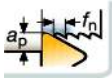


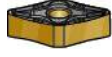



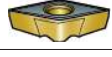
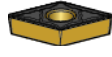
Надежно закрепленные заготовки большого размера

Для черновой, получистовой профильной обработки заготовок больших размеров, с надежным креплением, следует использовать систему крепления пластин CoroTurn RC.

Заготовки малого размера и ненадежно закрепленные

Для получистовой и чистовой обработки заготовок небольшого размера или нежестко закрепленных наилучшим выбором является инструмент системы CoroTurn TR.

Выбор инструмента

Характеристики заготовки и надежность закрепления	Система инструмента	Пластина	
Черновое и чистовое точение Заготовки: - большие - жесткие Жесткое крепление 	 CoroTurn® RC Coromant Capto® Державки прямоугольного сечения	T-Max® P Пластины без задних углов 	$a_p = 0.25-15 \text{ мм}$ $f_n = 0.1-1.5 \text{ мм/об}$
Получистовое и черновое точение Заготовки: - небольшие - длинные и тонкие - тонкостенные Нежесткое крепление 	 CoroTurn® TR Coromant Capto® Державки прямоугольного сечения, режущие головки SL  CoroTurn® 107 Coromant Capto® Державки прямоугольного сечения	CoroTurn® TR Пластины с задними углами  CoroTurn® 107 Пластины с задними углами 	$a_p = 0.15-5 \text{ мм}$ $f_n = 0.08-0.4 \text{ мм/об}$ $a_p = 0.06-4.8 \text{ мм}$ $f_n = 0.03-0.5 \text{ мм/об}$

Пластины из керамики и кубического нитрида бора

Возможно крепление негативных пластин из керамики и кубического нитрида бора, как с отверстием, так и без. Подробная информация на стр. A134.

Для закрепления пластин с задними углами предназначена система крепления CoroTurn 107.



Мелкогабаритная обработка

Для мелкогабаритной обработки на автоматах продольного точения рекомендуется инструмент с быстросменным креплением QS типа CoroTurn 107 и CoroCut XS.

Более подробная информация на стр. A82.

CoroTurn® SL

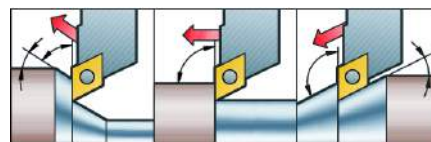
Также возможно применение системы модульного инструмента со сменными режущими головками. Подробная информация на стр. A120.

Выбор формы пластины

В процессе профильной обработки глубина резания, подача и скорость резания могут сильно изменяться.

Для обеспечения прочности режущей вершины по возможности выбирайте пластину с максимальным углом при вершине. В то же время выбранная пластина должна обеспечивать выполнение необходимых типов операций.

Наиболее часто применяемые пластины ромбической формы с углом при вершине 55° и 35°.

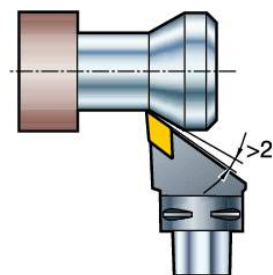


Выбор главного угла в плане

Главный угол в плане и радиус при вершине – параметры, обеспечивающие геометрическую проходимость инструмента. Наиболее подходящие значения углов определяются исходя из профиля обрабатываемой детали.

Между режущей пластиной и обрабатываемым профилем необходимо иметь безопасный угол не менее 2°.

Однако, для достижения удовлетворительных качества поверхности и стойкости инструмента, рекомендуется обеспечивать угол в 7°.



	Форма пластины	Пластины без задних углов	Пластины с задними углами
Отличная геометрическая проходимость Универсальность	Профильное точение 	117° 30' 107° 30' 93° 93° 	107° 30' 93° 93°
	Многофункциональность Универсальность	Профильное точение/ подрезка торца 	72° 30' 62° 30'

Инструменты показаны с соединением Coromant Capto, но они также доступны с хвостовиками прямоугольного сечения.

- Хорошая геометрическая проходимость и стабильные условия обработки.
- Максимальная прочность пластины и нестабильные условия обработки.

Рекомендации:

Оптимизированное решение

- Державка с ромбической пластиной с углом при вершине 55° и главным углом в плане 107° 30'.

Многофункциональное применение

- Державка с ромбической пластиной с углом при вершине 55° и главным углом в плане 93°.

Подрезка торца

При подрезке торца перемещение инструмента происходит в радиальном направлении к центру детали.

Надежно закрепленные заготовки большого размера

Для обработки торцевой поверхности заготовок больших размеров, с надежным креплением, на любой стадии обработки следует использовать систему крепления пластин CoroTurn RC.

Заготовки малого размера и ненадежно закрепленные

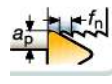
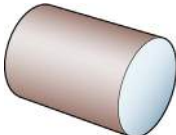





Для полустачевой и чистовой обработки заготовок небольшого размера или нежестко закрепленных наилучшим выбором является инструмент системы CoroTurn 107.



Мелкоразмерная обработка

Для мелкоразмерной обработки на автоматах продольного точения рекомендуется инструмент с быстросменным креплением QS типа CoroTurn 107. Более подробная информация на стр. A82.

Выбор инструмента

Характеристики заготовки и надежность закрепления	Система инструмента	Пластина	
<p>Черновое и чистовое точение</p> <p>Заготовки: - большие - жесткие</p> <p>Жесткое закрепление</p> 	 <p>CoroTurn® RC Coromant Capto® Державки прямоугольного сечения</p> <p>T-Max P – как альтернатива системе CoroTurn RC для более свободного схода стружки.</p>	<p>T-Max® P Пластины без задних углов</p> 	<p>Wiper</p> <p>$a_p = 0.2-6.7$ мм $f_n = 0.05-1.3$ мм/об</p> <hr/> <p>$a_p = 0.25-15$ мм $f_n = 0.1-1.5$ мм/об</p>
<p>Получистовое и чистовое точение</p> <p>Заготовки: - небольшие - длинные и тонкие - тонкостенные</p> <p>Нежесткое закрепление</p> 	 <p>CoroTurn® 107 Coromant Capto® Державки прямоугольного сечения</p>	<p>CoroTurn® 107 Пластины с задними углами</p> 	<p>Wiper</p> <p>$a_p = 0.3-4$ мм $f_n = 0.05-0.50$ мм/об</p> <hr/> <p>$a_p = 0.06-4.8$ мм $f_n = 0.03-0.5$ мм/об</p>

Н Пластины из керамики и кубического нитрида бора

Возможно крепление негативных пластин из керамики и кубического нитрида бора, как с отверстием, так и без. Подробная информация на стр. A134.

Для закрепления пластин с задними углами предназначена система крепления CoroTurn 107.

CoroTurn® SL

Также возможно применение системы модульного инструмента со сменными режущими головками.

Подробная информация на стр. A120.

Выбор формы пластины




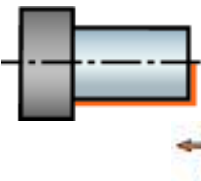


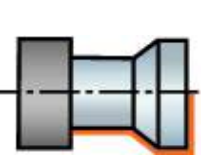

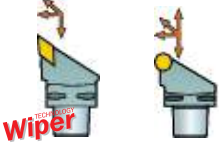
Форма пластины должна быть выбрана в соответствии с необходимым главным углом в плане, обеспечивать требуемую геометрическую проходимость и универсальность применения.

Для обеспечения высокой прочности пластины и экономичности обработки следует выбирать пластины с максимальным углом при вершине.

Выбор главного угла в плане

При подрезке торца радиальная составляющая силы резания достаточно высока, что может являться причиной отжима инструмента и появления вибраций.

Поэтому рекомендуется выбирать инструмент с главным углом в плане от 45° до 75°. Это позволит увеличить осевую составляющую силы резания для повышения стабильности обработки.

	Форма пластины	Пластины без задних углов	Пластины с задними углами
Оптимизация	Подрезка торца 	93° 91° 75° 75°  ○ ← → ●	91° 90° 75° 75°  ○ ← → ●
Универсальность	Подрезка торца/ продольное точение 	95° 95°  ○ ← → ●	95° 45°  ○ ← → ●
Многофункциональность	Подрезка торца/ продольное точение/ профильное точение 	93° 45° R  ○ ← → ●	93° R  ○ ← → ●

Инструменты CoroTurn RC и CoroTurn 107 показаны с соединением Coromant Capto, но они также доступны с хвостовиками прямоугольного сечения.

- Хорошая геометрическая проходимость и низкая склонность к вибрациям.
- Максимальная прочность пластины и нестабильные условия обработки.

 Для инструмента возможно применение пластин Wiper.

Рекомендации:

Оптимизированное решение

- Державка с квадратной пластиной и главным углом в плане 75°.

Универсальное решение

- Державка с ромбической пластиной с углом при вершине 80° или треугольной пластиной и главным углом в плане 95°.

Многофункциональное применение

- Державка с ромбической пластиной с углом при вершине 55° и главным углом в плане 93°.

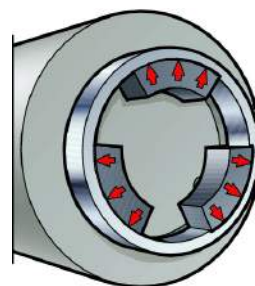
Практические рекомендации

Закрепление заготовок для достижения максимальной жесткости СПИД

Способность станка точно вращать заготовку является чрезвычайно важным фактором с точки зрения достижения высокой размерной точности. Этим объясняется столь пристальное внимание к жесткому закреплению заготовки.

Тонкостенные заготовки

Используйте для закрепления тонкостенных заготовок кулачки с широкими губками. В этом случае силы закрепления распределяются по большей площади.



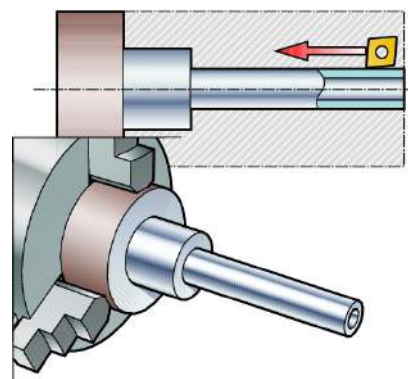
Кулачки с широкими губками для закрепления тонкостенных заготовок

Длинные и тонкие заготовки

Закрепление заготовок с одной стороны допускается при вылете не больше двух диаметров (2XD). Для крепления более длинных заготовок следует обеспечить дополнительную точку опоры, например, поджатие задним центром.

Соосность шпинделя и заднего центра является одним из условий, обеспечивающих максимальную жесткость всей системы и надежный контакт при поджатии центром. При соблюдении данного условия достигаются высокие результаты обработки.

Для предотвращения вибраций и конусности при обработке тел вращения выбирайте инструмент с большим главным углом в плане (~93°) и острогрозничные пластины (с PVD покрытием) с малым радиусом при вершине.

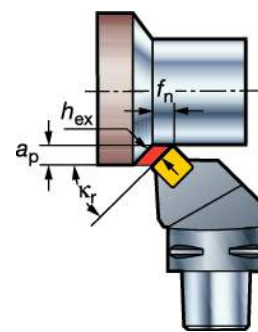


Точение с высокими подачами

Инструмент с маленьким главным углом в плане

Выбирая инструмент с меньшим главным углом в плане, можно назначать большую подачу (f_n мм/об). При маленьком главном угле в плане образуется стружка меньшей толщины и значение силы резания также меньше, при прочих равных условиях.

$$f_n = \frac{h_{ex}}{\sin \kappa_r}$$

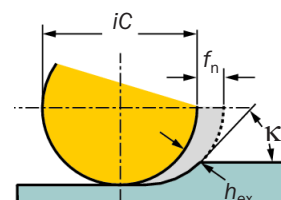


Круглые пластины

В таблице приведен эффективный главный угол в плане и изменение подачи в зависимости от соотношения глубины резания и диаметра пластины iC .

С уменьшением соотношения a_p/iC уменьшается эффективный главный угол в плане и увеличивается коэффициент подачи. Теоретически, круглая форма пластины обеспечивает наивысшую прочность пластины и производительность обработки.

$$h_{ex} = f_n \times \sqrt{\frac{4a_p}{iC} - \left(\frac{2a_p}{iC}\right)^2}$$



Соотношение глубины резания к диаметру пластины (a_p/iC)	Главный угол в плане (κ_r)	Коэффициент подачи
0.25	45°	1.41
0.20	39°	1.58
0.15	33°	1.83
0.10	26°	2.24

Пластины Wiper

Пластины Wiper – инновационные, высокопроизводительные пластины для полустиховой и чистовой обработки. Благодаря оптимизированной форме режущей кромки значение подачи при работе этими пластинами может быть увеличено вдвое при достижении той же шероховатости поверхности.

TECHNOLOGY
Wiper

Общее правило

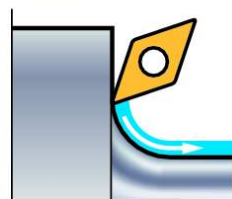
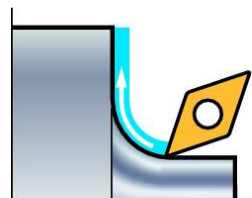
Подача в два раза выше = Шероховатость поверхности та же
Та же подача = Шероховатость поверхности в два раза ниже

Стружкообразование

Эффективная эвакуация стружки из зоны резания предотвращает царапание обработанной поверхности стружкой.

При обработке также необходимо удалять стружку, мешающую процессу резания.

Изменяя стратегию обработки, можно влиять на направление схода стружки, решая тем самым возникающие проблемы со стружкообразованием.



Переустановкой инструмента (поворотом на 180°) можно обеспечить свободный сход стружки от обрабатываемой поверхности заготовки.

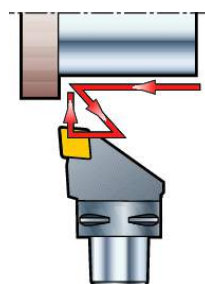


Траектория обработки

Обработка углов

Для обработки углов используйте инструмент с главным углом в плане 93 - 95°. При достижении угла резкое увеличение длины контакта пластины и заготовки может быть причиной плохого стружколомания.

Для исключения проблемы образования длинной стружки необходимо изменить траекторию и подрезать торец угла от периферии. Смотрите иллюстрацию.

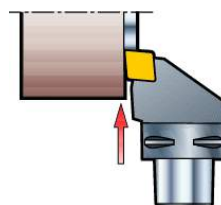


Подрезка торца

Подрезайте торец заготовки в направлении от периферии к оси вращения.

При подрезании торца от периферии к центру скорость резания будет уменьшаться и у центра заготовки достигнет нуля. При низкой скорости резания и высокой радиальной составляющей силы резания материал будет не срезаться, а сминаться, что придаст обработанной поверхности "рваный" вид.

При подрезке торца из-за нулевой скорости у центра на детали образуется бобышка. От нее можно избавиться, оптимизировав геометрию передней поверхности пластины и подачу.



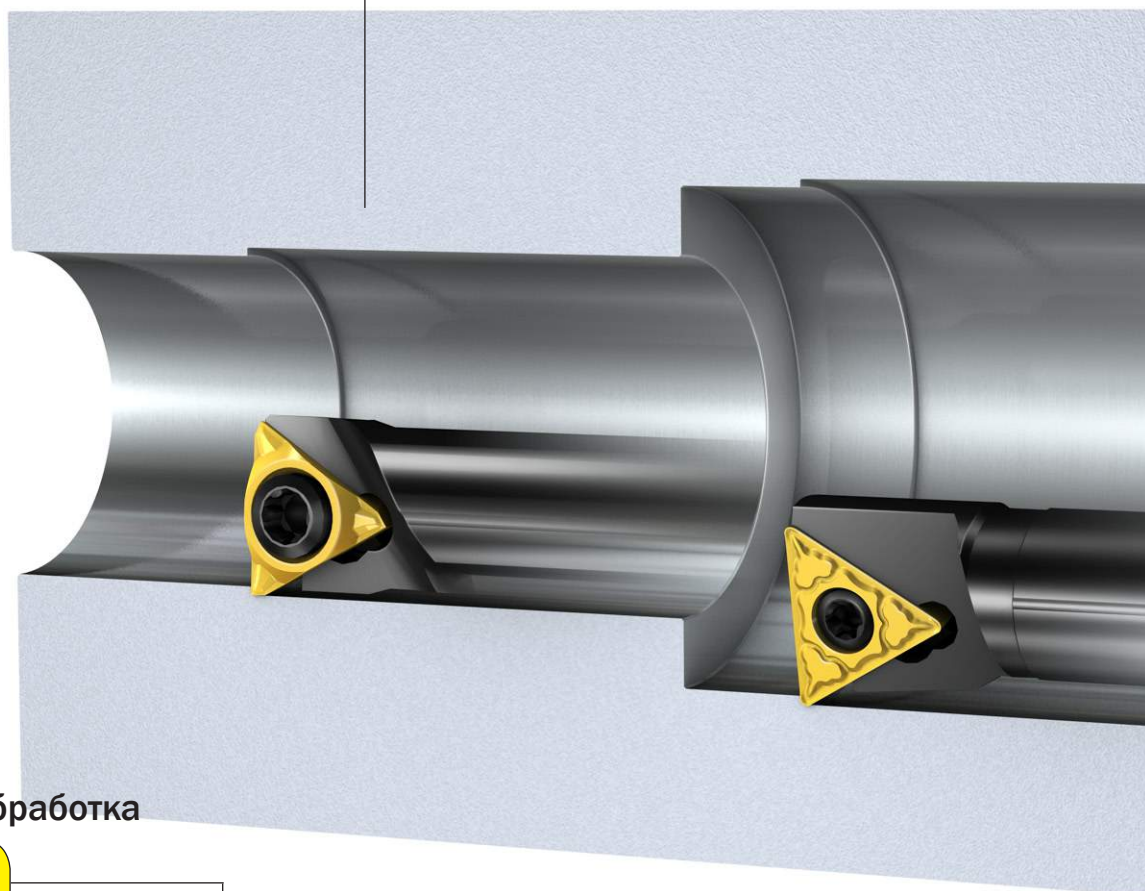
Внутреннее точение

Обзор технологических решений

Продольное точение

Выбор инструмента A 58

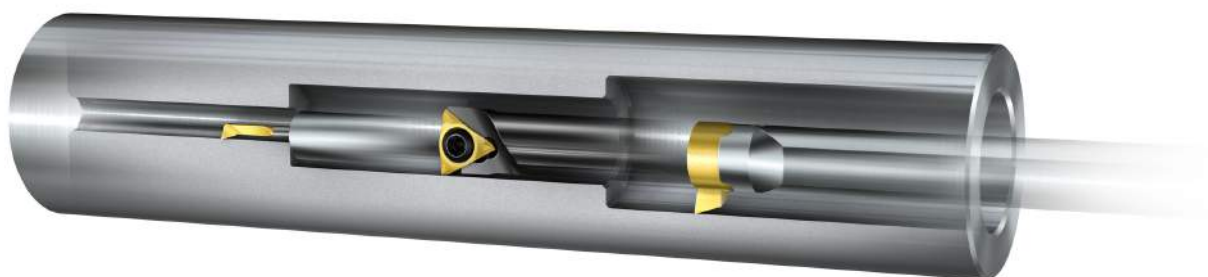
Рекомендации A 62



Мелкоразмерная обработка

Выбор инструмента A 84

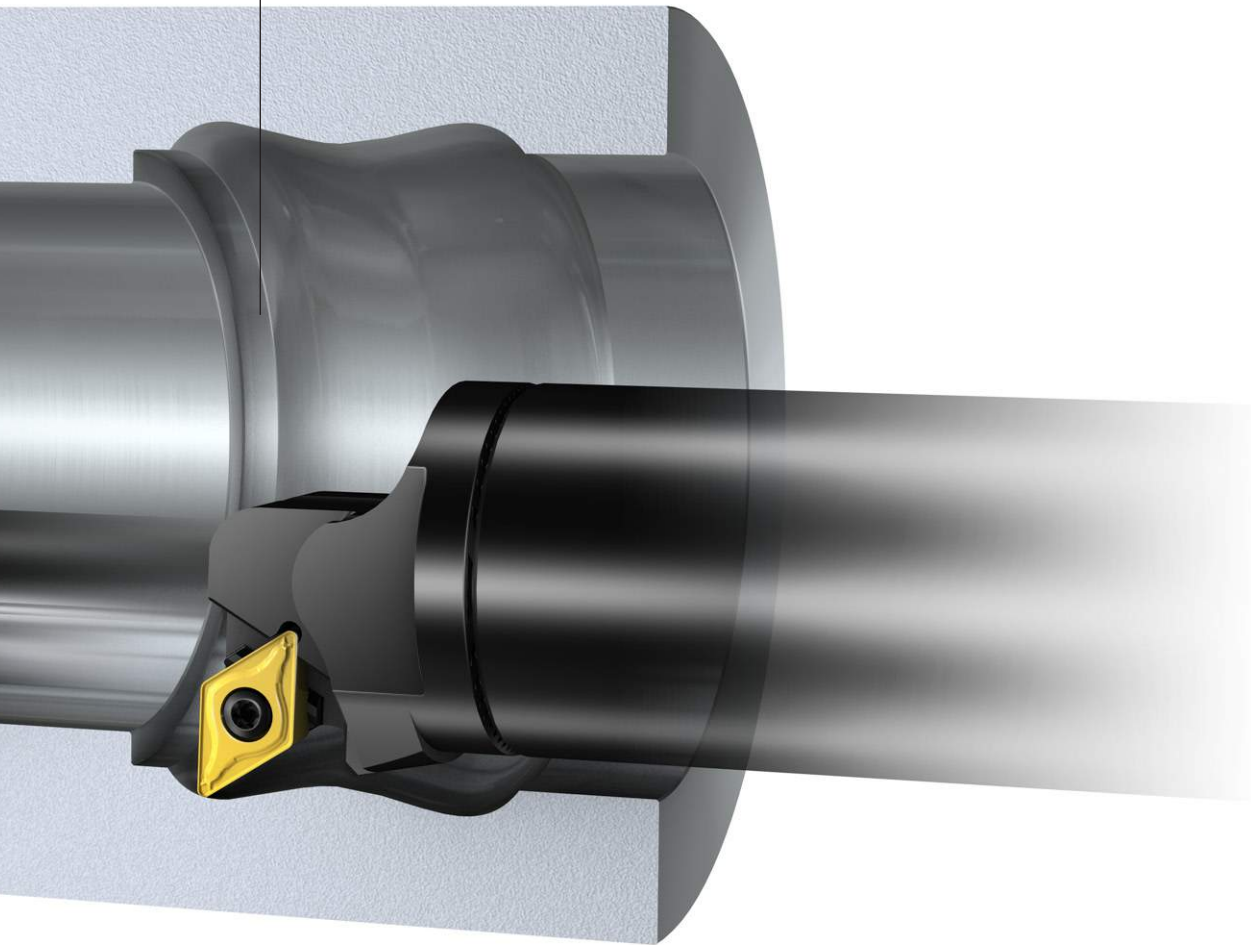
Рекомендации A 82



Профильное точение

Выбор инструмента A 60

Рекомендации A 62

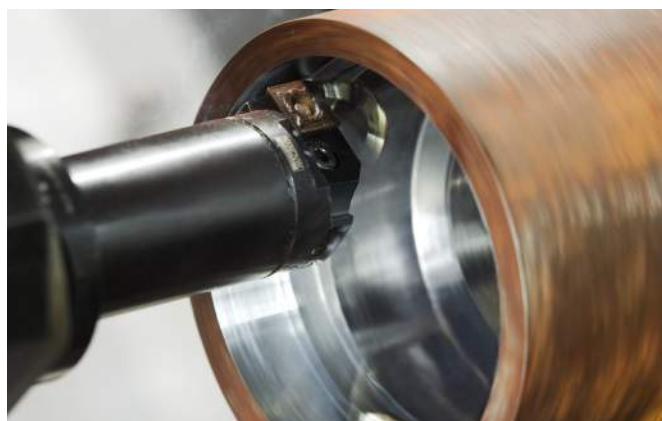


Общее точение

Решение проблем A 89

Внутреннее продольное точение

Выбор инструмента для растачивания ограничивается конфигурацией и размерами отверстия. Глубина отверстия определяет вылет инструмента. Общее правило – необходимо выбирать инструмент с наименьшим вылетом и по возможности большего диаметра. Правильный выбор инструмента, его соответствующее закрепление и использование уменьшают риск возникновения вибраций и нежелательных отклонений инструмента.

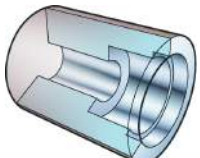







Мелкоразмерная обработка

Для мелкоразмерной обработки на автоматах продольного точения рекомендуется инструмент CoroTurn 107 и CoroTurn XS.

Более подробная информация на стр. A82.

Выбор инструмента

Характеристики заготовки и надежность закрепления	Система инструмента	Пластина	
<p>Черновая и получистовая обработка</p> <p>Заготовки: - отверстия большого диаметра - жесткие</p>  <p>Жесткое закрепление</p>	<p>T-Max® P, прижим рычагом за отверстие Coromant Capto® Расточные оправки Режущие головки SL</p> <p>CoroTurn® RC Coromant Capto® Расточные оправки Режущие головки SL</p> 	<p>T-Max® P Пластины без задних углов</p> 	$a_p = 0.25-15 \text{ мм}$ $f_n = 0.1-1.5 \text{ мм/об}$
<p>Легкая черновая и чистовая обработка</p> <p>Заготовки: - отверстия малого диаметра - длинные и тонкие - тонкостенные</p>  <p>Нежесткое закрепление</p>	<p>CoroTurn® 107 Coromant Capto® Расточные оправки Режущие головки SL</p> <p>CoroTurn® 111 Расточные оправки Режущие головки SL</p> 	<p>CoroTurn® 107/111 Пластины с задними углами</p> 	$a_p = 0.06-4.8 \text{ мм}$ $f_n = 0.03-0.5 \text{ мм/об}$

T-Max® P прижим рычагом за отверстие
Обеспечение хорошего отвода стружки.
Первый выбор для внутренней обработки отверстий большого диаметра.

CoroTurn® RC
Внутреннее точение отверстий большого диаметра.

CoroTurn® 107
Первый выбор для обработки отверстий малого и среднего диаметра.

CoroTurn® 111
Альтернатива системе CoroTurn 107 с еще большим значением заднего угла.

CoroTurn® SL
Модульная система инструмента, включающая сменные режущие головки, расточные оправки и адаптеры.

Подробная информация на стр. A120.

Выбор формы пластины

Для выполнения операций внутренней обработки рекомендуется использовать пластины с задним углом, так как они обеспечивают меньшие силы резания по сравнению с пластинами без задних углов. Также снижению сил резания способствуют небольшой угол и радиус при вершине пластины.

Выбор главного угла в плане

Главный угол в плане расточного инструмента влияет на направление и величину осевой и радиальной составляющих силы резания и на результирующее отклонение от этих сил. Большой главный угол в плане вызывает значительную осевую силу, а результатом выбора маленького угла является увеличение силы, действующей в радиальном направлении. Поэтому для внутреннего точения рекомендуется выбирать инструмент с главным углом в плане близким к 90° и не меньше чем 75°.

	Форма пластины	Пластины без задних углов	Пластины с задними углами
Оптимизация	<p>Продольное точение</p>	<p>91° 75°</p> <p>Wiper</p>	<p>91° 75°</p> <p>Wiper</p>
Универсальность	<p>Продольное точение/ подрезка торца</p>	<p>95° 95°</p> <p>Wiper</p>	<p>95° 95°</p> <p>Wiper</p>
Многофункциональность	<p>Продольное точение/ подрезка торца/ профильное точение</p>	<p>93° 93°</p> <p>Wiper</p>	<p>93° 93°</p> <p>Wiper</p>

Державки показаны с хвостовиками круглого сечения, но они также доступны с хвостовиками Coromant Capto. Аналогичный инструмент может быть собран на основе модульной системы CoroTurn SL, включающей сменные режущие головки, оправки с соединением Coromant Capto и антивибрационные оправки Silent Tools.

- Хорошая геометрическая проходимость и стабильные условия обработки.
- Максимальная прочность пластины и нестабильные условия обработки.

Инструмент допускает использование пластин Wiper.

Рекомендации:

Оптимизированное решение

- Державка с квадратной пластиной и главным углом в плане 75°.

Универсальное решение

- Державка с ромбической пластиной с углом при вершине 80° или треугольной пластиной и главным углом в плане 95°.

Многофункциональное применение

- Державка с ромбической пластиной с углом при вершине 55° и главным углом в плане 93°.

Внутреннее профильное точение

При внутренней профильной обработке инструмент воспринимает как радиальную, так и тангенциальную нагрузку. Радиальная сила стремится отклонить инструмент от заготовки, а тангенциальная сила – сместить инструмент ниже линии центров. При растачивании отверстий малого диаметра важно наличие достаточного заднего угла на пластине во избежание контакта между пластиной и стенкой отверстия.


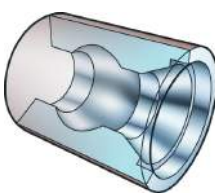

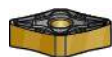
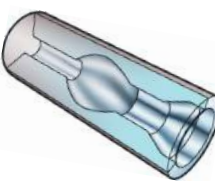

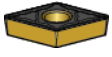


Мелкоразмерная обработка

Для мелкоразмерной обработки на автоматах продольного точения рекомендуется инструмент CoroTurn 107 и CoroTurn XS.

Более подробная информация на стр. А82.

Выбор инструмента

Характеристики заготовки и надежность закрепления	Система инструмента	Пластина	
<p>Черновое и получистовое точение</p> <p>Заготовки: - отверстия большого диаметра - жесткие</p>  <p>Жесткое закрепление</p>	<p>T-Max® P, прижим рычагом за отверстие Coromant Capto® Расточные оправки Режущие головки SL</p> <p>CoroTurn® RC Coromant Capto® Расточные оправки Режущие головки SL</p> 	<p>T-Max® P Пластины без задних углов</p> 	<p>$a_p = 0.25-15 \text{ мм}$ $f_n = 0.1-1.5 \text{ мм/об}$</p>
<p>Легкое черновое и чистовое точение</p> <p>Заготовки: - отверстия малого диаметра - длинные и тонкие - тонкостенные</p>  <p>Нежесткое закрепление</p>	<p>CoroTurn® TR Режущие головки SL</p> <p>CoroTurn® 107 Coromant Capto® Расточные оправки Режущие головки SL</p> <p>CoroTurn® 111 Расточные оправки Режущие головки SL</p> 	<p>CoroTurn® TR Пластины с задними углами</p> <p>CoroTurn® 107/111 Пластины с задними углами</p> 	<p>$a_p = 0.06-4.8 \text{ мм}$ $f_n = 0.03-0.5 \text{ мм/об}$</p>

T-Max® P, прижим рычагом за отверстие
Обеспечение хорошей эвакуации стружки.
Первый выбор для внутренней обработки отверстий большого диаметра.

CoroTurn® RC, внутреннее точение отверстий большого диаметра.

CoroTurn® 107, первый выбор для обработки отверстий малого и среднего диаметра.

CoroTurn® TR, первый выбор при использовании модульной системы SL.

CoroTurn® 111 альтернатива системе CoroTurn 107 с еще большим задним углом.

CoroTurn® SL, модульная система инструмента, включающая сменные режущие головки, расточные оправки и адаптеры. Подробная информация на стр. А120.

Выбор формы пластины

В процессе профильной обработки глубина резания, подача и скорость резания могут сильно изменяться.

Для обеспечения прочности режущей вершины по возможности выбирайте пластину с максимальным углом при вершине, но в то же время способную выполнить необходимые типы операций.

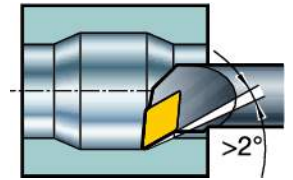
Наиболее часто применяются пластины ромбической формы с углом при вершине 55° и 35°.

Выбор главного угла в плане

Главный угол в плане и радиус при вершине – параметры, обеспечивающие геометрическую проходимость инструмента. Наиболее подходящие значения углов определяются исходя из профиля обрабатываемой детали.

Между режущей пластиной и обрабатываемым профилем необходимо иметь безопасный угол не менее 2°.

Однако, для достижения удовлетворительных качества поверхности и стойкости инструмента, рекомендуется обеспечивать угол в 7°.



	Форма пластины	Пластины без задних углов	Пластины с задними углами
Оптимизация	Профильное точение 	107° 30' 	117° 30' 107° 30'
		62° 30' 	62° 30'
Универсальность	Профильное точение/ подрезка торца 	93° 93° 	93° 93°
		93° 	93°
Многофункциональность	Профильное точение/ подрезка торца 	93° 	93°

Державки показаны с хвостовиками круглого сечения, но они также доступны с хвостовиками Coromant Capto. Аналогичный инструмент может быть собран на основе модульной системы CoroTurn SL, включающей сменные режущие головки, оправки с соединением Coromant Capto и антивибрационные оправки Silent Tools.

- Хорошая геометрическая проходимость и стабильные условия обработки.
- Максимальная прочность пластины и нестабильные условия обработки.

Инструмент допускает использование пластин Wiper.

Рекомендации:

Оптимизированное решение

- Державка с ромбической пластиной с углом при вершине 55° и главным углом в плане 107°30'. Для обработки выборки рекомендуются державки с главным углом в плане 117°30'.

Профильное точение во всех направлениях

- Державка с ромбической пластиной с углом при вершине 55° и главным углом в плане 62°30'.

Профильное точение/подрезка торца/ обратное растачивание

- Державка с ромбической пластиной с углом при вершине 55° и главным углом в плане 93°.

Практические рекомендации

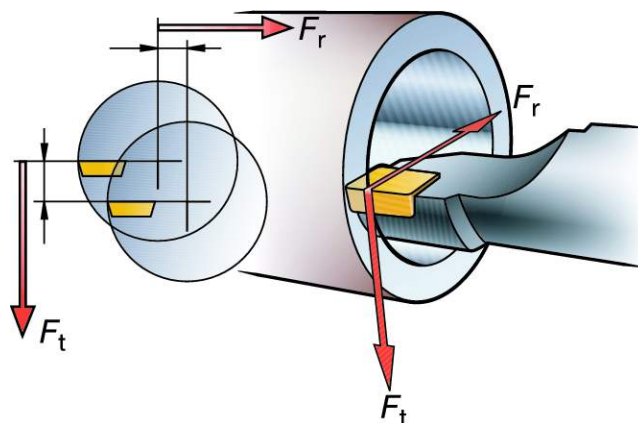
Внутреннее точение

Операции растачивания требуют самого тщательного подхода и детальной проработки из-за множества ограничений по размерам и конфигурации обрабатываемых отверстий.

Силы резания при растачивании

В процессе обработки тангенциальные и радиальные силы резания стараются "отжать" инструмент от заготовки. Тангенциальная составляющая силы отклоняет инструмент ниже оси центров, уменьшая значение заднего угла.

А любое радиальное отклонение означает уменьшение глубины резания и толщины стружки, что в итоге может привести к появлению вибраций.



Отжим инструмента

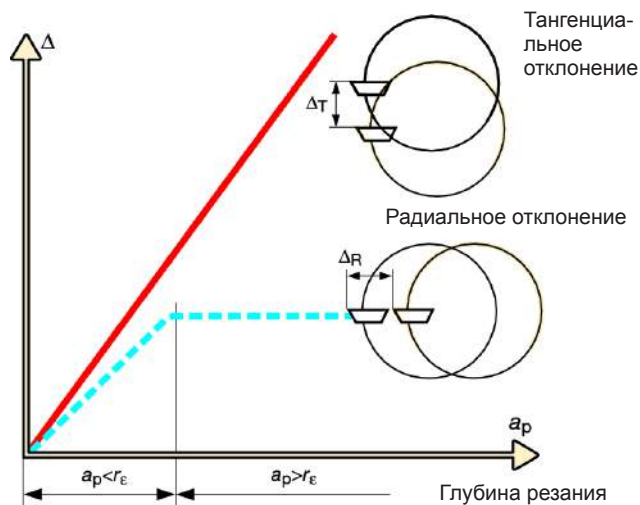
На величину силы резания, как на радиальную, так и на тангенциальную составляющие, влияют главный угол в плане, глубина резания a_p , и радиус r_ϵ при вершине пластины.

Радиальное отклонение инструмента изменяет диаметр полученного отверстия в меньшую сторону, а тангенциальное отклонение отгибает оправку вниз – ниже оси центров.

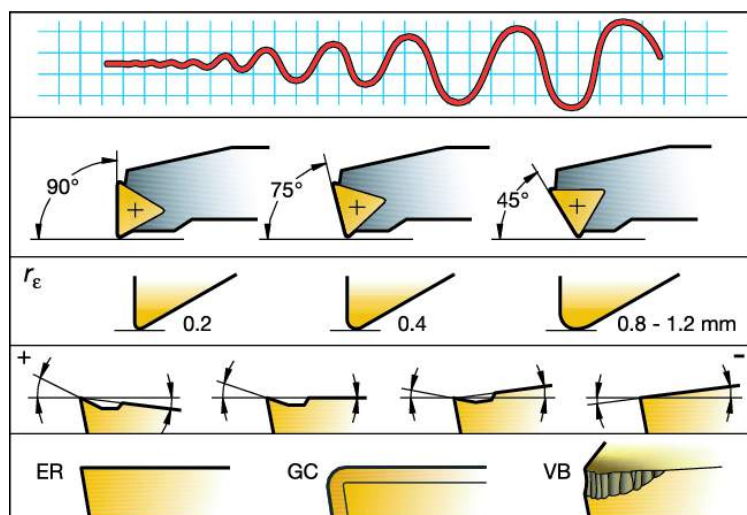
Три основополагающих фактора при растачивании:

1. Геометрические параметры инструмента
2. Эвакуация стружки из зоны резания
3. Необходимые требования к инструменту

Отжим



1. Геометрические параметры инструмента



Склонность к вибрациям

Главный угол в плане

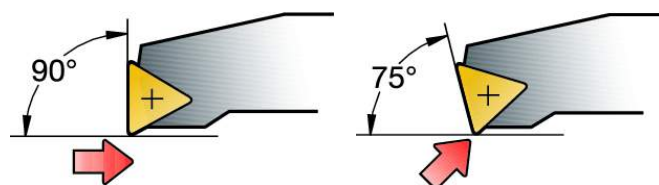
Угол и радиус при вершине

Геометрия передней поверхности

Состояние режущей кромки

Угол в плане

Главный угол в плане расточного инструмента определяет направление и величину осевой и радиальной составляющих силы резания. Для создания оптимальных условий резания рекомендуется выбирать инструмент с главным углом в плане как можно ближе к 90° и не менее 75°.



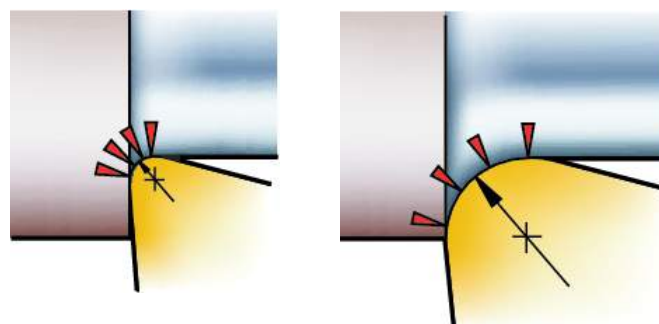
Направление отжимающих сил, действующих на инструмент

Угол и радиус при вершине

Угол и радиус при вершине – параметры, изменение которых может привести к снижению силы резания. В качестве первого выбора рекомендуется пластина с маленьким углом и радиусом при вершине.

Практическое правило: радиус при вершине должен быть немного меньше глубины резания.

Пластины Wiper не рекомендуется использовать для внутренней обработки при большом вылете инструмента.



Точение

B

Отрезка и обработка канавок

C

Нарезание резьбы

D

Фрезерование

E

Сверление

F

Рассточивание

G

Инструментальная оснастка

H

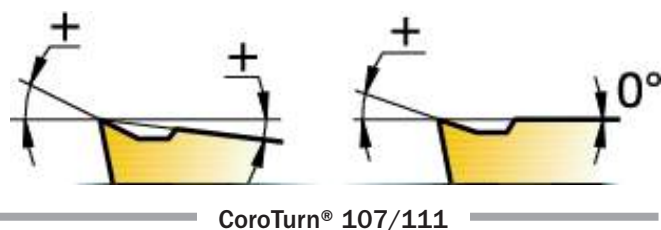
Материалы

I

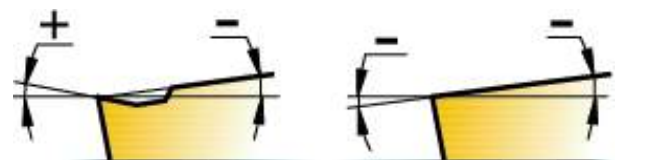
Информация/Указатель

Геометрия передней поверхности и состояние режущей кромки

Для внутренней обработки обычно рекомендуют применять пластины с задними углами, так как их работа сопровождается меньшими усилиями резания. Также предпочтительными являются пластины с тонким покрытием или без покрытия. Пластины, имеющие покрытие значительной толщины, вызывают большие силы резания, что может служить причиной возникновения вибраций.



CoroTurn® 107/111

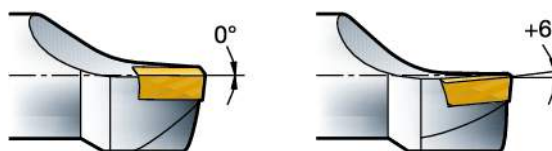


T-Max® P

CoroTurn® 107 и CoroTurn® 111

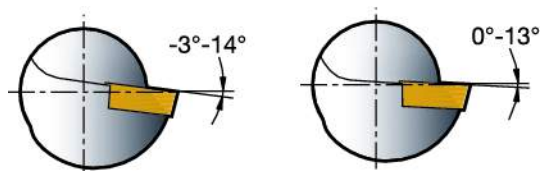
Система CoroTurn 111 обеспечивает больший передний угол и угол наклона режущей кромки по сравнению с системой CoroTurn 107. Поэтому работа инструмента CoroTurn 111 сопровождается меньшими усилиями резания и лучшим стружкодроблением, что особенно важно при точении низкоуглеродистых сталей или тонкостенных деталей. При использовании инструмента системы CoroTurn 111 достигается лучшее качество обработки и не происходит налипания стружки на обработанную поверхность.

Передний угол на главной режущей кромке γ



CoroTurn 107	0°
CoroTurn 111	+6°

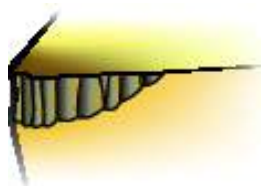
Угол наклона режущей кромки λ



CoroTurn 107	-3° – -14°
CoroTurn 111	0° – -13°

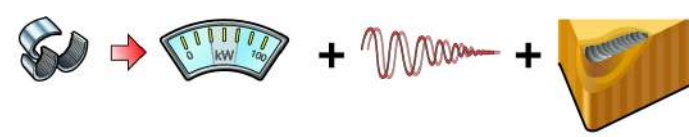
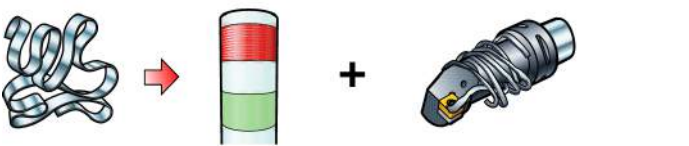
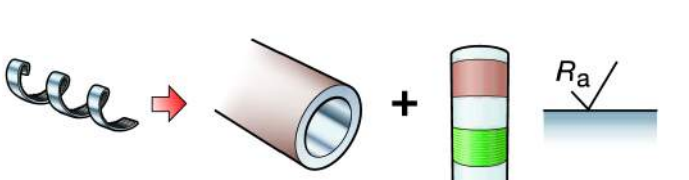
Износ пластины

Износ пластины (особенно по задней поверхности) изменяет значение заднего угла, увеличивая контакт пластины и заготовки, что может приводить к возникновению вибраций.



2. Эвакуация стружки из зоны резания

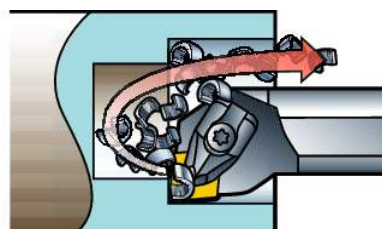
Эвакуация стружки из зоны резания при внутренней обработке имеет огромное значение для производительной и стабильной обработки.

<p>Затрудненное стружколомание, образование короткой стружки – источник повреждения обработанной поверхности. Также это может стать причиной лункообразования и вызвать вибрации.</p>	
<p>С эвакуацией длинной стружки также могут возникнуть определенные трудности.</p>	
<p>При растачивании рекомендуется добиваться образования короткой спиралевидной стружки. Ее легко эвакуировать и она не создает высоких напряжений на режущей кромке во время стружколомания.</p>	

В процессе резания центробежные силы воздействуют на стружку, оттесняя ее к стенкам отверстия, удерживая ее тем самым внутри обработанного отверстия.

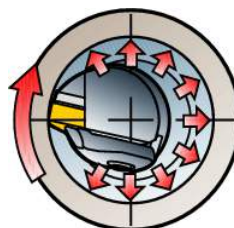


Во время обработки существует вероятность замятия стружки инструментом. При этом стружкой может быть повреждена как обработанная поверхность, так и сам инструмент.



Методы улучшения условий эвакуации стружки

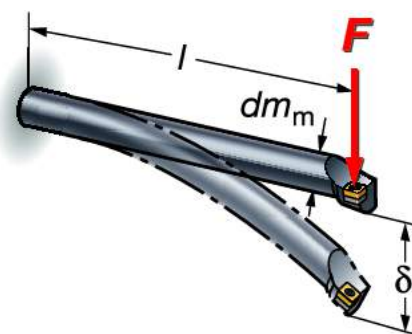
- Внутренний подвод СОЖ способствует лучшей эвакуации стружки из зоны резания.
- Вместо СОЖ можно применять сжатый воздух, подаваемый в зону обработки.
- Поворот инструмента на 180° предотвращает повреждение режущей кромки стружкой.
- Снижение скорости резания.
- Применение сменных режущих головок меньшего размера для увеличения пространства для выхода стружки.



3. Требования к инструменту

Стабильность операций внутренней обработки сильно зависит от величины соотношения вылета инструмента к диаметру оправки. Во всех случаях необходимо применять инструмент с минимальным вылетом и оправку максимального диаметра.




Необходимость обеспечения минимального вылета проиллюстрирована схемой. В данном примере вычисляется отжим стальной оправки под нагрузкой 1600Н при различных вылетах.

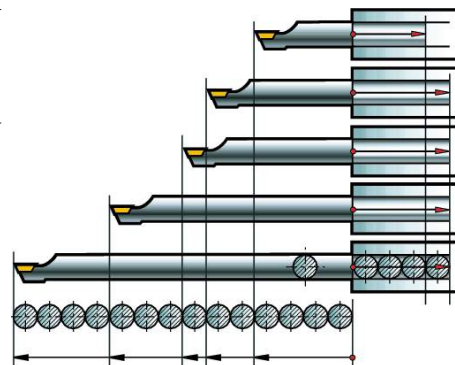


Диаметр оправки = 32 мм	$l = 12 \times dm_m$	$l = 10 \times dm_m$	$l = 4 \times dm_m$
	384 мм	320 мм	128 мм
Отжим δ , мм	2.7	1.6	1

Материал оправки

Тип оправки выбирается в зависимости от соотношения вылета инструмента к диаметру оправки.

Тип оправки	Вылет
Стальные расточные оправки:	До $4 \times dm_m$
Твердосплавные оправки:	До $6 \times dm_m$
Стальные antivибрационные оправки короткого исполнения:	До $7 \times dm_m$ 
Стальные antivибрационные оправки длинного исполнения:	До $10 \times dm_m$ 
Усиленные твердосплавные antivибрационные оправки:	До $14 \times dm_m$ 



Весь antivибрационный инструмент относится к серии Silent Tools.

Antivибрационный инструмент является наиболее высокопроизводительным из-за своих виброгасящих свойств. Их использование позволяет повысить качество обработанной поверхности, точность обработки, даже при работе с большим вылетом оправкой малого диаметра.

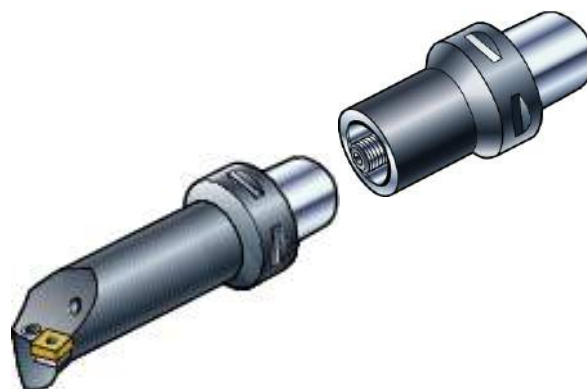
Silent Tools*



Длина и диаметр инструмента

Для увеличения скорости съема материала и производительности без возникновения вибраций необходимо повысить статическую жесткость наладки.

При выборе инструмента для обработки отверстия необходимо использовать оправку с наименьшим вылетом и наибольшего размера. Если есть возможность увеличить диаметр оправки, то всегда очень важно пользоваться этим.



Модульный инструмент

Если существует необходимость увеличить длину расточной оправки Coromant Capto, то для этого существует широкий выбор переходных адаптеров.

В конструкции специального инструмента следует сочетать оптимальную форму с максимальной жесткостью оправки для достижения высокой производительности.

Адаптер для режущей головки меньшего размера

Используя сменную режущую головку меньшего размера можно уменьшить кинетическую энергию возможных вибраций. Также существует возможность увеличить вылет инструмента, используя как твердосплавную, так и антивибрационную оправки.

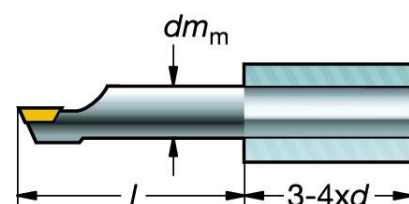
Выбор головки меньшего размера позволит увеличить пространство для более свободного схода стружки.



Крепление расточной оправки

На величину отжима оправки влияют: материал и диаметр оправки, вылет, величины радиальной и тангенциальной сил резания, а также способ закрепления оправки на станке.

Рекомендуемая длина хвостовика оправки для закрепления на станке составляет 3–4 диаметра оправки dm_m .

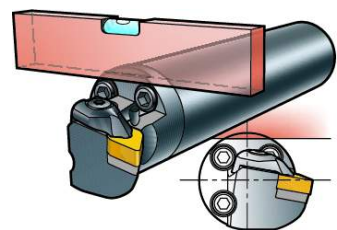


Установка режущей кромки по высоте центров

Правильная установка инструмента по высоте центров очень важна для производительной обработки.

- Для оправок диаметром до 25 мм используйте втулки EasyFix.
- Для установки оправок диаметром больше 25 мм необходимо выверять положение режущей кромки относительно центра задней бабки, с использованием мерных плиток или спиртового уровня.

Спиртовой уровень



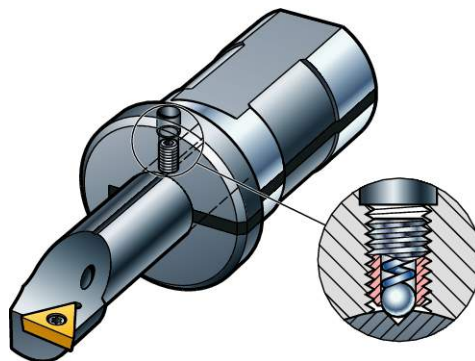
Максимальная надежность с системой крепления Coromant Capto®

Интегрированная система крепления Coromant Capto является наилучшим решением по закреплению инструмента на станке.



Втулки EasyFix для оправок с цилиндрическим хвостовиком

Втулки EasyFix имеют встроенный шариковый фиксатор, который защелкивается в соответствующем пазу на расточной оправке, что обеспечивает точность установки режущей кромки цилиндрической оправки по высоте центров станка.



Преимущества:

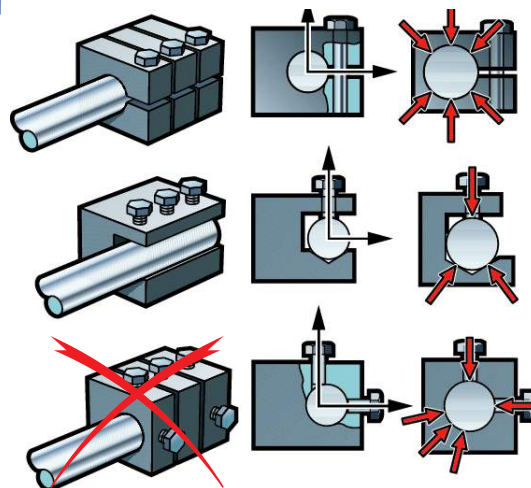
- Точное положение режущей кромки
- Более высокое качество поверхности
- Сокращение времени настройки
- Снижение износа пластин.

Традиционное крепление расточных оправок

Для получения хороших результатов при расточке важно выдержать длину закрепления, точность, чистоту и твердость контактных поверхностей.

При креплении расточных оправок контакт по охватывающей поверхности всегда предпочтительнее прижима винтами, которые могут повредить поверхность оправки при зажиме.

Применение призматической V-образной опоры с креплением винтами в редких случаях допустимо, а закрепление в отверстие с винтами использовать не рекомендуется.

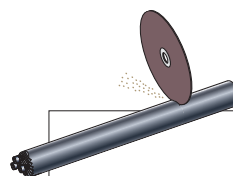


Оптимизация длины обычных расточных оправок и антивибрационных оправок Silent Tools

Наиболее простым методом модификации оправки является сокращение ее длины.

Так как внутри антивибрационной оправки Silent Tool находится встроенный демпфер, то величина, на которую можно укоротить оправку, ограничена. Подробная информация приведена в таблице.

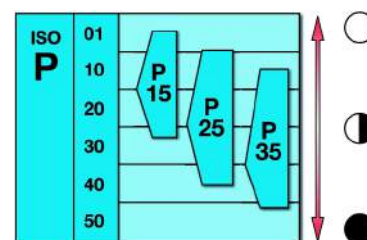
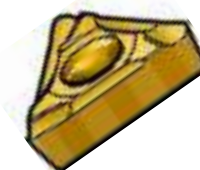
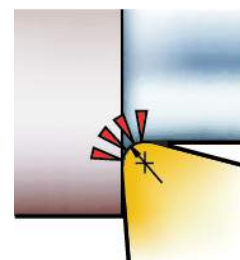
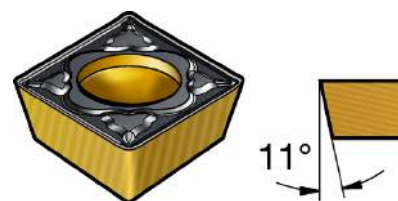
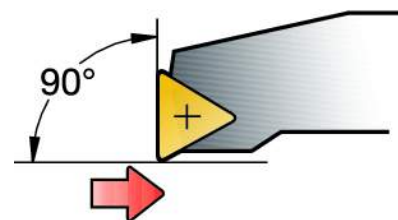
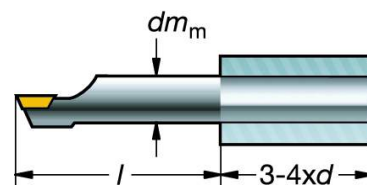
При укорачивании оправки необходимо учитывать, что минимальная длина для крепления оправки составляет 3 диаметра, dm_m .



Диаметр оправки, dm_m	Минимальная длина после укорачивания, мм	
	Серия 570-3С Короткая оправка	Длинная оправка
16	100	-
20	120	-
25	145	199
32	190	280
40	220	335
50	250	380
60	300	458

Практические советы по внутренней обработке

- По возможности выбирайте оправку максимального диаметра. При этом следите, чтобы между оправкой и отверстием было достаточно места для свободной эвакуации стружки.
- Убедитесь, что условия стружкоотвода соответствуют выбранным режимам обработки и типу образующейся стружки.
- Выбирайте инструмент с наименьшим вылетом, но с достаточной длиной для закрепления. Длина закрепления должна быть не меньше трех диаметров оправки.
- Выбирайте главный угол в плане близким к 90° (но не менее 75°), для того чтобы сила резания была направлена вдоль оси оправки.
- Предпочтение должно отдаваться позитивным пластинам с положительной геометрией для минимизации «отжима».
- Выбирайте радиус при вершине пластины меньше глубины резания.
- Слишком малое значение глубины резания ведет к возникновению вибраций из-за того, что процесс резания переходит в процесс затирания.
- Чрезмерная длина контакта инструмента с деталью (большая глубина резания и/или подача) может стать причиной вибраций.
- Пластины с тонким покрытием или непокрытые пластины, как правило, обеспечивают усилия резания ниже, чем пластины с более толстым покрытием. Это особенно актуально для деталей с большим соотношением длины и диаметра. Острая режущая кромка обычно способствует повышению качества обрабатываемого отверстия, за счет уменьшения вибраций.
- Геометрии с открытым стружколомом (такие как R/L-K) часто являются наиболее предпочтительными для операций растачивания.
- На некоторых операциях целесообразно применять сплав повышенной прочности. Это позволит избежать сложностей с пакетированием стружки и снизить склонность к вибрациям.
- При неудовлетворительном стружкообразовании измените траекторию движения инструмента.



Специализированные методы обработки

Обзор технологических решений

Многоцелевая обработка

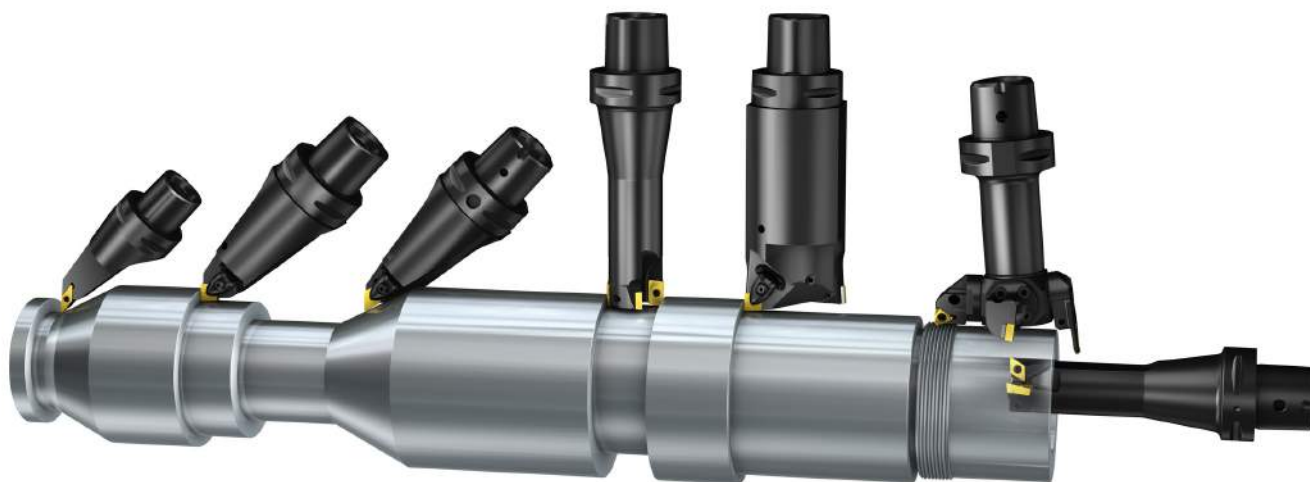
Выбор инструмента A 72

Рекомендации A 74

Точение фрезерованием

Выбор инструмента D 80

Рекомендации D 82



Подробная информация о принципах многоцелевой обработки в разделе "Инструментальная оснастка/Оборудование", глава G, на стр. G28.

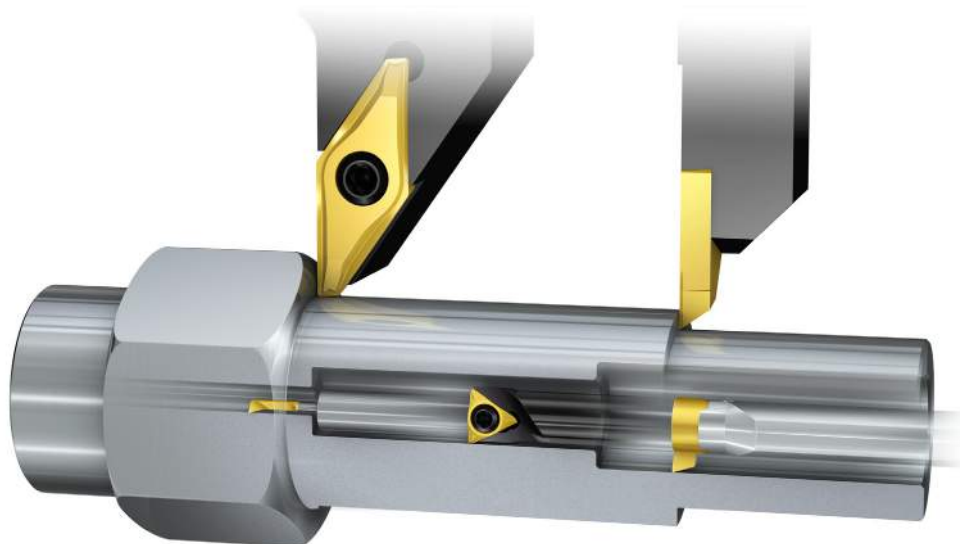


Более подробно в разделе "Фрезерование", глава D.

Мелкоразмерная обработка

Выбор инструмента A 84

Рекомендации A 82



Подробная информация об автоматах продольного точения в разделе "Инструментальная оснастка/Оборудование", глава G, на стр. G32.

Тяжелое точение



Инструмент для:

- тяжелого точения
- обдирки прутков
- переточки железнодорожных колес

Подробная информация в нашем каталоге "Тяжелая токарная обработка".

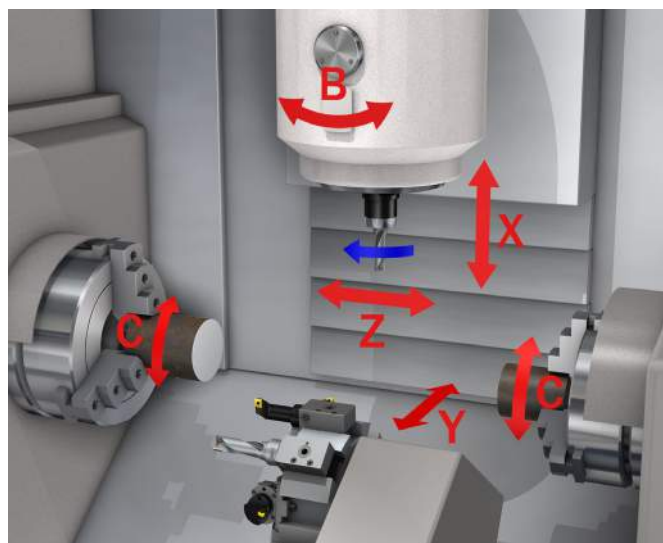
Многоцелевая обработка

Большинство многоцелевых станков оснащаются одной или двумя револьверными головками, работающими по принципу обычного токарного центра. Однако, сердцем многоцелевого станка является инструментальный шпindel (так же именуемый В-шпindel), который может использовать в работе вращающийся инструмент, а также с успехом выполнять токарные операции.

Основные принципы многоцелевой обработки представлены на стр. G28.

Автоматическая смена инструмента и возможность наклона инструментального шпинделя вокруг оси В открывают новые возможности в обработке и предъявляют следующие требования к токарному инструменту:

- Один инструмент для работы при различных подходах и траекториях
- Специализированный инструмент, для установки в инструментальный шпindel, развернутый под 45°
- Вылет и геометрическая проходимость инструмента
- Быстрая и согласованная смена инструмента
- Экономия пространства инструментального магазина.



Выбор инструмента

Токарный инструмент для установки во фрезерный шпindel

Вид обработки	Система инструмента	Описание
45° 	CoroTurn® RC CoroTurn® TR CoroTurn® 107 CoroTurn® HP	Инструмент, обеспечивающий корректное значение главного угла в плане при развороте фрезерного шпинделя под углом 45°.
0° 	CoroPlex™ TT (CoroTurn RC)	Два инструмента в одном. Сокращение времени смены инструмента и экономия пространства инструментального магазина станка.
5° 0° 	Многопозиционный адаптер CoroPlex™ Четыре инструмента в оди	Сокращение времени смены инструмента и экономия пространства инструментального магазина станка. Универсальность применения, простой и быстрый переход к другому типу токарного инструмента.
	Адаптеры для державок прямоугольного сечения До трех инструментов в одном.	

Токарный инструмент для установки во фрезерный шпиндель

Вид обработки	Система инструмента	Описание
	<p>CoroPlex™ MT (CoroTurn 107 и CoroMill 390)</p> 	<p>Пять инструментов в одном:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Фрезерная обработка концевым инструментом • Наружное точение с пластиной CCM • Внутреннее точение с пластиной CCM • Наружное точение с пластиной DCM • Внутреннее точение с пластиной DCM <p>Сокращение времени смены инструмента и экономия пространства инструментального магазина станка. Для обработки алюминия рекомендуется использовать оптимизированные пластины.</p>

Точение

B

Отрезка и обработка канавок

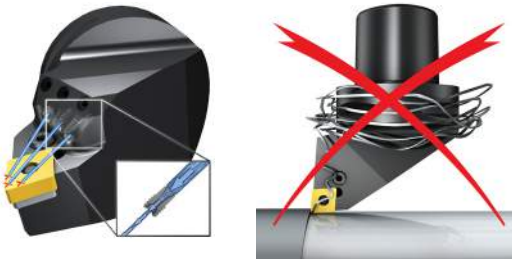




C

Резьбонарезание

D

Фрезерование

Другие методы многоцелевой обработки

Вид обработки	Система инструмента	Описание
	<p>CoroTurn® HP</p> 	<p>Для обеспечения удовлетворительного стружкообразования при обработке материалов, дающих сливную стружку, всегда выбирайте инструмент системы CoroTurn HP с подачей СОЖ под высоким давлением. При этом будет увеличена стойкость инструмента.</p> <p>Более подробно об этом на стр. A124.</p>
	<p>CoroTurn® RC CoroTurn® TR CoroThread™ 266</p>	<p>Надежное закрепление пластины даже при обработке в условиях переменных сил резания.</p>
	<p>Режущие головки CoroTurn® SL Адаптеры Coromant Capto®</p> 	<p>Модульность Геометрическая проходимость Взаимозаменяемость Сокращение номенклатуры инструмента</p>

E

Сверление

F

Расгачивание

G

Инструментальная оснастка

H

Материалы

I

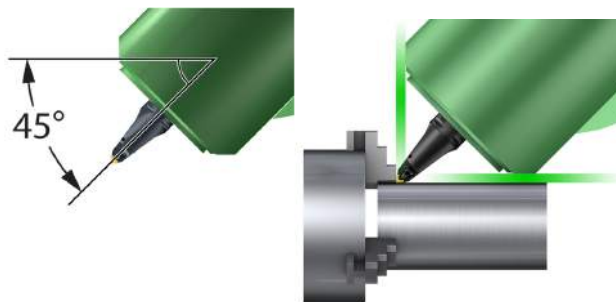
Информация/Указатель

Практические рекомендации

Инструмент CoroTurn® для обработки с разворотом фрезерного шпинделя под 45°

Обработка с разворотом фрезерного шпинделя под углом 45° является оптимальным методом, обеспечивающим максимум стабильности и удобный доступ инструмента к обрабатываемой заготовке.

Одна и та же державка может использоваться для обработки в разных направлениях, от главного шпинделя и к нему. Данная возможность реализуется за счет фиксации инструментального шпинделя с поворотом на 180°. При этом необходимо изменить направление вращения главного шпинделя.



CoroPlex™ TT – сдвоенный инструмент

Информация по программированию

Сдвоенный инструмент CoroPlex TT является оптимальным решением для многоцелевых станков, позволяющим максимально полно использовать возможности сложного оборудования. При повороте фрезерного шпинделя на 180° и его фиксации в этом положении, одна пластина, находившаяся в работе, заменяется другой.

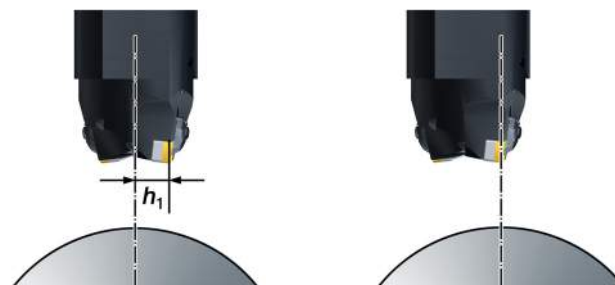
Обычно при токарной обработке координата по оси Y равна 0, за исключением случаев, когда инструмент находится вне зоны резания. В отличие от стандартных резцов, в корпусе сдвоенного инструмента размещены две режущие пластины, каждая из которых будет находиться вне оси детали, если фрезерный шпиндель станка будет выставлен на 0. Поэтому необходимо сместить инструментальный шпиндель станка по оси Y, на такое расстояние, чтобы вершина рабочей пластины совпала с осью детали.

$Y = \pm h_1$ (h_1 = расстояние от вершины пластины до оси оправки), см. рис.

Примечание: Процедура настройки корректного положения инструмента CoroPlex TT рассматривается на стр. А80.



Смена одной пластины на другую происходит за счет поворота фрезерного шпинделя на 180°.



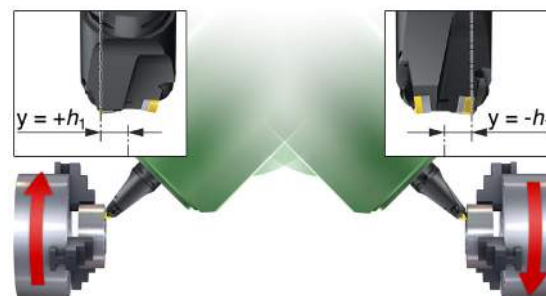
При работе сдвоенным инструментом Вам необходимо сместить инструмент по оси Y на расстояние h_1 , с целью установки вершины пластины по оси детали.

Обработка детали в контр-шпинделе

Необходимо отклонить ось Y в противоположную сторону по сравнению с обработкой в главном шпинделе.

Высота режущей кромки (h_1) нанесена лазером на резцедержатель и указана в каталоге.

Информация о введении функции изменения наклона фрезерного шпинделя, а также общие указания по программированию обработки сдвоенным инструментом Вы сможете найти в руководстве по использованию Вашего многоцелевого станка.

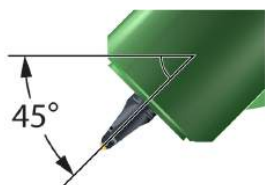


Точение по направлению к контр-шпинделю. Поворот фрезерного шпинделя вокруг оси В и смена направления вращения детали.

Примеры обработки

Сдвоенный резец с разворотом инструментального шпинделя под 45°

Максимум надежности и удобства при работе вблизи патрона.



Точение и подрезка торца пластиной CNMG.



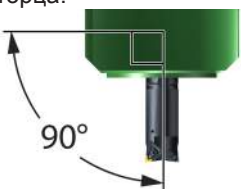
Точение и контурная обработка пластиной DNMG.



Точение по направлению к контр-шпинделю.

Сдвоенный резец с разворотом инструментального шпинделя под 90°

Для наружного точения и подрезки торца.



Обработка вблизи заднего центра.



Точение с расположением инструментального шпинделя под углом 0°. Хороший вариант для станков с ограниченным перемещением по оси X.



Использование сдвоенного инструмента с разворотом шпинделя под 90° в качестве расточной оправки.

Многопозиционные адаптеры CoroTurn® SL

Четыре режущих головки на одной державке – отличное решение для многоцелевой обработки. Многопозиционный инструмент представляет собой наладку, состоящую из оправки Coromant Capto и многопозиционного адаптера, на котором закрепляются четыре режущих головки для точения, отрезки, обработки канавок и резьбонарезания. При этом рационально используется пространство инструментального магазина и сокращается время на смену инструмента.

Примеры обработки

С осевым расположением многопозиционного адаптера



Точение с разворотом фрезерного шпинделя под углом 0°. Хороший вариант для станков с ограниченным перемещением по оси X.



Применение многопозиционного адаптера в качестве расточного инструмента.

С радиальным расположением многопозиционного адаптера с углом установки 5°



Точение с разворотом фрезерного шпинделя под углом 95°.



Точение с разворотом фрезерного шпинделя под углом 95°, чтобы режущие кромки головок, не участвующих в работе, не касались заготовки.

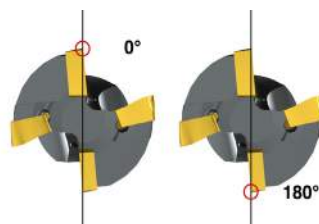
Практические рекомендации

CoroPlex™ MT – токарный и фрезерный инструмент в одном



Конструкция инструмента обеспечивает точное позиционирование режущей кромки по высоте центров при применении пластин любого типа и хорошо сочетается с традиционными методами программирования на станках.

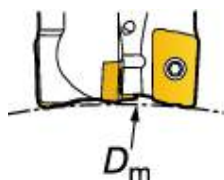
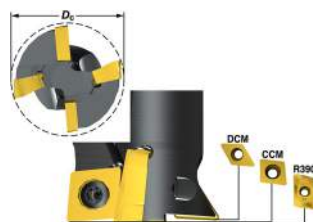
Токарные пластины устанавливаются в положении 0° и 180° .



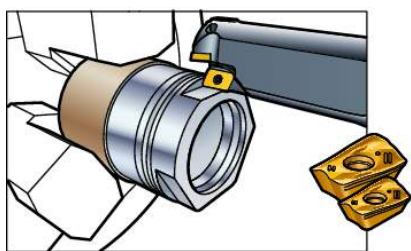
Фрезерные пластины CoroMill 390 устанавливаются в корпусе немного выше токарных пластин и в осевом, и в радиальном направлении. Это связано с тем, что токарные пластины в момент фрезерования не должны участвовать в резании.

Примечание: При обработке глухих отверстий токарными пластинами, следует учитывать, что движение инструмента должно быть остановлено раньше, чем фрезерные пластины коснутся дна отверстия.

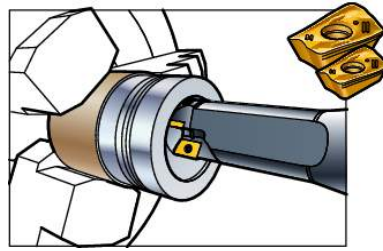
Максимальный диаметр заготовки D_m зависит от диаметра фрезы, размера пластин R390 и от наличия или отсутствия зачистных пластин Wiper.



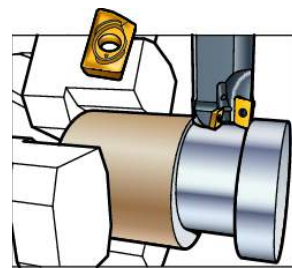
Диаметр инструмента, D_c мм	Максимальный диаметр заготовки D_m в зависимости от типа пластины		
	R390-11	R390-18	Wiper R390-11
32	150	-	100
40	-	380	-



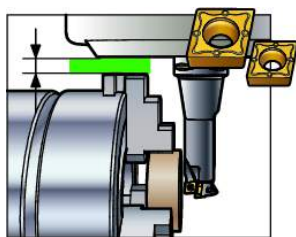
Фрезерование уступов



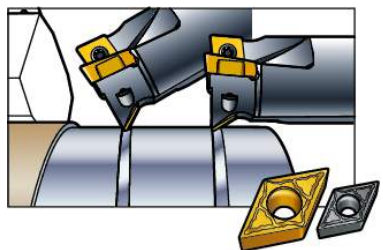
Винтовая интерполяция



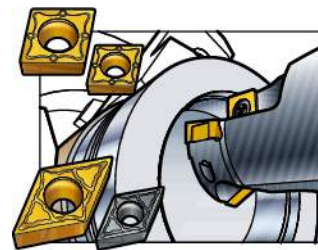
Точение фрезерованием



Точение и подрезка торца



Профильная обработка



Внутреннее точение и профильная обработка

Модульная оснастка сокращает инструментальные расходы

Система Coromant Capto®

Сокращение номенклатуры инструмента

Соединение Coromant Capto обеспечивает высокую точность обработки и позволяет осуществлять автоматическую смену инструмента. За счет интеграции этого соединения в главный и фрезерный шпиндель можно резко сократить количество используемого инструмента.



Вылет и вес инструмента

Для обработки труднодоступных мест рекомендуется использовать удлинители Coromant Capto. Для уменьшения веса наладки используйте переходники на меньший размер соединения.

Другие аргументы в пользу применения системы Coromant Capto:

- Одинаковая эффективность фрезерной и токарной обработки
- Быстрая смена инструмента
- Модульность
- Способность передавать значительные величины моментов
- Высокая жесткость на изгиб
- Высокая точность и повторяемость.



Система CoroTurn® SL

Сокращение номенклатуры

Используя разнообразные режущие головки системы SL для точения, отрезки, обработки канавок и резьбонарезания, можно обойтись без специального инструмента.



Silent Tools

Снижение вибраций и увеличение производительности

Используя антивибрационные расточные оправки Silent Tools, можно значительно увеличить режимы резания. Доступны для заказа антивибрационные оправки с соединением Coromant Capto для закрепления головок CoroTurn SL.



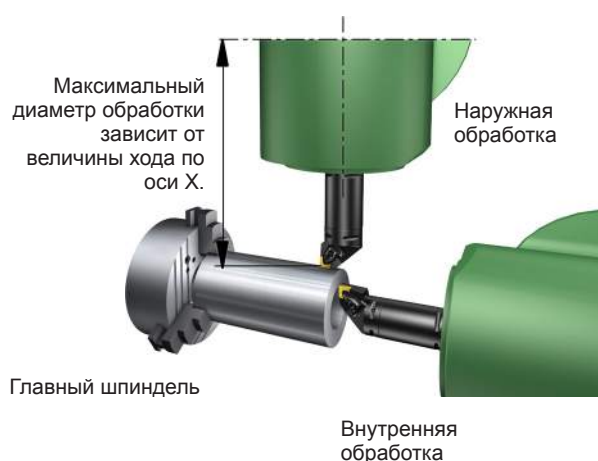
Один многоцелевой станок – четыре варианта обработки

При обработке деталей на многоцелевых станках одну и ту же операцию, как правило, можно выполнить несколькими способами. В данном примере описаны четыре возможных варианта. Преимущества и недостатки каждого способа описаны ниже.

Способ 1

Вертикально/горизонтально расположенный токарный инструмент

Используется обычный токарный инструмент, зажатый в инструментальном шпинделе с применением удлинителей или адаптеров.



Преимущества

- Простота программирования.
- Один и тот же инструмент может использоваться как для наружной, так и для внутренней обработки.
- Возможность наладки вне станка.
- Широкий выбор стандартного инструмента.
- Вертикальное расположение инструмента не ограничивает длину обработки по оси Z (длина заготовки).

Недостатки

- Для работы вблизи главного шпинделя необходим большой вылет инструмента, что ограничивает максимальный диаметр обработки.
- Меньшая жесткость по сравнению с инструментами, расположенными под 45° . Силы резания на пластине в сочетании с большим вылетом создают большой изгибающий момент вокруг оси B.
- Смена инструмента из инструментального магазина занимает много времени.

Способ 2

45° - Токарный инструмент

Используется токарный инструмент, наклоненный под 45° к оси обрабатываемой детали, что обеспечивает максимальную жесткость и хороший доступ к обрабатываемым поверхностям.



Преимущества

- Доступ к обрабатываемым поверхностям.
- Жесткость – инструменты для работы под 45° значительно короче по сравнению с вертикально расположенными.
- Стабильность – благоприятное распределение сил резания в направлении инструментального шпинделя.
- Возможна обработка заготовок большого диаметра (в направлении оси X).

Недостатки

- Ограниченная длина обработки по оси Z.
- Трудности с настройкой вне станка. Оборудование для настройки должно иметь ось B.
- Подходит только для наружного точения, угол наклона не позволяет вести внутреннюю обработку.
- Смена инструмента из инструментального магазина занимает много времени.

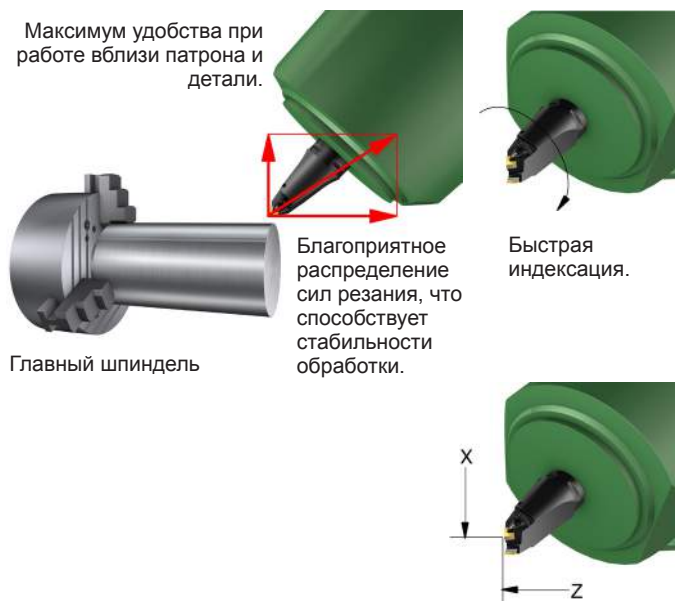
Главный шпиндель



Способ 3

45° - CoroPlex TT

Сдвоенный резец CoroPlex TT обладает всеми преимуществами инструментов, работающих под углом 45°, и при этом смена одной режущей кромки на другую происходит очень быстро.



Преимущества

- Доступ к обрабатываемым поверхностям.
- Жесткость – инструменты для работы под 45° значительно короче по сравнению с вертикально расположенными.
- Стабильность – благоприятное распределение сил резания в направлении инструментального шпинделя.
- Возможна обработка заготовок большого диаметра (в направлении оси X).
- Два инструмента в одном корпусе, быстрая индексация режущей кромки.
- Занимает одно гнездо в инструментальном магазине.

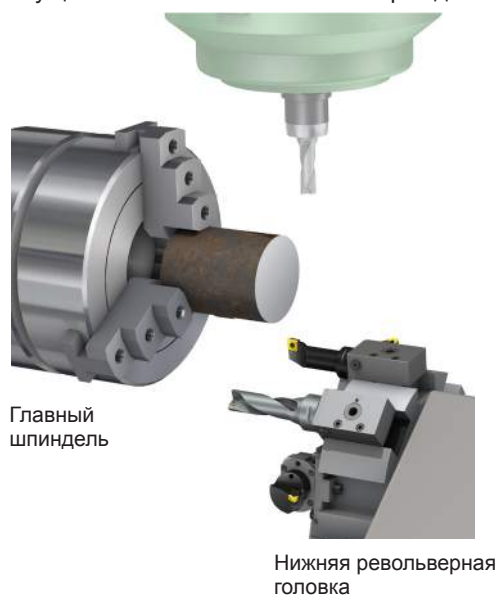
Недостатки

- Ограничивается длина обработки по оси Z.
- На некоторых станках смещение по оси Y трудно программировать.
- Трудности с настройкой вне станка. Оборудование для настройки должно иметь ось B.
- Привязка на станке, в зависимости от геометрии датчика, может быть затруднена.
- Подходит только для наружного точения, угол наклона не позволяет вести внутреннюю обработку.

Способ 4

Нижняя револьверная головка - точение

Традиционная токарная обработка при помощи нижней револьверной головки с минимальным вылетом инструмента, что обеспечивает высокую жесткость наладки. Доступ к обрабатываемым поверхностям очень хороший, а также осуществляется мгновенный поворот для смены позиций.



Преимущества

- Быстрая смена инструмента (от стружки до стружки).
- Как правило, больше места для размещения инструмента с большим вылетом.
- Одновременная обработка нижней револьверной головкой и инструментальным шпинделем.

Недостатки

- Минимум универсальности, один инструмент для одной операции.

Рекомендации:

- Обработка на станке с револьверной головкой эффективна, когда токарные операции при обработке детали преобладают.
- Револьверную головку можно использовать в качестве заднего центра или люнета.


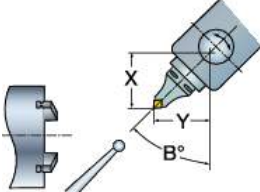
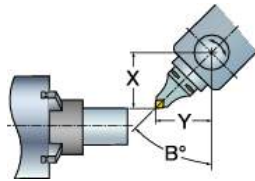

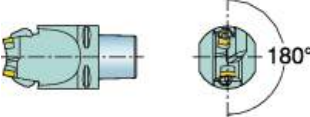
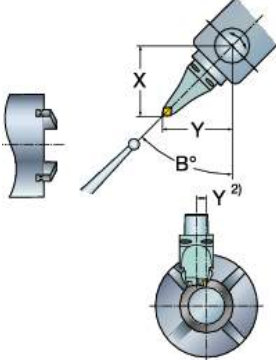
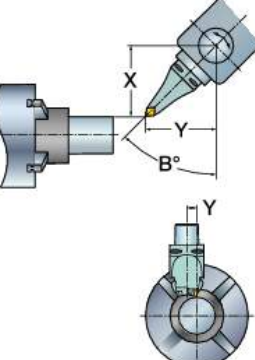
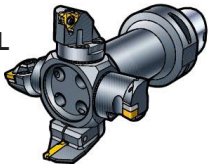
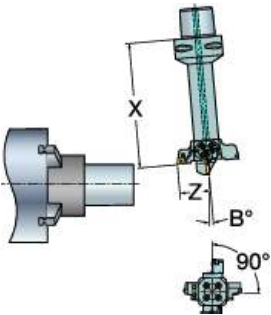
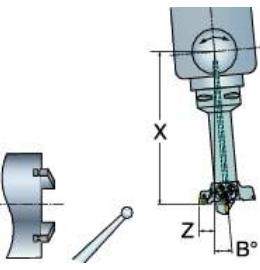
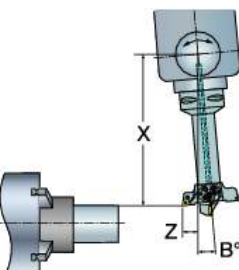
Привязка инструмента

В следующей таблице представлены способы привязки инструмента, оптимизированного для многоцелевой обработки.

Есть три способа замера положения инструмента.

1) Предварительная настройка вне станка

Ограничение - установка для предварительной настройки не позволяет вам повернуть инструмент по оси В и сместить его относительно центральной оси (Y).

Параметры	1. Предварительная настройка размеров вне станка	2. Привязка касанием на станке	3. Замер на станке
<p>Токарный инструмент 45°</p>  <p>X Z B = 45°</p>	Невозможна	Ось В = 45° 	Ось В = 45° 
<p>CoroPlex™ TT</p>  <p>X Y = h₁ ¹⁾ Z B = 45°</p>  <p>180°</p>	Невозможна	Ось В = 45° 	Ось В = 45° 
<p>Многопозиционный адаптер CoroPlex™ SL</p>  <p>X Z B = 5°</p>  <p>90°</p>	Невозможна	Ось В = 5° 	Ось В = 5° 

¹⁾ Размеры h₁ приведены в "Основном каталоге".

²⁾ Применимо не для всех типов станков.

2) Привязка касанием на станке

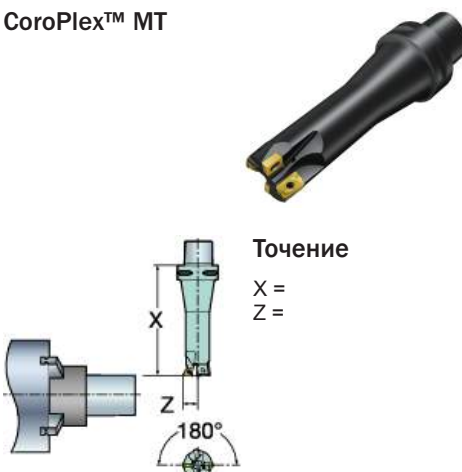
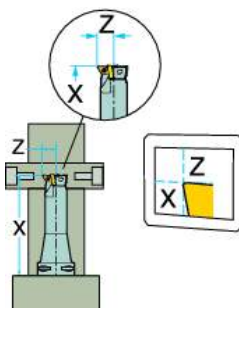
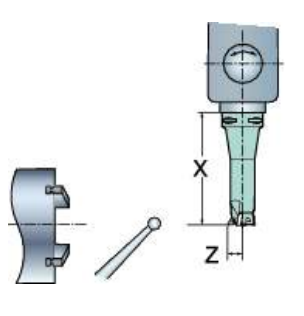
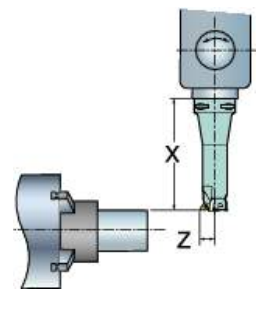
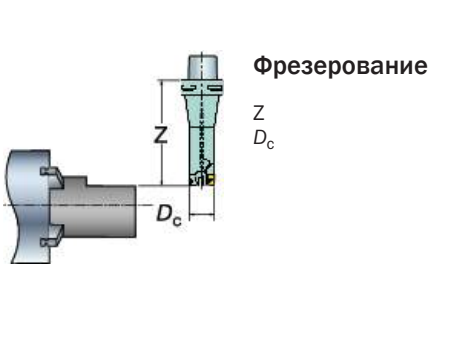
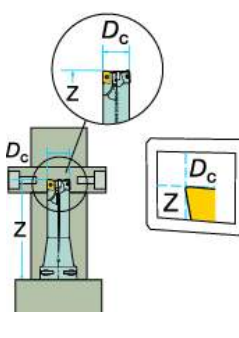
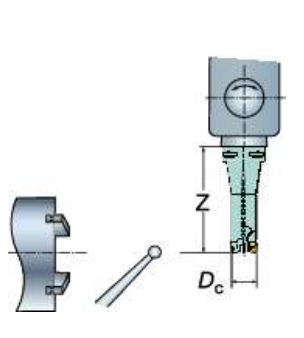
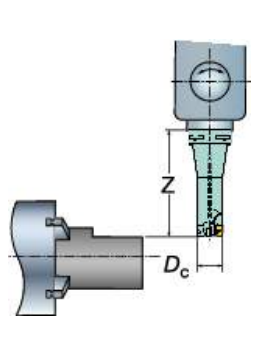

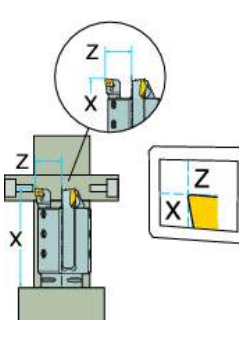
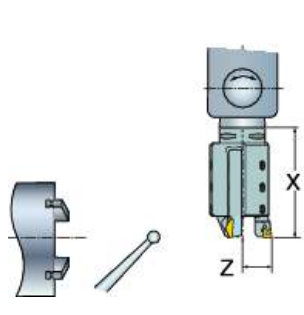
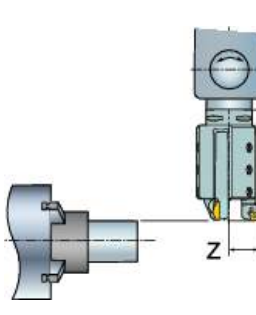
Инструмент на станке можно поворачивать по оси В и смещать относительно оси Y.

Ограничение: на некоторых станках невозможно смещать инструмент относительно оси Y в момент его обмера. В других станках могут возникать проблемы с взаимодействием между режущим инструментом и контактным датчиком измерения.

3) Замер на станке

Инструмент на станке можно поворачивать по оси В и смещать относительно центральной оси Y.

Данный метод подходит для инструментов, оптимизированных под многоцелевую обработку.

Параметры	1. Предварительная настройка вне станка	2. Привязка касанием на станке	3. Замер на станке
<p>CoroPlex™ MT</p>  <p>Точение X = Z =</p>			
 <p>Фрезерование Z D_c</p>			
<p>Многопозиционный адаптер для инструмента с хвостовиками прямоугольного сечения</p>  <p>3 инструмента X X Z Z 120°</p>			

Точение

B

Отрезка и обработка канавок

C

Нарезание Резьбы

D

Фрезерование

E

Сверление

F

Расширение

G

Инструментальная оснастка

H

Материалы

I

Информация/Указатель

Мелкоразмерная обработка на автоматах продольного точения

Полную информацию о принципах работы, применяемых инструментах и системе закрепления инструмента -QS для автоматов продольного точения см. на стр. G32.

При обработке деталей на станках с подающей цангой необходимо учитывать следующие особенности.

Всегда начинайте с внутренней обработки в основном шпинделе, что способствует достижению наибольшей стабильности обработки от направляющей втулки. Внешний диаметр поддерживается в направляющей втулке.



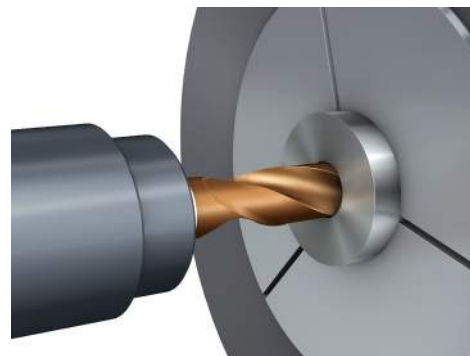
Пример – рекомендуемая последовательность инструментов

1.

Основной шпиндель

- Сверление
- Внутреннее точение

Всегда рекомендуется начинать обработку в основном шпинделе со сверления и внутреннего точения. При этом обеспечивается высокая стабильность процесса, так как заготовка закреплена в подающей цанге.

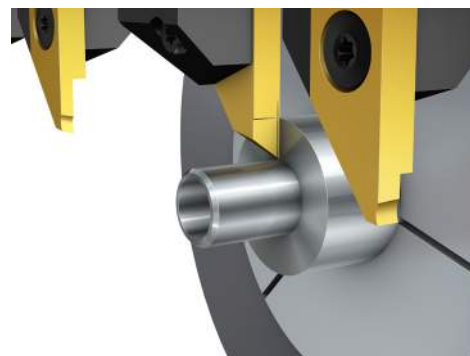


2.

Основной шпиндель

- Наружное точение
- Нарезание резьбы

Следующей операцией в основном шпинделе является наружное точение. По возможности рекомендуется снимать весь припуск за один проход, избегая вдавливания прутка обратно в подающую цангу. Это сокращает цикл обработки и увеличивает ее стабильность.



3.

Основной шпиндель

- Наружное точение
- Фрезерование

Следующей операцией является фрезерование, предпочтительно торцевое. Оно создает меньшие усилия резания, что обеспечивает стабильность обработки при ограниченной мощности шпинделя.

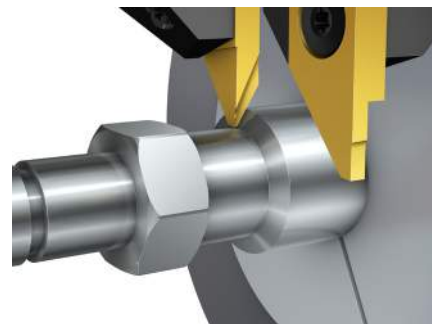


4.

Основной шпindelь

- Обратное точение

Для окончательной обработки наружного диаметра детали перед операцией отрезки наиболее часто применяется обратное точение за один проход, как наиболее производительный вариант обработки.



Точение

B

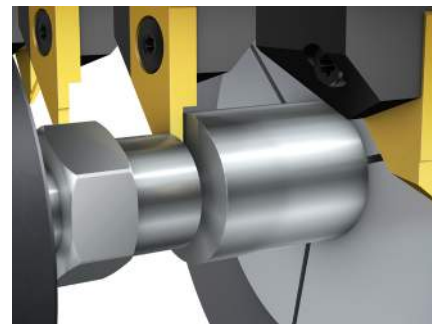
Отрезка и обработка канавок

5.

Синхронизация основного шпинделя с контр-шпинделем

- Отрезка

Заключительной операцией в основном шпинделе является отрезка. Чистота обработки при отрезке улучшается с уменьшением расстояния между шпинделями и вылета закрепленной детали.



C

Нарезание Резьбы

D

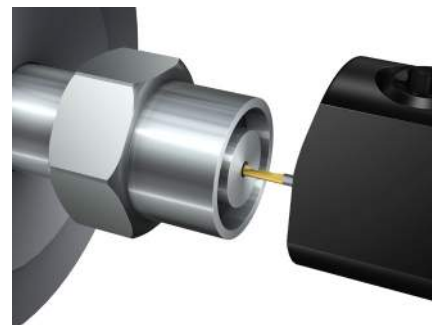
Фрезерование

6.

Контр-шпиндель

- Сверление
- Внутреннее точение

Окончательная наружная и внутренняя обработка детали осуществляется в контр-шпинделе (в большинстве случаев это операции внутренней обработки).



E

Сверление

F

Расгачивание

Важные аспекты:

- Рекомендуется начинать обработку со сверления и наружного точения
- Финишная обработка наружных диаметров за один проход
- Время обработки рекомендуется равномерно распределить между шпинделем и контр-шпинделем.

G

Инструментальная оснастка

H

Материалы

I

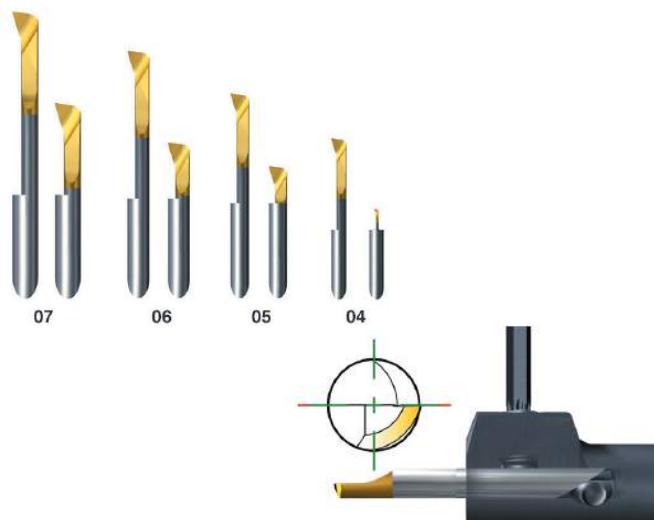
Информация/Указатель

Внутренняя обработка отверстий диаметром от 0.3 до 12 мм

CoroTurn® XS

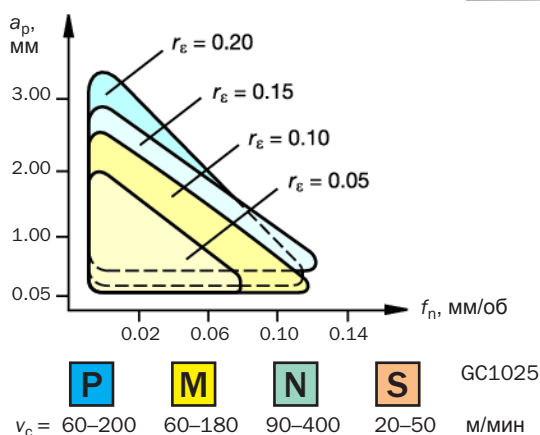
Программа инструмента охватывает четыре типоразмера режущих вставок, каждый из которых предназначен для обработки своего диапазона диаметров.

Вставки точно устанавливаются в расточную оправку благодаря её уникальной конструкции. Все типы вставок гарантируют точность позиционирования режущей кромки и повторяемость при каждой замене.



Практические рекомендации

- Обработку рекомендуется начинать на небольших подачах для обеспечения хорошей стабильности и чистоты поверхности. В дальнейшем для улучшения условий стружкообразования необходимо увеличить значение подачи.
- Рекомендуется назначать глубину резания больше, чем радиус при вершине вставки. Это будет обеспечивать минимальное значение радиального отклонения, что является существенным фактором на операциях внутренней обработки.
- Занижение скорости резания отрицательно влияет на срок службы инструмента. При расточке отверстий малого диаметра всегда рекомендуется работать с максимально высокой скоростью резания v_c .



CoroTurn® XS – обратное растачивание

- Внутреннее точение к уступу
- Минимальный диаметр отверстия 4.2 мм
- Решение проблемы эвакуации стружки из отверстия.



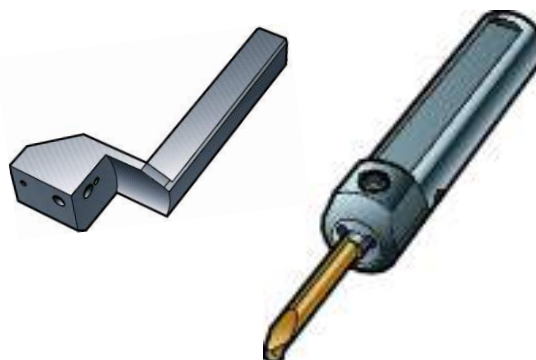
Адаптеры для станков разного типа

Оправки с цилиндрическим хвостовиком

- Citizen, Star, Tsugami, Miyano, Traub и другие станки.

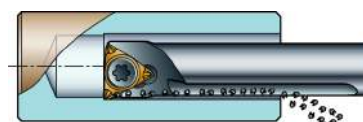
Державки прямоугольного сечения

Для операций внутренней обработки на автоматах продольного точения без возможности закрепления инструмента с цилиндрическим хвостовиком используются державки прямоугольного сечения.



Внутреннее точение отверстий диаметром от 6 мм

- Расточные оправки CoroTurn 107 с цилиндрическим хвостовиком (см. стр. А 137)
- Расточные оправки CoroCut MB с цилиндрическим хвостовиком (см. стр. А 141).



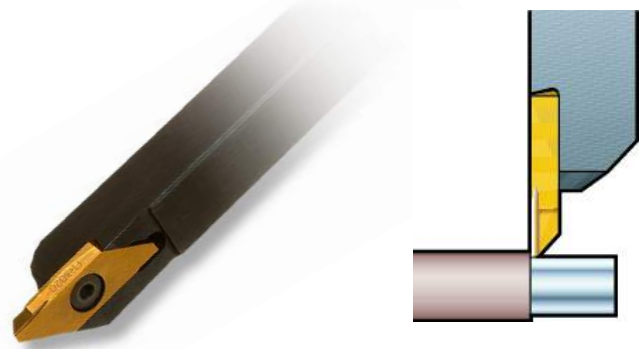
Наружное точение деталей диаметром от 1 до 8 мм

CoroCut® XS

Пластины высокой точности с острой режущей кромкой и близко расположенным к ней стружколомом.

Высокоточные шлифованные посадочные поверхности пластин и державок. Сверхострая режущая кромка, хорошо работающая при низких значениях подач.

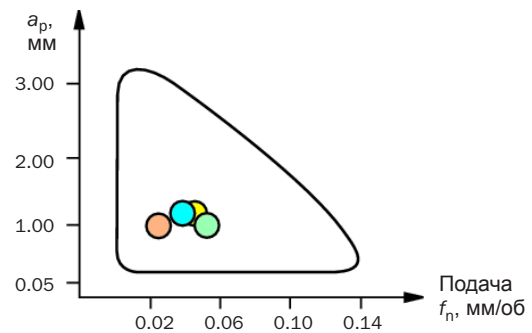
Пластина создает низкие усилия резания, позволяя, тем самым, вести обработку деталей диаметром до 1 мм.



Практические рекомендации

Режимы резания для низколегированной стали:
 $v_c = 100$ м/мин, $a_p = 1$ мм, $f_n = 0.08$ мм/об.

- Величина подачи не должна превышать радиус при вершине пластины. (Радиус при вершине 0.1 мм, max подача 0.1 мм/об).
- Величина глубины резания не должна быть меньше радиуса при вершине пластины. В противном случае возникают большие радиальные силы, приводящие к нестабильности обработки и неточности размеров детали.
- Снижение скорости резания ниже рекомендованной приводит к преждевременному износу пластины.



P	M	N	S	GC1025
$v_c = 60-200$	$60-180$	$90-400$	$20-50$	м/мин



Наружное точение деталей диаметром от 1 до 32 мм

CoroTurn® 107 с пластинами VCEX

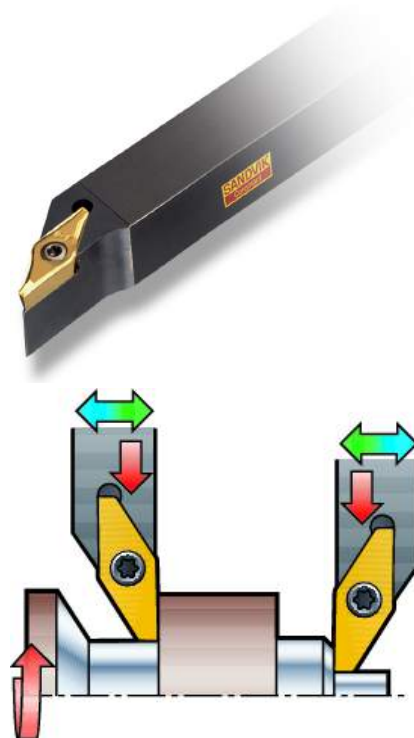
Предназначена для продольного точения, за исключением операций контурной обработки. Конструкция обеспечивает глубину резания до 4 мм для продольного и обратного точения, хороший отвод стружки и высокое качество поверхности благодаря геометрии Wiper.

Практические рекомендации:

Режимы резания для низколегированной стали:

$v_c = 150$ м/мин, $a_p = 2$ мм, $f_n = 0.1$ мм/об.

- Пластина обладает высокой прочностью режущей кромки, что позволяет вести обработку за один проход с большой глубиной резания. Высокая надёжность и сокращение цикла обработки.
- Для предотвращения преждевременного износа пластин работайте с рекомендуемой скоростью резания.
- Применяйте в случае, когда требуется высокое качество поверхности.
- Первый выбор - сплав GC1020. Для финишных операций и для оптимизации срока службы инструмента можно рассмотреть применение кермета CT5015.



Наружное точение деталей диаметром от 6 до 32 мм

CoroTurn® 107

Продольное и контурное точение.

Отличное качество обработанной поверхности благодаря геометрии Wiper, а также высокая производительность и стабильное стружкодробление.

Практические рекомендации:

Режимы резания для низколегированной стали:

$v_c = 150$ м/мин, $a_p = 1.5$ мм, $f_n = 0.1$ мм/об.

- Пластины CoroTurn 107, изготовленные по классу M, могут использоваться для продольного и контурного точения.
- При необходимости применения пластины с небольшим радиусом при вершине выбирайте из пластин класса точности G семейства CoroTurn 107, например, DCGT 110301-UM 1025.
- Небольшая глубина резания отрицательно влияет на чистоту обработки. Глубина резания всегда должна превышать радиус при вершине пластины.



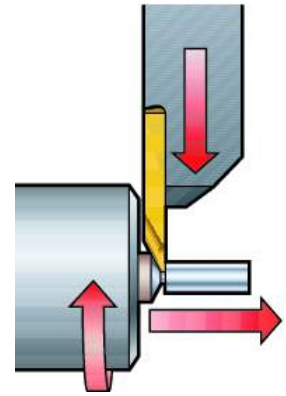
Обратное точение

При обратном точении особое внимание следует обратить на два фактора. Размер партии заготовок и глубина резания. Существует два типа инструментов для выполнения обратного точения:

CoroCut® XS

- Рекомендуется для прутка/детали диаметром 1-8 мм.
- Острая режущая кромка, не создающая высоких усилий резания.
- Глубина резания до 3 мм при обработке мягких материалов.

Пластины CoroCut XS (MABR) позволяют вести обработку вблизи основного шпинделя (подающей цанги), тем самым минимизируя вылет прутка, а, соответственно, и риск возникновения вибраций.



Наружное обратное точение деталей диаметром от 1 до 8 мм

Пластины для обратного точения имеют острую режущую кромку с геометрией, оптимизированной для резания с глубиной до 3 мм. Конструкция пластины и державки позволяет вести обработку вблизи подающей цанги, что значительно снижает риск возникновения вибраций.

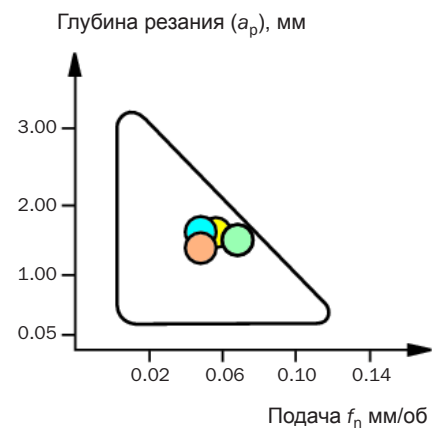


Практические рекомендации:

Режимы резания для низколегированной стали:

$$v_c = 100 \text{ м/мин}, a_p = 2 \text{ мм}, f_n = 0.08 \text{ мм/об.}$$

- Рекомендуется использовать пластину с радиусом при вершине 0.2 мм для работы с глубиной резания менее 2 мм.
- При значительной глубине резания необходимо снижать подачу во избежание перегрузки режущей кромки пластины.
- При необходимости вести обработку с глубиной резания более 3 мм используйте пластину VCEX, обладающую более прочной режущей кромкой.



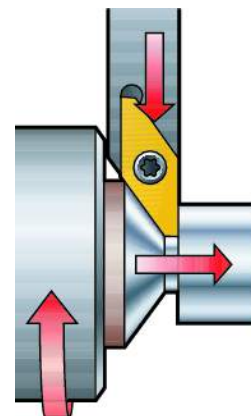
Наружное обратное точение деталей диаметром от 6 до 32 мм

Пластина VCEX CoroTurn® 107

Пластина VCEX 110301L-F 1020 для обычного и обратного точения имеет прочную режущую кромку и прекрасно работает как при больших глубинах резания, так и при высоких подачах. Обеспечивает хорошее качество поверхности.

Повторяемость размеров: 0.025 мм.

Точность позиционирования режущей кромки: ± 0.025 мм.



Пластина VCEX

- Рекомендуется для прутков/деталей диаметром 6 - 32 мм
- Острая режущая кромка с зачистным эффектом Wiper обеспечивает хорошую чистоту обработки.
- Глубина резания до 4 мм.

Пластина VCEX разработана для обратного точения деталей большого диаметра. Конструкция пластины не позволяет подвести инструмент максимально близко к основному шпинделю, поэтому ее нежелательно использовать для обратного точения деталей малого диаметра.

Пластины VCEX могут использоваться в державках с углом в плане 90° или 93° . При этом державка с углом в плане 90° создает меньшие усилия резания.



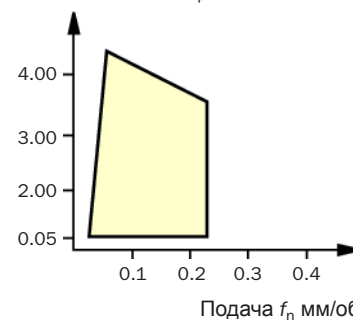
Практические рекомендации:

Режимы резания для низколегированной стали:

$v_c = 120$ м/мин, $a_p = 3$ мм, $f_n = 0.08$ мм/об.

- Для обеспечения низких радиальных сил резания рекомендуется использовать державку с углом в плане 90° , например, SVABR 1212M11-S-B1.
- Наибольшую прочность режущей кромки обеспечивает сплав GC1020. Для достижения наилучшей чистоты обрабатываемой поверхности следует отдать предпочтение кермету CT5015.
- Для точения деталей с окончательным диаметром обработки менее 8 мм рекомендуется использовать пластину для обратного точения CoroCut XS, конструкция которой позволяет наиболее близко подойти к патрону или подающей цанге станка.

Глубина резания (a_p), мм



P

M

N

S

GC1025

$v_c = 95-125$

95-115

95-200

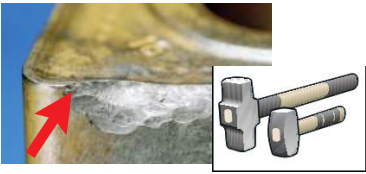
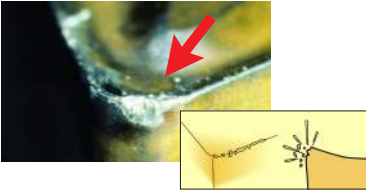
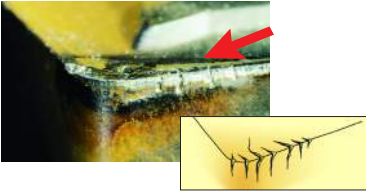

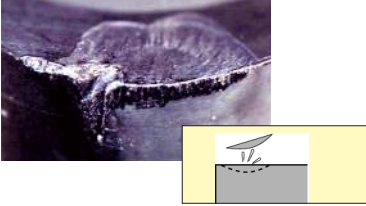
10-15

м/мин

Решение проблем

Износ инструмента

	Причина	Устранение
 <p>Износ по задней поверхности</p>	<p>а) Быстрый износ по задней поверхности, вызывающий ухудшение качества обработанной поверхности или выход размеров за пределы поля допуска.</p>	<p>а) Слишком большая скорость резания или недостаточная износостойкость.</p> <p>Снизить скорость резания.</p> <p>Выбрать более износостойкий сплав.</p> <p>Выбрать сплав с покрытием Al_2O_3.</p> <p>Для материалов, упрочняющихся механической обработкой, выбрать пластину с меньшим углом в плане или более износостойкую марку сплава.</p> <p>Выбрать безвольфрамовый твердый сплав.</p>
 <p>Образование проточин</p>	<p>б/с) Образование проточин, снижающих качество поверхности и вызывающих опасность скола режущей кромки.</p>	<p>б/с) Химический износ.</p> <p>б/с) Абразивный износ.</p> <p>Уменьшить скорость резания. (При обработке жаропрочных материалов керамической пластиной увеличить скорость резания).</p>
 <p>Лункообразование</p>	<p>Интенсивное лункообразование, приводящее к ослаблению режущей кромки. При возможном разрушении вспомогательной режущей кромки произойдет ухудшение чистоты обработки. Существует риск поломки пластины.</p>	<p>Усиленный диффузионный износ из-за слишком высокой температуры на передней поверхности.</p> <p>Выбрать сплав с покрытием Al_2O_3.</p> <p>Выбрать позитивную геометрию пластины.</p> <p>Сначала уменьшить скорость резания для снижения температуры, а если не поможет, уменьшить и подачу.</p>
 <p>Пластическая деформация</p>	<p>Пластическая деформация. Прогиб режущей кромки или вдавливание задней поверхности.</p> <p>Ухудшение формирования стружки и снижение чистоты обработки.</p> <p>Интенсивный износ по задней поверхности и поломка пластины.</p>	<p>Слишком высокая температура в зоне резания в сочетании с большими силами резания.</p> <p>Выбрать более твердый сплав с лучшей стойкостью к пластической деформации.</p> <p>Проседание режущей кромки – уменьшить подачу.</p> <p>Вдавливание задней поверхности – уменьшить скорость резания.</p>
 <p>Наростообразование (B.U.E.)</p>	<p>Нарост ухудшает чистоту обрабатываемой поверхности и ведет к выкрашиванию режущей кромки в момент его срыва.</p>	<p>Обрабатываемый материал налипает на пластину, образуя нарост из-за:</p> <ul style="list-style-type: none"> - низкой скорости резания; - отрицательного переднего угла на режущей кромке; - адгезионных свойств обрабатываемого материала. <p>Увеличить скорость резания или подачу охлаждения.</p> <p>Выбрать позитивную геометрию пластины. Уменьшить подачу на входе в резание.</p> <p>Выбрать сплав с покрытием PVD и позитивную геометрию пластины.</p>

		Причина	Устранение
 <p data-bbox="113 383 335 405">Повреждение стружкой</p>	<p data-bbox="507 215 782 356">Повреждение сходящей стружкой участка кромки, не находящегося в работе. Могут быть повреждены как верхняя, так и опорная поверхности пластины.</p>	<p data-bbox="842 215 1117 259">При сходе стружка ударяет по режущей кромке.</p>	<p data-bbox="1155 215 1334 237">Изменить подачу.</p> <p data-bbox="1155 248 1430 344">Выбрать пластину с другой геометрией передней поверхности или более прочную марку сплава.</p>
 <p data-bbox="113 685 264 707">Выкрашивание</p>	<p data-bbox="507 483 782 624">Выкрашивание режущей кромки, ведущее к ухудшению качества обработанной поверхности и чрезмерному износу по задней поверхности.</p>	<p data-bbox="842 483 1086 528">Слишком хрупкая марка твердого сплава.</p> <p data-bbox="842 546 1112 613">Геометрия пластины не обеспечивает достаточной прочности.</p> <p data-bbox="842 685 1059 707">Наростообразование.</p>	<p data-bbox="1155 483 1465 528">Выбрать более прочную марку сплава.</p> <p data-bbox="1155 546 1425 642">Выбрать пластину с более прочной геометрией (для пластин из керамики - больший размер фаски).</p> <p data-bbox="1155 685 1461 875">Увеличить скорость резания или выбрать пластину с положительным передним углом. Увеличить скорость резания и подачу СОЖ. Уменьшить подачу в начале прохода.</p>
 <p data-bbox="113 1126 261 1149">Термотрещины</p>	<p data-bbox="507 925 799 1066">Мелкие трещины перпендикулярные режущей кромке, ведущие к её выкрашиванию и ухудшению качества обрабатываемой поверхности.</p>	<p data-bbox="842 925 1075 1039">Термические трещины возникают из-за нестабильного терморежима, который вызван:</p> <ul data-bbox="842 1061 1101 1252" style="list-style-type: none"> - прерывистым резанием; - непостоянной подачей СОЖ. 	<p data-bbox="1155 1061 1469 1158">Выбрать более прочную марку сплава с лучшим сопротивлением термическому удару.</p> <p data-bbox="1155 1205 1465 1279">Охлаждение должно быть обильным и непрерывным или отсутствовать.</p>
 <p data-bbox="113 1559 293 1581">Поломка пластины</p>	<p data-bbox="507 1339 778 1458">Поломка пластины, при которой возможны также повреждение или поломка опорной пластины и обрабатываемой детали.</p>	<p data-bbox="842 1339 1091 1384">Слишком хрупкая марка твердого сплава.</p> <p data-bbox="842 1406 1098 1451">Повышенная нагрузка на режущую кромку.</p> <p data-bbox="842 1507 1112 1574">Геометрия пластины не обеспечивает достаточной прочности.</p> <p data-bbox="842 1615 1078 1659">Недостаточный размер пластины.</p>	<p data-bbox="1155 1339 1465 1384">Выбрать более прочную марку сплава.</p> <p data-bbox="1155 1406 1406 1451">Уменьшить подачу и/или глубину резания.</p> <p data-bbox="1155 1507 1430 1581">Выбрать более прочную геометрию, односторонняя пластина предпочтительна.</p> <p data-bbox="1155 1615 1445 1659">Выбрать пластину большей толщины/большого размера.</p>
 <p data-bbox="113 1935 443 1957">Отслаивание пластины - керамика</p>		<p data-bbox="842 1720 1054 1765">Повышенные усилия резания.</p>	<p data-bbox="1155 1720 1318 1742">Снизить подачу.</p> <p data-bbox="1155 1753 1401 1798">Выбрать более прочный сплав.</p> <p data-bbox="1155 1816 1453 1912">Выбрать пластину с меньшей фаской, или другую геометрию для изменения направления усилий резания.</p>

Решение проблем

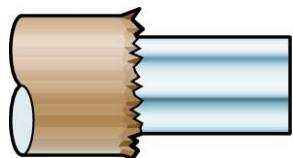
	Причины	Устранение
<p>Отвод стружки</p> <p>Длинная спиральная стружка, наматывающаяся на инструмент или заготовку, вследствие слишком низкой подачи и/или малой глубины резания.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Слишком низкая подача для выбранной геометрии. • Слишком малая глубина резания для выбранной геометрии. • Слишком большой радиус при вершине. • Несоответствующий угол в плане. 	<ul style="list-style-type: none"> • Увеличить подачу. • Выбрать пластину, геометрия которой обеспечивает хорошее стружкодробление. • Выбрать инструмент CoroTurn HP с подачей СОЖ под высоким давлением. • Увеличить глубину резания или выбрать пластину, геометрия которой обеспечивает хорошее стружкодробление. • Выбрать пластину с меньшим радиусом при вершине. • Выбрать державку с большим углом в плане ($K_r = 90^\circ$).
<p>Мелкая сегментная стружка, зачастую слипающаяся между собой, является следствием неудовлетворительного стружкодробления. Это сокращает срок службы инструмента и даже может привести к поломке пластины из-за возрастающих нагрузок на режущую кромку.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Слишком высокое значение подачи для выбранной геометрии. • Несоответствующий угол в плане. • Недостаточная величина радиуса при вершине. 	<ul style="list-style-type: none"> • Выбрать более прочную геометрию, односторонняя пластина предпочтительна. • Снизить подачу. • Выбрать державку с меньшим углом в плане ($K_r = 45^\circ - 75^\circ$). • Выбрать пластину с большим радиусом при вершине.
<p>Чистота поверхности</p> <p>Поверхность выглядит (и ощущается при контакте) не соответствующей требованиям качества, "задиры"</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Ломание стружки о поверхность детали приводит к ухудшению чистоты обработки. • Низкая чистота обработки вследствие интенсивного лункообразования на поверхности режущей кромки. • Сочетание высокой подачи и небольшого радиуса при вершине приводит к ухудшению шероховатости. 	<ul style="list-style-type: none"> • Выбрать геометрию с лучшими характеристиками отвода стружки. • Изменить угол в плане. • Уменьшить глубину резания. • Выбрать инструментальную систему с позитивной пластиной и нейтральным углом наклона режущей кромки. • Выбрать марку сплава более устойчивую к химическому износу, например, безвольфрамовый твердый сплав. • Снизить скорость резания. • Выбрать пластину с геометрией Wiper или с большим радиусом при вершине. • Уменьшить подачу.

Причина

Устранение

Образование заусенца

Заусенец формируется при выходе пластины из материала заготовки по окончанию резания.



- Режущая кромка недостаточно острая.
- Слишком низкая подача для данного радиуса скругления режущей кромки.
- Образование проточки по глубине резания и выкрашивание режущей кромки.

- Использовать пластины с острой режущей кромкой:
 - с PVD покрытием
 - шлифованные пластины с небольшими подачами (менее 0.1 мм/об).
- Выбрать державку с небольшим главным углом в плане.
- Формирование фаски или скругления на выходе из резания.

Вибрации

Большая радиальная составляющая силы резания

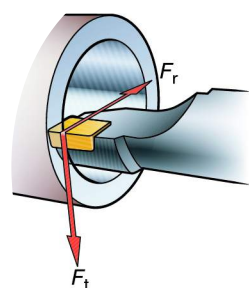
Следы от вибраций на обработанной поверхности, вызванные нежестким закреплением инструмента. Характерно для операций растачивания.



- Несоответствующий угол в плане.
- Слишком большой радиус при вершине пластины.
- Несоответствующий радиус скругления режущей кромки или негативная фаска на пластине.
- Быстрый износ по задней поверхности.

- Выбрать державку с большим углом в плане ($K_r = 90^\circ$).
- Выбрать пластину с меньшим радиусом при вершине.
- Выбрать сплав с меньшей толщиной покрытия или сплав без покрытия.
- Выбрать более износостойкую марку сплава или снизить скорость резания.

Большая тангенциальная составляющая силы резания



Silent Tools®

- Геометрия пластины создает высокие усилия резания.
- Неудовлетворительное стружкообразование.
- Недостаточная глубина резания, что вызывает разнонаправленные или очень низкие силы резания.
- Вершина инструмента неверно выставлена по высоте центров.
- Низкая жесткость наладки из-за увеличенного вылета инструмента.
- Ненадежное закрепление снижает жесткость наладки.

- Выбрать положительную геометрию пластины.
- Снизить подачу или выбрать геометрию, соответствующую более высоким подачам.
- Увеличить глубину резания.
- Правильно выставить инструмент.
- Уменьшить вылет.
- Выбрать оправку максимально возможного диаметра.
- Использовать твердосплавные оправки или инструмент Silent Tools.
- Увеличить длину закрепления расточной оправки.
- Использовать втулки EasyFix для закрепления оправок с цилиндрическим хвостовиком.

Ассортимент – Пластины для точения



Зачистные пластины Wiper

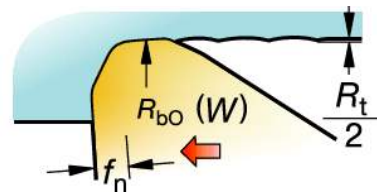
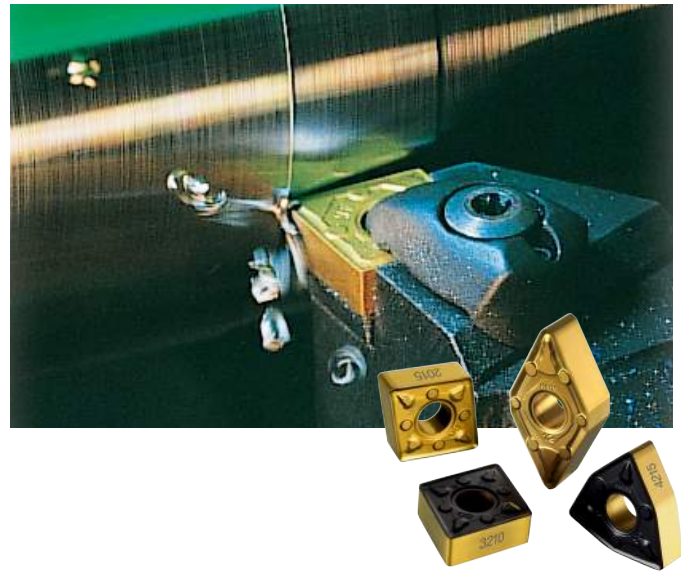
Пластина с геометрией Wiper была впервые представлена компанией Sandvik Coromant в 1997. Сейчас осуществлён ещё один шаг вперед с геометрией нового поколения WMX - действительно первым универсальным решением по повышению производительности в токарной обработке за счет существенно более высокой подачи, чем у существующих зачистных пластин. Это подразумевает под собой сокращение цикла обработки на 30% при улучшении качества обработки.

Применение пластин с геометрией Wiper

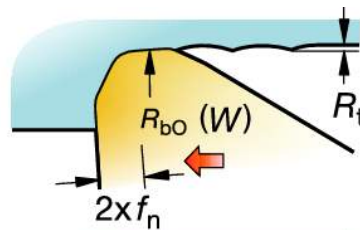
Пластины Wiper применяются для точения на высоких подачах с хорошей чистотой обработки и с сохранением стружколомающей функции.

Продольное точение и подрезка торца с пластинами Wiper

Максимальный зачистный эффект от использования пластин Wiper проявляется на операциях продольного точения и при подрезке торца.



Wiper - та же подача.



Wiper - удвоенная подача.

Выбор геометрии Wiper

-WMX - геометрия первого выбора для большинства областей применения. Но в отдельных случаях можно эффективно использовать преимущества и других геометрий данного семейства.

В случае возникновения вибрации для снижения усилий резания и сохранения заданного уровня производительности рекомендуется выбирать более позитивную геометрию Wiper.



-WL: идеальный контроль над стружкой при небольшом отношении f_n/a_p .

-WF: улучшенное стружкодробление при небольшом соотношении f_n/a_p . Также рекомендуется для снижения силы резания при возникновении вибраций.

-WMX: является первым выбором для всех областей применения. Максимальная производительность, универсальность и наилучшее качество поверхности.

-WM: наиболее прочная режущая кромка для работы в условиях прерывистого резания.

Острокромочные зачистные пластины Wiper CoroTurn® 107

Треугольные пластины T06 и T09 с геометрией Wiper -WK оптимизированы для использования в державках с углом в плане 91° . Они также могут использоваться в других державках, которые обеспечивают установочный угол в плане в пределах 90° – 92° .

Треугольные пластины T11 применяются в державках, имеющих угол в плане в диапазоне 91° – 93° .

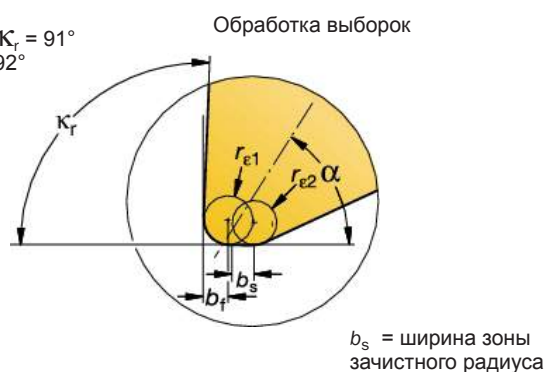
Пластины TCGX Wiper отличаются от стандартных пластин TCGT формой вершины, представляющей собой комбинацию радиусов. Это может оказывать незначительное влияние на размеры деталей при выполнении некоторых видов контурной обработки.



Влияние на размеры деталей

Влияние применения пластин TCGX на размер детали и его компенсация.

T06, T09 $\kappa_r = 91^\circ$
T11 $\kappa_r = 92^\circ$

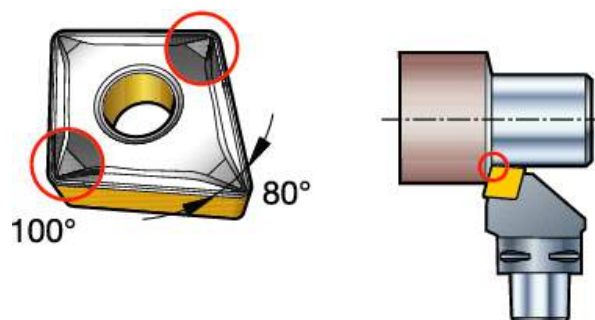


Тип пластины	Размеры, мм				
	α	$r_{\epsilon 1}$	$r_{\epsilon 2}$	b_s	b_f
CoroTurn® 107					
TCGX 06 T1 04R/L-WK	59°	0.26	0.23	0.29	0.26
TCGX 09 02 04R/L-WK	59°	0.25	0.23	0.29	0.27
TCGX 11 02 04R/L-WK	58°	0.24	0.23	0.29	0.26

Пластины CNMG с геометрией Wiper

Пластины без заднего угла T-Max P, ромбической формы CNMG 80° , при работе углом 100° работают как зачистные пластины.

За счет высокой подачи при работе пластиной с геометрией Wiper обеспечивается удовлетворительное стружколомание.



Пластины Wiper из керамики и кубического нитрида бора

Керамические пластины и пластины из кубического нитрида бора имеют оптимизированное для их области применения состояние режущей кромки. Пластины из керамики - T01020, T02520 и S01525. Пластины из кубического нитрида бора - T01030 и S01030.

Пример: T01020

T = отрицательная фаска
010 = ширина фаски 0.10 мм
20 = угол фаски 20° .

T Кромка с отрицательной фаской

S Округленная кромка с отрицательной фаской

Влияние на размеры детали

Влияние применения пластин DNMX и TNMX на размер детали и его компенсация.

Точение

B

Отрезка и обработка канавок

C

Нарезание Резьбы

D

Фрезерование

E

Сверление

F

Растачивание

G

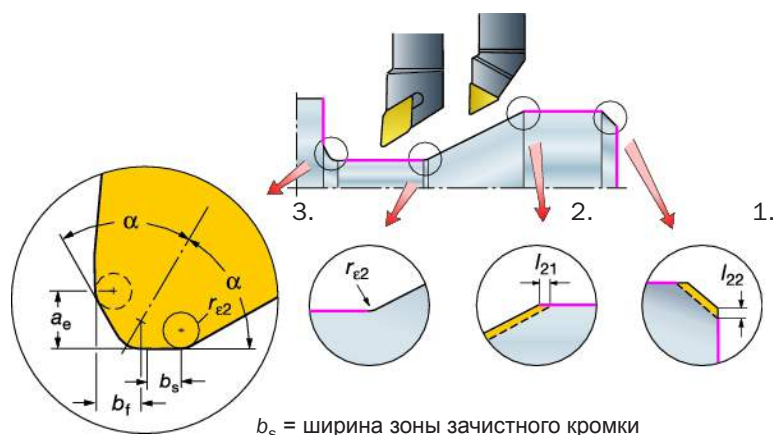
Инструментальная
оснастка

H

Материалы

I

Информация/
Указатель



— Зачистной эффект Wiper

----- Wiper (DNMX)

— Номинальное значение радиуса при вершине

b_s = ширина зоны зачистной кромки

Тип пластины	Размеры, мм	Вид операции	Размеры, мм						
			$r_{\epsilon 2}$	l_{22}	l_{21}	a_e	b_s	b_f	
1. Снятие фасок 45° 2. Контурная обработка 27° 22° 3. Обработка выборок									
T-Max® P									
DNMX	15 04 08-WMX	0.35		-0.01	0.24	—	0.82	0.55	0.61
	15 04 12-WMX	0.47		0.11	0.06	—	1.04	0.70	0.75
	15 04 16-WMX	0.87		0.04	0.26	—	1.55	0.85	1.22
	15 06 08-WMX	0.35		-0.01	0.24	—	0.82	0.55	0.61
	15 06 12-WMX	0.47		0.11	0.06	—	1.04	0.70	0.75
	15 06 16-WMX	0.87		0.04	0.26	—	1.55	0.85	1.22
DNMX	11 04 04-WF	0.30		0.01	0.09	—	0.42	0.18	0.41
	11 04 08-WF	0.40		0.06	0.04	—	0.73	0.42	0.56
	15 04 08-WF	0.40		0.06	0.04	—	0.73	0.42	0.56
	15 06 08-WF	0.40		0.06	0.04	—	0.73	0.42	0.56
DNMX	11 04 08-WM	0.40		0	0.21	—	0.82	0.50	0.63
	11 04 12-WM	0.40		0.09	0.02	—	0.99	0.59	0.85
	15 04 08-WM	0.40		0	0.21	—	0.82	0.50	0.63
	15 04 12-WM	0.40		0.10	0.03	—	0.99	0.59	0.85
	15 04 16-WM	0.40		0.09	0.05	—	1.30	0.73	1.24
	15 06 08-WM	0.40		0	0.21	—	0.82	0.50	0.63
	15 06 12-WM	0.40	0.10	0.01	—	0.99	0.59	0.85	
	15 06 16-WM	0.40	0.06	0.03	—	1.30	0.73	1.24	
TNMX	16 04 08-WMX	0.35		0.02	—	0.24	0.85	0.55	0.58
	16 04 12-WMX	0.56		0.15	—	0.07	1.09	0.70	0.70
TNMX	16 04 04-WF	0.30		0	—	0.10	0.44	0.18	0.34
	16 04 08-WF	0.40		0.06	—	0.07	0.76	0.39	0.56
TNMX	16 04 08-WM	0.40		0.01	—	0.24	0.86	0.53	0.68
	16 04 12-WM	0.40		0.09	—	0.05	1.03	0.54	0.90
TNMX	22 04 12-WR	0.50		0.03	—	0.41	1.29	0.82	1.28
	22 04 16-WR	0.8		0.03	—	0.48	1.70	0.99	1.68
CoroTurn® 107									
DCMX	07 02 02-WF	0.10			0.01	0.07	—	0.22	0.15
	07 02 04-WF	0.30	0		0.08	—	0.43	0.19	0.42
	07 02 08-WF	0.40	0.06		0.04	—	0.73	0.42	0.56
	11 T3 02-WF	0.10	0.01		0.07	—	0.22	0.15	0.16
	11 T3 04-WF	0.30	0		0.08	—	0.43	0.19	0.43
	11 T3 08-WF	0.40	0.06		0.05	—	0.73	0.42	0.56
DCMX	11 T3 04-WM	0.40	0		0.12	—	0.25	0.25	0.48
	11 T3 08-WM	0.40	0.04		0.09	—	0.74	0.44	0.56
TCMX	09 02 02-WF	0.10		0.01	—	0.08	0.24	0.16	0.17
	09 02 04-WF	0.25		0.10	—	0.19	0.48	0.27	0.39
	11 03 02-WF	0.10		0.01	—	0.08	0.24	0.16	0.17
	11 03 04-WF	0.25		0.03	—	0.19	0.48	0.26	0.44
	11 03 08-WF	0.52		0.04	—	0.08	0.38	0.39	0.75
	16 T3 08-WF	0.40		0.06	—	0.10	0.74	0.44	0.56
TCMX	11 03 08-WM	0.40		0.06	—	0.10	0.74	0.44	0.56
	16 T3 08-WM	0.40	0.06	—	0.10	0.74	0.44	0.56	

Система программирования EdgeCAM поддерживает функцию контурной обработки пластинами Wiper. Дополнительная информация на сайте www.edgcam.com.

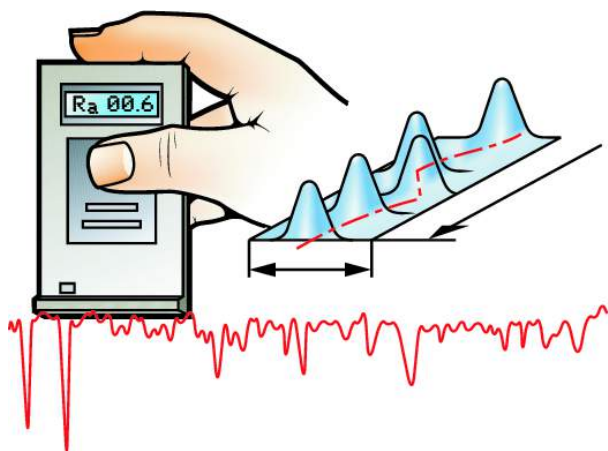
Сравнение пластин Wiper и стандартных пластин

В таблице показано различие в параметрах шероховатости обработанной поверхности при использовании стандартных пластин и пластин Wiper в зависимости от соотношения радиуса при вершине и величины подачи.

Примечание:

Все значения для пластин со стандартными радиусами получены теоретически для случаев использования пластин CNMG с радиусами, r_ϵ , 0,4, 0,8, 1,2 и DNMX с радиусом r_ϵ 1,6 мм. Параметры шероховатости, полученные при обработке пластинами иной формы, могут незначительно отличаться.

Значения параметра шероховатости R_a для пластин Wiper приведены на основе усредненных экспериментальных значений при обработке низколегированных конструкционных сталей. Фактический результат может несколько отличаться от табличных значений в зависимости от материала заготовки и жесткости системы СПИД.



Подача мм	Стандартная пластина r_ϵ 0.4 R_a мкм	Wiper (WF/WM) r_ϵ 0.4 R_a мкм	Стандартная пластина r_ϵ 0.8 R_a мкм	Wiper (WMX) r_ϵ 0.8 R_a мкм
0.07	0.31	0.30	–	–
0.10	0.63	0.32	0.31	–
0.12	0.90	0.45	0.45	–
0.15	1.41	0.70	0.70	0.25
0.18	2.03	1.00	1.01	0.30
0.20	2.50	1.25	1.25	0.35
0.22	3.48	1.74	1.74	0.40
0.25	–	–	2.25	0.45
0.28	–	–	2.82	0.50
0.30	–	–	3.23	0.55
0.35	–	–	4.40	0.60
0.40	–	–	5.75	0.7
0.45	–	–	8.54	1.1
0.50	–	–	10.55	1.3

Подача мм	Стандартная пластина r_ϵ 1.2 R_a мкм	Wiper (WMX) r_ϵ 1.2 R_a мкм	Стандартная пластина r_ϵ 1.6 R_a мкм	Wiper (WMX) r_ϵ 1.6 ¹⁾ R_a мкм
0.15	0.47	–	–	–
0.18	0.68	–	–	–
0.20	0.83	0.3	0.63	–
0.22	1.16	0.3	0.87	–
0.25	1.50	0.4	1.12	0.3
0.28	1.88	0.4	1.41	0.35
0.30	2.16	0.4	1.62	0.4
0.35	2.93	0.5	2.20	0.4
0.40	3.83	0.65	2.88	0.4
0.45	5.70	0.85	4.27	0.5
0.50	7.03	1.15	5.27	0.7
0.55	8.51	1.2	6.38	0.9
0.60	10.13	1.3	7.59	1.05
0.65	–	–	8.91	1.25
0.70	–	–	10.34	1.3
0.85	–	–	15.24	1.9
0.90	–	–	17.09	2.1

¹⁾ Параметры шероховатости соответствуют пластине DNMX с радиусом при вершине 1,6 мм.

Общие рекомендации по достижению необходимой чистоты обработки пластинами Wiper

- Чистота обработки зачастую может быть улучшена за счет повышения скорости резания.
- Выбранная геометрия пластины (нулевой, положительный или отрицательный передний угол, а также наличие заднего угла) значительно влияет на качество обработанной поверхности.
- Марка сплава оказывает незначительное влияние на величину шероховатости поверхности.
- При возникновении вибраций рекомендуется выбирать пластину с меньшим радиусом при вершине.

Пластины без задних углов

Геометрия пластины определяет характер процесса резания и прочность режущей кромки, а также диапазон удовлетворительного стружколомания в зависимости от глубины резания и подачи.

Геометрии пластин, специализированные для обработки различных материалов - стали, нержавеющей стали и чугуна - представлены в таблице ниже.

Более подробная информация о токарных геометриях приведена далее.

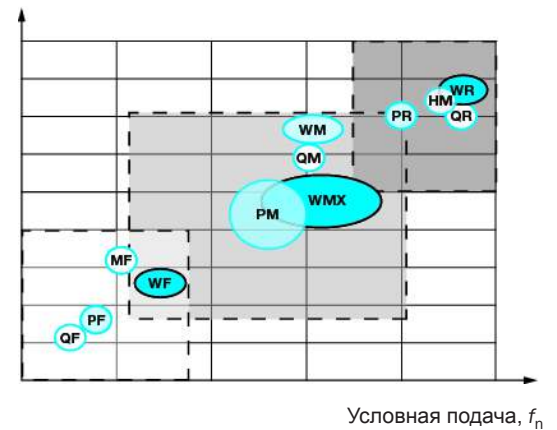
T-Max® P

	F Чистовая обработка	M Получистовая обработка	R Черновая обработка
P Сталь			
● Первый выбор	 -WF	 -WMX	 -WR
○ Альтернативный *вариант	 -PF	 -WM  -PM	 -PR
○ Допустимое решение	 -QF  -MF ¹⁾	 -QM	 -QR  -HM
M Нержавеющая сталь			
● Первый выбор	 -WF	 -WMX	 -MR
○ Альтернативный вариант	 -MF	 -WM  -MM	 -PR
○ Допустимое решение	 -QF	 -QM	
K Чугун/чугун с шаровидным графитом			
● Первый выбор	 -WF	 -WMX	 .NMA-KR  .NMG-KR
○ Альтернативный вариант	 -KF ²⁾  -NGA ²⁾	 -WM  -KM ²⁾  -NGA ²⁾	
○ Допустимое решение		 -PM	

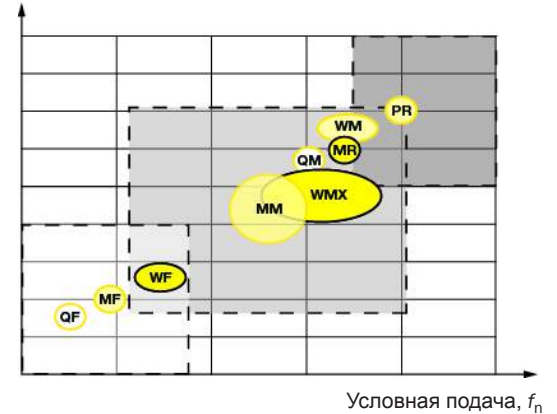
¹⁾ Геометрия -MF для обработки стали.

²⁾ Пластины из керамики для обработки серого чугуна.

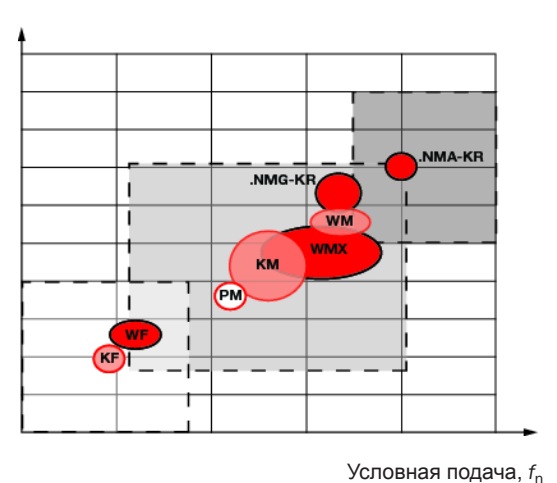
Условная прочность кромки



Условная прочность кромки



Условная прочность кромки



Принцип работы с диаграммой и выбор оптимальной геометрии

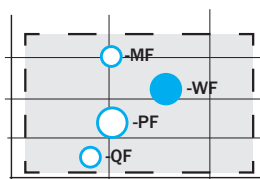
Пример: чистовая обработка стали

-WF

первый выбор для чистового точения стали.

Двукратное повышение подачи по сравнению с пластиной со стандартной геометрией или двукратное снижение шероховатости без изменения подачи.

Условная прочность кромки



-MF

– высокая прочность режущей кромки.

Условная подача, f_n

-QF

– сверхострая режущая кромка, стружколом для легкого чистового точения.

-PF

– острая режущая кромка, низкие силы резания.

Описание геометрий пластин

Пластины без задних углов – T-Max® P Wiper

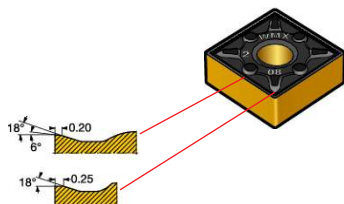
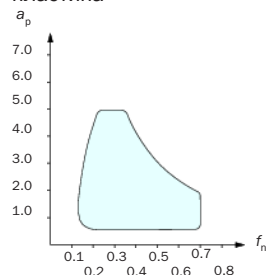
Чистовая и получистовая обработка – Wiper

-WMX



CNMG 12 04 08-WMX
 $a_p = 0.5 - 5.0$ мм
 $f_n = 0.15 - 0.7$ мм/об

Двухсторонняя пластина



-WMX – для максимальной производительности и универсальности на операциях чистового и получистового точения

Высокие подачи при обработке стали, нержавеющей стали и чугуна.

Подача: 0.15 – 0.8 мм/об. Глубина резания: 0.5 – 6.0 мм.

Тип операции: продольное точение и подрезка торца.

Тип деталей: валы, оси, втулки, шестерни и т.п.

Достоинства: трехкратное повышение подачи по сравнению с пластиной со стандартной геометрией и улучшение шероховатости. Первый выбор для получения отличной чистоты поверхности. Может заменить операцию шлифования. Улучшенное стружкодробление за счет высоких подач. Высокая стойкость (на деталь/на кромку) вследствие меньшей загруженности кромки.

Ограничения: при нежесткости заготовки возможно появление вибраций; ограниченные возможности по профильному точению; матовая поверхность обработки.

Общие рекомендации: трехкратное увеличение подачи по сравнению с пластиной со стандартной геометрией для сокращения времени цикла. Возможная оптимизация: применение геометрий WF или WM.

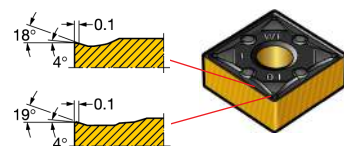
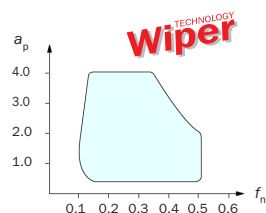
Чистовая обработка – Wiper

-WF



CNMG 12 04 08-WF
 $a_p = 0.25 - 4.0$ мм
 $f_n = 0.1 - 0.5$ мм/об

Двухсторонняя пластина



-WF – для чистового точения стали, нержавеющей стали и чугуна с высокими значениями подачи.

Подача: 0.05 – 0.6 мм/об. Глубина резания: 0.20 – 4.0 мм.

Тип операции: продольное точение и подрезка торца.

Тип деталей: жесткие валы, оси, втулки, шестерни и т.п.

Достоинства: двукратное повышение подачи по сравнению с пластиной со стандартной геометрией или снижение шероховатости без изменения подачи. Первый выбор для получения отличной чистоты поверхности. Может заменить операцию шлифования. Улучшенное стружкодробление за счет высоких подач. Высокая стойкость (на деталь/на кромку) вследствие меньшей загруженности кромки.

Ограничения: при нежесткости заготовки возможно появление вибраций; ограниченные возможности по профильному точению; для безвольфрамовых твердых сплавов меньшие значения скорости и подачи; матовая поверхность обработки.

Общие рекомендации: двукратное увеличение подачи по сравнению с пластиной со стандартной геометрией для сокращения времени цикла. Возможная оптимизация: применение геометрии WMX, безвольфрамовый твердый сплав для улучшения шероховатости обрабатываемой поверхности.

Описание геометрий пластин

Пластины без задних углов – T-Max® P Wiper

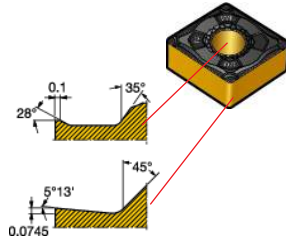
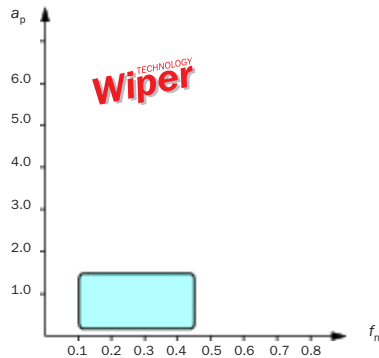
Чистовая обработка – Wiper

-WL



CNMG 12 04 08-WL
 $a_p = 0.2 - 1.5$ мм
 $f_n = 0.1 - 0.45$ мм/об

Двухсторонняя пластина



-WL – для чистового точения низкоуглеродистых сталей
 Хороший контроль над стружкодроблением и высокие подачи.
 Подача: 0.1 – 0.45 мм/об. Глубина резания: 0.2 – 1.5 мм.

Тип операции: продольное точение и подрезка торца.

Тип деталей: в основном детали из низкоуглеродистой стали.

Достоинства: повышенная производительность и качество поверхности на высоких подачах. Сниженная вероятность пакетирования стружки, в результате чего обеспечивается бесперебойность производства и уменьшается время простоев.

Ограничения: возможно появление вибраций при обработке нежестких деталей; ограниченные возможности по профильной обработке; обработанная поверхность может выглядеть матовой.

Общие рекомендации: сплав GC4215 рекомендуется для надежной и стабильной обработки стали; сплав GC1525 рекомендуется для получения поверхности высокого качества при наличии ограничений по скорости резания; сплав GC2025 подойдет для обработки вязких материалов и отвечает высоким требованиям по прочности.

Возможная оптимизация: применение геометрии LC.

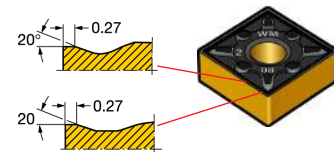
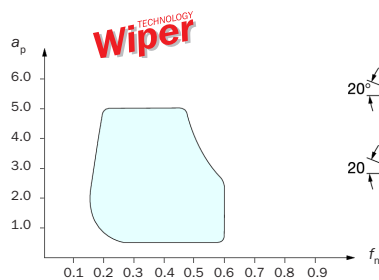
Получистовая обработка – Wiper

-WM



CNMG 12 04 08-WM
 $a_p = 0.5 - 5.0$ мм
 $f_n = 0.15 - 0.6$ мм/об

Двухсторонняя пластина



-WM – для чистового точения

с большими подачами стали, чугуна и нержавеющей стали.

Подача: 0.15 – 0.9 мм/об. Глубина резания: 0.6 – 5.0 мм.

Тип операции: продольное точение и подрезка торца.

Тип деталей: жесткие валы, оси, ступицы, шестерни и т.п.

Достоинства: удвоенная величина подачи при таком же качестве обработанной поверхности или улучшенное вдвое качество поверхности при той же подаче. Идеальный выбор при необходимости обеспечить высокое качество поверхности. Может заменить операцию шлифования. Хорошее стружколомание благодаря высокой величине подачи.

Повышенная стойкость кромки на деталь по причине сокращения времени резания из-за увеличенного значения подачи.

Ограничения: склонность к вибрациям при обработке нежестких деталей; ограниченные возможности профильного точения; невысокие подачи и глубины резания для керметов; обработанная поверхность зачастую выглядит матовой.

Общие рекомендации: увеличение вдвое величины подачи, по сравнению со стандартной геометрией, значительно снижает время обработки.

Возможная оптимизация: применение геометрии WF или WR.

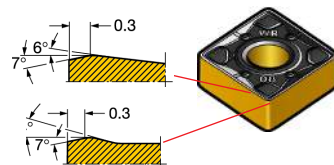
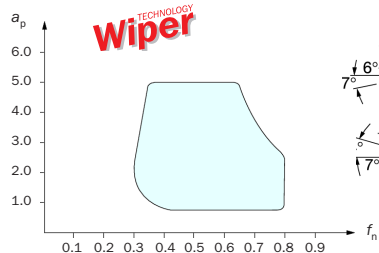
Черновая обработка – Wiper

-WR



CNMG 12 04 08-WR
 $a_p = 0.8 - 5.0$ мм
 $f_n = 0.3 - 0.8$ мм/об

Односторонняя пластина



-WR - от черного до получистового точения

стали и чугуна с очень высокой подачей.

Подача: 0.3 – 1.3 мм/об. Глубина резания: 0.8 – 6.7 мм.

Тип операции: продольное точение и подрезка торца.

Тип деталей: валы, оси, шестерни и т.п.

Достоинства: высокая прочность односторонней пластины с геометрией WR обеспечивает высокую скорость удаления материала и надежность положения пластины в гнезде.

Зачастую применение пластины исключает получистовую и чистовую обработку. Разработанная специально для обработки поковок, отливок, предварительно обработанных заготовок, данная геометрия обеспечивает наименьшую норму расхода пластин.

Ограничения: склонность к повышенным силам резания. При обработке материалов, склонных к выкрашиванию, возможно неудовлетворительное качество поверхности. Глубина резания в некоторых случаях может быть ограничена. Не рекомендуется крепление рычагом по причине риска перемещения пластины в гнезде.

Общие рекомендации: в сочетании с износостойким и высокопроизводительным сплавом GC4205 достигается высокая сопротивляемость пластической деформации.

Возможная оптимизация: применение односторонней пластины с геометриями PR, QR, HR и двухсторонней пластины с геометрией HM.

Описание геометрий пластин

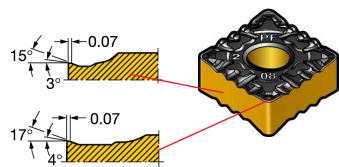
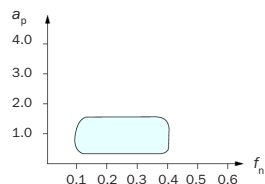
Пластины без задних углов – T-Max® P

Чистовая обработка

-PF P

CNMG 12 04 08-PF
 $a_p = 0.3 - 1.5$ мм
 $f_n = 0.1 - 0.4$ мм/об

Двухсторонняя пластина



-PF - для чистового точения

с хорошим контролем над стружкообразованием для всех видов сталей.
 Подача: 0.07 – 0.5 мм/об. Глубина резания: 0.25 – 1.5 мм.

Тип операции: продольное точение, подрезка торца, обратное и профильное точение.

Тип деталей: оси и шестерни с повышенными требованиями к обработанной поверхности.

Достоинства: геометрия обеспечивает низкие силы резания, что весьма важно для точения тонких валов, тонкостенных и нежестко закрепленных деталей.

Ограничения: по глубине резания и подаче.

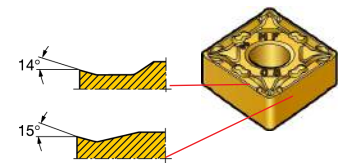
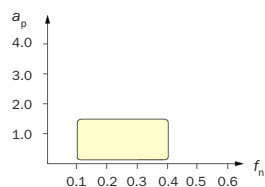
Общие рекомендации: в комбинации с износостойким сплавом (например, GC4215) достигается максимальная производительность; в случае повышенных требований к качеству обработанной поверхности рекомендуется применять кермет, при этом скорость резания должна быть лимитирована.

Возможная оптимизация: применение -WF геометрии в сочетании с керметом.

-MF M S

CNMG 12 04 08-MF
 $a_p = 0.1 - 1.5$ мм
 $f_n = 0.1 - 0.4$ мм/об

Двухсторонняя пластина



-MF - для чистового точения

нержавеющих сталей с хорошим контролем над стружкообразованием.
 Подача: 0.05 – 0.5 мм/об. Глубина резания: 0.1 – 3.8 мм.

Тип операции: в основном чистовая обработка.

Тип деталей: детали из нержавеющей стали.

Достоинства: геометрия, обеспечивающая низкие усилия резания, рекомендуется для обработки нежестких валов, тонкостенных деталей и при нежестком закреплении заготовки. Благодаря положительным передним углам, уменьшается тенденция к наростообразованию, что способствует хорошему качеству обработанной поверхности и высокой стойкости пластины.

Ограничения: по глубине резания и значению подачи.

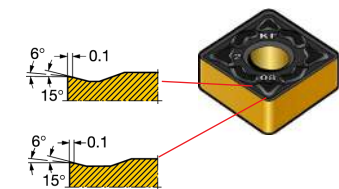
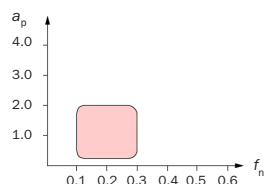
Общие рекомендации: особенно подходит для наружной обработки поверхностей, имеющих высокие требования по качеству (параметры шероховатости и визуальная чистота поверхности).

Возможная оптимизация: применение пластин с геометрией -R/L K (острокромочная геометрия) и пластин с геометрией -WL.

-KF K

CNMG 12 04 08-KF
 $a_p = 0.15 - 2.0$ мм
 $f_n = 0.1 - 0.3$ мм/об

Двухсторонняя пластина



-KF – для чистового точения

серого чугуна и чугуна с шаровидным графитом.

Подача: 0.08 – 0.35 мм/об. Глубина резания: 0.15 – 2.5 мм.

Тип операции: продольное, профильное точение и подрезка торца.

Тип деталей: в основном детали из чугуна.

Достоинства: положительная геометрия, позволяющая снизить усилия резания, подходит для обработки заготовок, склонных к возникновению вибраций или нежестко закрепленных. Снижает риск появления выкрашиваний на обработанной поверхности при точении в условиях прерывистого резания. Обеспечивает повышенное качество поверхности.

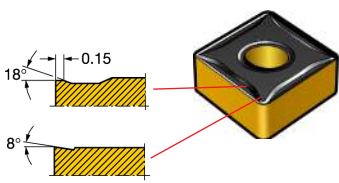
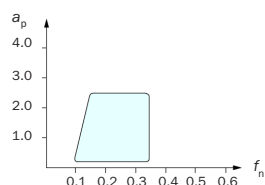
Ограничения: ограниченный диапазон подач и глубин резания.
 Общие рекомендации: рекомендуется использовать с высокопрочным сплавом GC3215 для обеспечения максимальной эффективности обработки.

Возможная оптимизация: применение зачистной пластины WMX.

-QF P

CNMG 12 04 08-QF
 $a_p = 0.2 - 2.5$ мм
 $f_n = 0.1 - 0.35$ мм/об

Двухсторонняя пластина



-QF – для суперфинишного точения

всех видов сталей с обеспечением стабильного стружкообразования.

Подача: 0.07 – 0.4 мм/об. Глубина резания: 0.2 – 2.5 мм.

Тип операции: продольное, профильное точение и подрезка торца.

Тип деталей: в основном детали мелкосерийного производства из стали.

Достоинства: острая режущая кромка, обеспечивающая плавный процесс с низкими усилиями резания; хороший выбор для обработки нежестких, тонкостенных деталей или деталей, закрепленных недостаточно жестко.

Ограничения: по режимам резания (подаче и глубине резания). Более узкая область применения по сравнению с геометрией PF.

Общие рекомендации: может выступать в качестве альтернативы геометрии PF для легкой чистовой обработки в условиях хорошего стружкодробления. При необходимости обеспечить высокое качество поверхности следует отдавать предпочтение кермету, но работать с ограничением по скорости резания.

Возможная оптимизация: применение геометрий PF и WMX.

Описание геометрий пластин

Пластины без задних углов – T-Max® P

Чистовая обработка

-MF P

CNMG 12 04 08-MF
 $a_p = 0.5 - 4.0$ мм
 $f_n = 0.15 - 0.5$ мм/об

-MF (сталь -P)– для чистового точения деталей из стали (альтернатива для ковких и упрочняемых в процессе резания сталей)

Подача: 0.18 – 0.65 мм/об. Глубина резания: 1 – 8 мм.

Тип операции: продольное, профильное точение и подрезка торца.

Тип деталей: в основном детали из конструкционной и нержавеющей сталей.

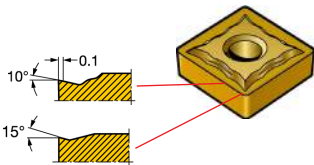
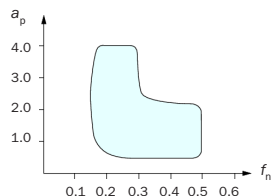
Достоинства: широкая область применения, подходит для получистового и чистового точения с обеспечением стабильного стружколомания в области невысоких режимов резания. Хорошая альтернатива для обработки вязких материалов.

Ограничения: по значениям глубины резания и подачи (ниже по сравнению с геометрией PF).

Общие рекомендации: альтернативное решение геометриям PF и MF в области невысоких режимов резания.

Возможная оптимизация: применение геометрий PF, MF и WF.

Двухсторонняя пластина



-LC P M

CNMG 12 04 08-LC
 $a_p = 0.2 - 1.5$ мм
 $f_n = 0.1 - 0.35$ мм/об

-LC – для чистового точения низкоуглеродистых сталей с хорошим контролем над стружкообразованием.

Подача: 0.1 – 0.35 мм/об. Глубина резания: 0.2 – 1.5 мм.

Тип операции: продольное, профильное точение и подрезка торца.

Тип деталей: детали из низкоуглеродистых сталей.

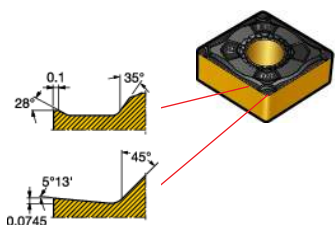
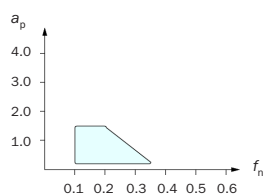
Достоинства: минимален риск пакетирования стружки, что сокращает время простоев.

Ограничения: по глубине резания.

Общие рекомендации: сплав GC4215 для стабильной обработки стали; сплав GC1525 рекомендуется для получения поверхности высокого качества с ограничениями по скорости резания; сплав GC2025 подойдет для обработки вязких материалов на операциях с высокими требованиями по прочности сплава.

Возможная оптимизация: применение геометрии WL.

Двухсторонняя пластина



.NGP S M

CNGP 12 04 08
 $a_p = 0.2 - 1.3$ мм
 $f_n = 0.1 - 0.25$ мм/об

.NGP - для чистового точения жаропрочных сплавов и нержавеющей сталей.

Подача: 0.02 – 0.25 мм/об. Глубина резания: 0.05 – 1.3 мм.

Тип операции: продольное, профильное точение и подрезка торца.

Тип деталей: обработка деталей из данных групп материалов.

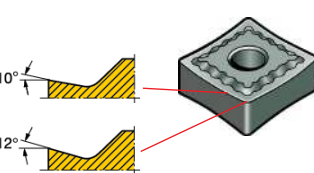
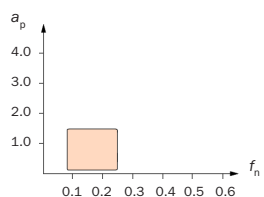
Достоинства: положительная геометрия, обеспечивающая невысокие усилия резания, рекомендуется для обработки нежестких валов, тонкостенных деталей или деталей, закрепленных недостаточно надежно. Шлифованная режущая кромка, обладающая высокой остротой.

Ограничения: по глубине резания и подаче в пределах области стружколомания.

Общие рекомендации: для обеспечения надежности обработки рекомендуется выбирать сплав GC1105, а при необходимости достичь наивысшей производительности данную геометрию рекомендуется использовать со сплавом S05F.

Возможная оптимизация: применение геометрий -23 и -MF.

Двухсторонняя пластина



R/L-K P M

TNMG 16 04 04 R-K
 $a_p = 0.7 - 5.0$ мм
 $f_n = 0.14 - 0.3$ мм/об

R/L-K - для чистового ненагруженного точения конструкционных и нержавеющей сталей.

Подача: 0.14 – 0.50 мм/об. Глубина резания: 0.7 – 5 мм.

Тип операции: точение, подрезка торца и профильное точение.

Тип деталей: нежестко закрепленные детали типа валов и осей, с высокими требованиями по качеству поверхности.

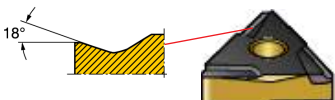
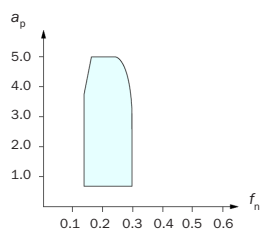
Достоинства: плавность процесса резания, низкие усилия резания, оптимальное решение для обработки нежестких, тонкостенных деталей.

Ограничения: по глубине резания и подаче. Открытая геометрия стружколома сужает диапазон удовлетворительного стружкодробления.

Общие рекомендации: для достижения максимальной производительности рекомендуется использовать сплав GC4215, а при желании получить поверхность высокого качества следует отдать предпочтение кермету, но работать с ограничениями по скорости резания.

Возможная оптимизация: использование геометрий -PF, MF и кермету.

Двухсторонняя пластина



Описание геометрий пластин

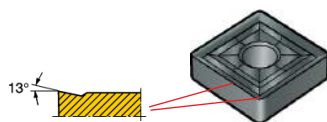
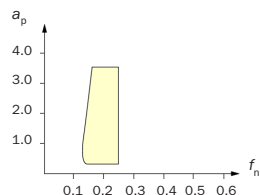
Пластины без задних углов – T-Max® P

Чистовая и получистовая обработка

-23 **S**

CNMG 12 04 08-23
 $a_p = 0.36 - 3.6$ мм
 $f_n = 0.13 - 0.24$ мм/об

Двухсторонняя пластина



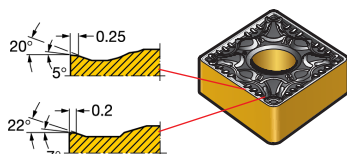
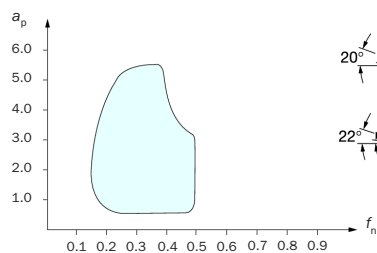
-23 – для чистового и получистового точения жаропрочных сплавов, сопровождающегося невысокими усилиями резания.
 Чистовая и получистовая обработка – Подача: 0.15 – 0.70 мм/об. Глубина резания: 0.2 – 8 мм.
 Тип операции: продольное, профильное точение и подрезка торца.
 Тип деталей: главным образом детали из жаропрочных сплавов.
 Достоинства: острокрытая геометрия, обеспечивающая низкие усилия резания, рекомендуется для обработки нежестких валов, тонкостенных деталей и деталей, вызывающих трудности по их закреплению. Положительная геометрия минимизирует склонность к наростообразованию, результатом чего являются хорошее качество поверхности и высокая стойкость пластины.
 Ограничения: склонность к лункообразованию и риск поломки пластины.
 Общие рекомендации: использовать при необходимости снизить усилия резания.
 Возможная оптимизация: применение геометрии -SR (с более прочной режущей кромкой) и геометрии -MF.

Получистовая обработка

-PM **P**

CNMG 12 04 08-PM
 $a_p = 0.5 - 5.5$ мм
 $f_n = 0.15 - 0.5$ мм/об

Двухсторонняя пластина

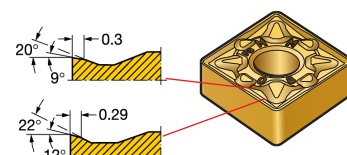
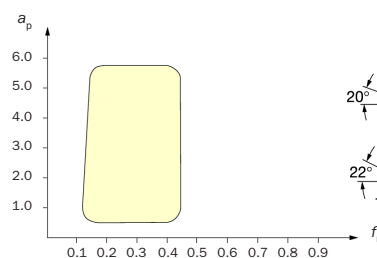


-PM – для получистового точения стали в широком режимном диапазоне.
 Подача: 0.1 – 0.65 мм/об. Глубина резания: 0.4 – 8.6 мм.
 Тип операции: продольное точение, подрезка торца и профильная обработка.
 Тип деталей: стальные оси, ступицы, шестерни и т.п.
 Достоинства: универсальная и в тоже время надежная геометрия создает хорошие условия для резания.
 Ограничения: существует риск перегрузки режущей кромки при завышении глубины резания и подачи.
 Общие рекомендации: в комбинации с износостойким сплавом, таким как GC4225, достигается высокая производительность.
 Возможная оптимизация: применение геометрии -WMMX.

-MM **M**

CNMG 12 04 08-MM
 $a_p = 0.5 - 5.7$ мм
 $f_n = 0.10 - 0.45$ мм/об

Двухсторонняя пластина

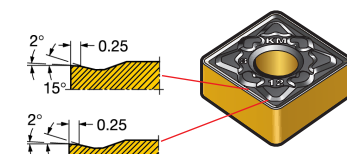
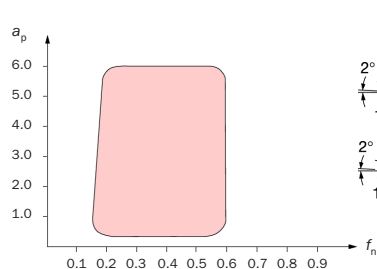


-MM – для получистового точения нержавеющей стали с высокой степенью универсальности.
 Подача: 0.10 – 0.65 мм/об. Глубина резания: 0.5 – 8.5 мм.
 Тип операции: продольное, профильное точение и подрезка торца.
 Тип деталей: в основном детали из нержавеющей стали.
 Достоинства: надежная и стабильная обработка без проблем.
 Ограничения: чувствительна к литейной и поковочной корке, а также не рекомендуется использовать в условиях прерывистого резания.
 Общие рекомендации: универсальная геометрия для обработки всех типов нержавеющей стали.
 Возможная оптимизация: использование пластин с геометриями -WMMX и MR для прерывистого резания.

-KM **K**

CNMG 12 04 08-KM
 $a_p = 0.2 - 6.0$ мм
 $f_n = 0.15 - 0.5$ мм/об

Двухсторонняя пластина



-KM – для получистового точения серого чугуна и чугуна с шаровидным графитом.
 Подача: 0.15 – 0.7 мм/об. Глубина резания: 0.2 – 9 мм.
 Тип операции: продольное, профильное точение и подрезка торца.
 Тип деталей: в основном детали из чугуна.
 Достоинства: надежная обработка без непредвиденных остановок на чистовых и легких черновых этапах обработки.
 Ограничения: недостаточная прочность режущей кромки для работы в условиях прерывистого резания.
 Общие рекомендации: универсальная геометрия для обработки различных деталей из серого чугуна и из чугуна с шаровидным графитом.
 Возможная оптимизация: применение геометрии -WMMX.

Описание геометрий пластин

Пластины без задних углов – T-Max® P

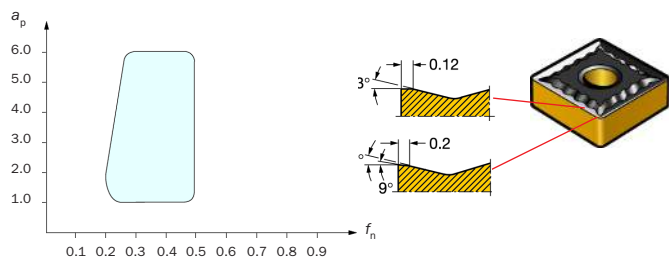
-QM



CNMG 12 04 08-QM

 $a_p = 1.0 - 6.0$ мм $f_n = 0.2 - 0.5$ мм/об

Двухсторонняя пластина



-QM – для полустачного точения

стали, нержавеющей стали, чугуна и жаропрочных сплавов.

Подача: 0.18 – 0.65 мм/об. Глубина резания: 1 – 8 мм.

Тип операции: продольное точение, подрезка торца и профильная обработка.

Тип деталей: продукция мелкосерийного производства из нержавеющей стали, чугуна и жаропрочных сплавов.

Достоинства: широкая область применения в диапазоне от полустачных до легких черновых режимов при обработке различных групп материалов.

Ограничения: поддается оптимизации в зависимости от обрабатываемого материала.

Общие рекомендации: альтернативное решение геометриям PM и MM, когда требуется высокая стабильность обработки, а также альтернативное решение геометрии KM, когда необходимо снизить усилия резания. Возможная оптимизация: применение геометрий WMX, PM, MM и KM.

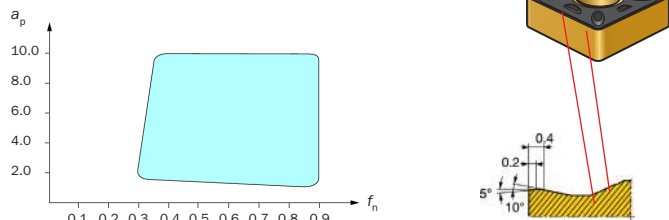
-HM



CNMG 19 06 16-HM

 $a_p = 1.5 - 10.0$ мм $f_n = 0.3 - 0.9$ мм/об

Двухсторонняя пластина



-HM – для полустачного и черногого точения

конструкционной и нержавеющей стали с высокой производительностью.

Подача: 0.25 – 0.90 мм/об. Глубина резания: 1.0 – 10.0 мм.

Тип операции: продольное резание, подрезка торца и профильная обработка.

Тип деталей: маслопроводы, клапана и соединительные элементы.

Достоинства: Двухсторонняя пластина большого размера обладает высокой прочностью и подходит для работы в тяжелых условиях, таких как наличие на заготовке литевой и поковочной корки, овальность заготовки и прерывистое резание.

Ограничения: наблюдается склонность к вибрациям при нечетком закреплении детали, причиной чему служит повышенная прочность режущей кромки; ограниченные возможности по профильной обработке. Общие рекомендации: рекомендуется использовать со сплавом GC4225 для обработки конструкционных сталей, а для нержавеющей сталей следует выбирать сплав GC2025.

Возможная оптимизация: применение пластин с геометриями -PR, MR (сталь) и QM.

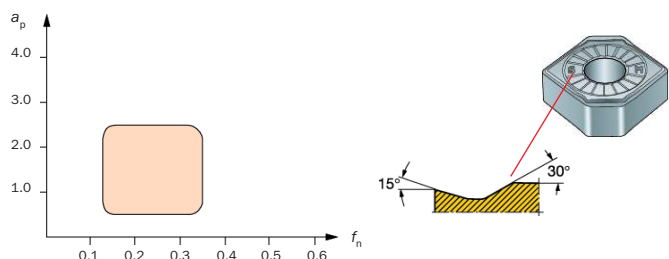
.NMX -SM



CNMX 12 04 A1-SM

 $a_p = 0.5 - 1.5$ мм $f_n = 0.13 - 0.35$ мм/об

Двухсторонняя пластина



.NMX -SM (Xcel) – для полустачного точения

титановых и жаропрочных сплавов и нержавеющей сталей. Пластины двух типов:

A1 Подача: 0.13 – 0.35 мм/об. Глубина резания: 0.5 – 1.5 мм

A2 Подача: 0.13 – 0.35 мм/об. Глубина резания: 0.5 – 2.5 мм

Тип операции: продольное резание и подрезка торца.

Тип деталей: тела вращения.

Достоинства: повышенная стойкость к образованию проточин, что способствует хорошей стойкости инструмента при обработке данных групп материалов; возможна обработка с большими подачами благодаря небольшой толщине образующейся стружки.

Ограничения: по глубине резания, по возможности точения вблизи оси вращения детали. Необходимость применять последующую обработку при точении прямых углов, стандартная державка требует доработки и замены опорной пластины.

Общие рекомендации: для наивысшей производительности использовать вместе со сплавом с высокой износостойкостью (S05F).

Возможная оптимизация: квадратные пластины для обработки с большими глубинами резания; круглые пластины, когда необходима более надежная геометрия.

Черновая обработка

-PR



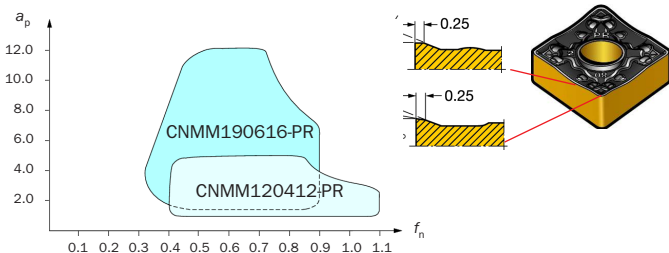
CNMM 12 04 12-PR

 $a_p = 1.0 - 5.0$ мм $f_n = 0.25 - 0.7$ мм/об

CNMM 19 06 16-PR

 $a_p = 1.5 - 12.0$ мм $f_n = 0.32 - 0.9$ мм/об

Односторонняя пластина



-PR (одностороннее исполнение) – для черногого точения

с возможностью съема больших объемов металла при обработке стали.

Подача: 0.2 – 1.2 мм/об. Глубина резания: 0.7 – 12 мм.

Тип операции: продольное точение, подрезка торца и профильная обработка.

Тип деталей: стальные оси, ступицы, шестерни и т.п.

Достоинства: положительная геометрия для черногого точения с низкими усилиями резания, широкая область применения, высокая надежность пластины одностороннего исполнения.

Ограничения: при работе с глубиной резания, превышающей половину длины режущей кромки, возможно возникновение чрезмерных сил резания.

Общие рекомендации: в сочетании с высоконадежным сплавом GC4225 обеспечивает максимальную производительность.

Возможная оптимизация: применение геометрий -QR, WR и пластин двухстороннего исполнения с геометриями -HM и PR.

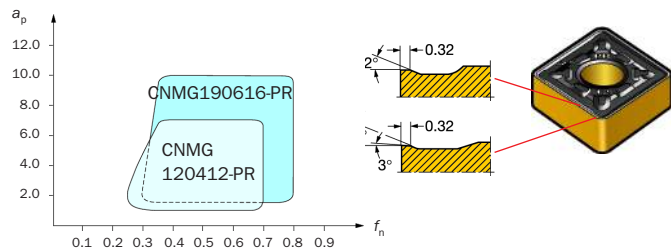
Описание геометрий пластин

Пластины без задних углов – T-Max® P

Черновая обработка

-PR **P M** CNMG 12 04 12-PR $a_p = 1.0 - 7.0$ мм $f_n = 0.25 - 0.7$ мм/об
CNMG 19 06 16-PR $a_p = 1.5 - 10.0$ мм $f_n = 0.3 - 0.8$ мм/об

Двухсторонняя пластина

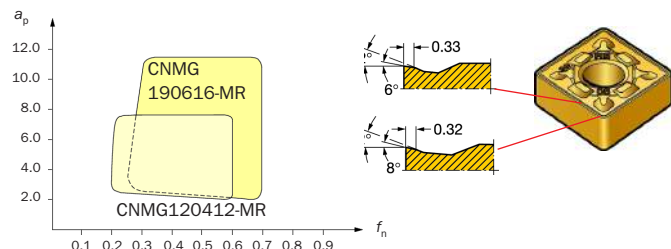


-PR (двухстороннее исполнение) – для чернового точения с возможностью быстрого съема больших объемов материала при обработке конструкционных и нержавеющей сталей. Подача: 0.2 – 1.2 мм/об. Глубина резания: 0.7 – 15 мм. Тип операции: продольное точение, подрезка торца и профильная обработка.

Тип деталей: стальные оси, ступицы, шестерни и т.п.
Достоинства: универсальность двухсторонней пластины данной геометрии дает значительную экономию при черновой обработке.
Ограничения: при повышенных режимах резания возможна перегрузка режущей кромки, либо смещение пластины в гнезде при закреплении пластины рычагом.
Общие рекомендации: комбинация геометрии PR с прочным сплавом GC4225 обеспечит максимальную производительность.
Возможная оптимизация: применение односторонней пластины с геометриями WR и PR.

-MR **M** CNMG 12 04 12-MR $a_p = 2.0 - 7.6$ мм $f_n = 0.15 - 0.6$ мм/об
CNMG 19 06 16-MR $a_p = 2.0 - 11.4$ мм $f_n = 0.15 - 0.7$ мм/об

Двухсторонняя пластина

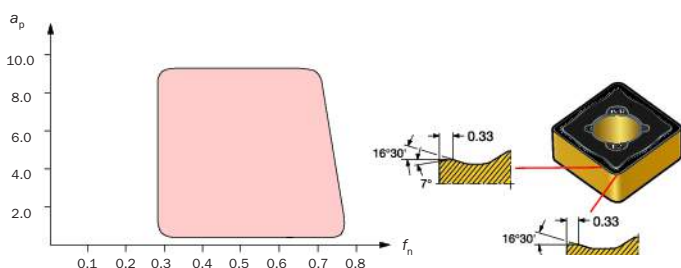


-MR – для чернового точения нержавеющей сталей с высокой скоростью удаления материала. Подача: 0.15 – 1 мм/об. Глубина резания: 1.5 – 11.4 мм. Тип операции: продольное точение, подрезка торца и профильная обработка.

Тип деталей: в основном детали из нержавеющей стали.
Достоинства: широкая область применения для черновых операций, двухстороннее исполнение обеспечивает экономическую эффективность обработки.
Ограничения: существует риск превышения допустимой нагрузки на режущую кромку (для двухсторонних пластин).
Общие рекомендации: рекомендуется использовать со сплавом высокой прочности GC2025 для обеспечения максимальной производительности.
Возможная оптимизация: применение односторонних пластин MR.

-KR **K** CNMG 16 06 16-KR $a_p = 1.0 - 9.3$ мм $f_n = 0.3 - 0.85$ мм/об

Двухсторонняя пластина

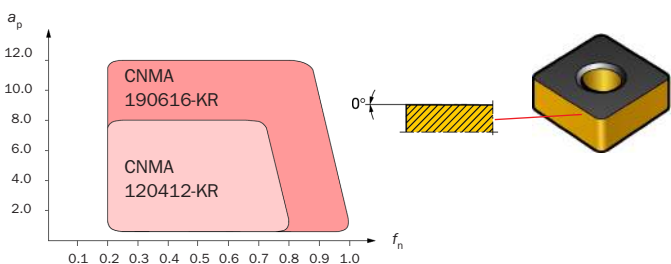


.NMG -KR – для чернового точения серого чугуна и чугуна с шаровидным графитом. Подача: 0.19 – 0.85 мм/об. Глубина резания: 0.4 – 14.0 мм. Тип операции: продольное точение, подрезка торца и некоторые виды профильной обработки.

Тип деталей: в основном детали из чугуна.
Достоинства: широкий диапазон применения для черновых операций, пластины двухстороннего исполнения повышают экономическую эффективность обработки.
Ограничения: при небольших глубинах резания и/или подачах наблюдается тенденция роста сил резания. При повышении режимов резания существует риск смещения пластины при использовании системы крепления рычагом.
Общие рекомендации: рекомендуется использовать с более износостойким сплавом, например, GC3205 или GC3210 для обеспечения высокой производительности.
Возможная оптимизация: применение геометрий NMA-KR, -KM.

-KR **K** CNMA 12 04 12-KR $a_p = 0.3 - 8.0$ мм $f_n = 0.2 - 0.8$ мм/об
.NMA CNMA 19 06 16-KR $a_p = 0.3 - 12.0$ мм $f_n = 0.2 - 1.0$ мм/об

Двухсторонняя пластина



.NMA -KR – для чернового точения серого чугуна и чугуна с шаровидным графитом. Подача: 0.1 – 1.19 мм/об. Глубина резания: 0.2 – 12 мм. Тип операции: продольное точение, подрезка торца и некоторые виды профильной обработки.

Тип деталей: в основном детали из чугуна.
Достоинства: широкий диапазон применения для черновых операций.
Ограничения: большое значение радиальной составляющей силы резания может оказывать нежелательное воздействие на деталь и систему крепления.
Общие рекомендации: рекомендуется использовать с более износостойким сплавом, например, GC3205 или GC3210 для обеспечения высокой производительности.
Возможная оптимизация: применение геометрий NMG-KR, -KM.

Описание геометрий пластин

Пластины без задних углов – T-Max® P

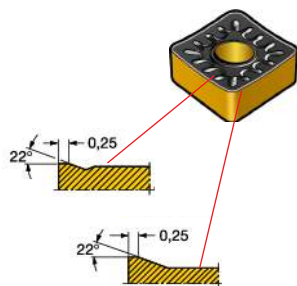
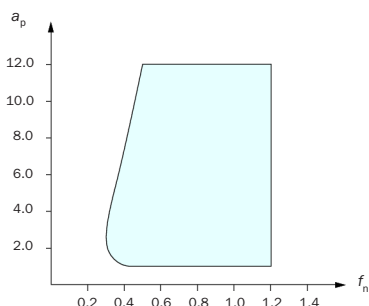
Черновая обработка

-QR



CNMM 19 06 16-QR
 $a_p = 2.0 - 12.0$ мм
 $f_n = 0.35 - 1.2$ мм/об

Односторонняя пластина



-QR – для черного точения

стали с высокой степенью универсальности.

Подача: 0.3 – 1.5 мм/об. Глубина резания: 2.0 – 12.0 мм.

Тип операции: продольное точение, подрезка торца и профильная обработка.

Тип деталей: в основном продукция мелкосерийного производства из стали. Достоинства: широкий диапазон применения на этапе черновой обработки, включая легкую.

Ограничения: поддается оптимизации в зависимости от обрабатываемого материала.

Общие рекомендации: альтернативное решение геометрии -PR, когда требуется повышенная стабильность обработки.

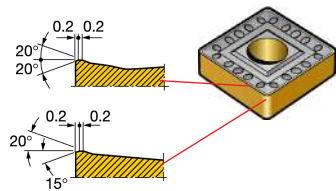
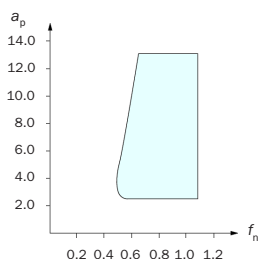
Возможная оптимизация: использование односторонних пластин с геометрией -PR.

-HR



CNMM 19 06 16-HR
 $a_p = 2.4 - 13$ мм
 $f_n = 0.5 - 1.1$ мм/об

Односторонняя пластина



-HR (одностороннее исполнение) – для тяжелого черного точения стали

Подача: 0.5 – 1.8 мм/об. Глубина резания: 2.4 – 17 мм.

Тип операции: продольное точение и подрезка торца.

Тип деталей: валы, оси, ступицы и т.п.

Достоинства: чрезвычайно прочная режущая кромка обеспечивает высокую надежность черного точения.

Ограничения: склонность к повышенным силам резания.

Общие рекомендации: для достижения наивысшей производительности рекомендуется использовать с надежным универсальным сплавом GC4225.

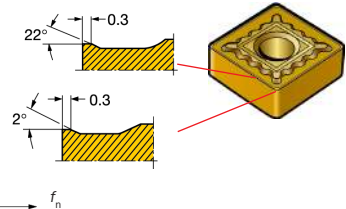
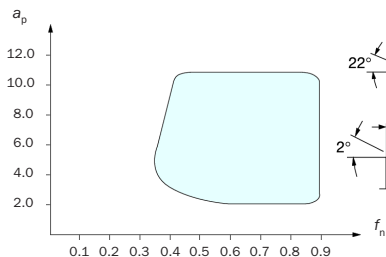
Возможная оптимизация: применение односторонних пластин с геометрией PR, QR и WR.

-MR



CNMG 16 06 16-MR
 $a_p = 2.0 - 10.7$ мм
 $f_n = 0.35 - 0.9$ мм/об

Двухсторонняя пластина



-MR - для черного точения

стали (альтернатива для неудовлетворительных условий обработки).

Подача: 0.3 – 1.2 мм/об. Глубина резания: 1 – 12 мм.

Тип операции: в основном продольное точение и подрезка торца.

Тип деталей: стальные валы, оси, ступицы, шестерни и т.п.

Достоинства: универсальная геометрия, двухсторонняя пластина гарантирует надежность обработки с прерывистым резанием и поверхностей с песчаными включениями.

Ограничения: существует риск превышения допустимой нагрузки на режущую кромку, а также при повышенных режимах возможно смещение пластины при использовании крепления рычагом.

Общие рекомендации: для наивысшей производительности использовать вместе с высокопрочным сплавом GC4225.

Возможная оптимизация: применение геометрии HM и односторонних пластин с геометрией PR.

Описание геометрий пластин

Пластины без задних углов – T-Max® P Wiper

Черновая обработка

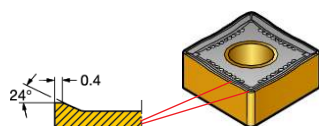
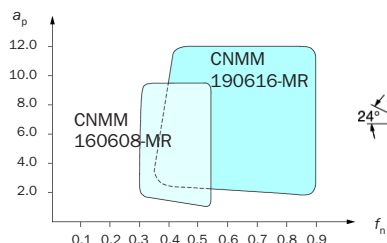
-MR



CNMM 16 06 12-MR
 $a_p = 1.2 - 9.5$ мм
 $f_n = 0.32 - 0.65$ мм/об

CNMM 19 06 16-MR
 $a_p = 1.8 - 12.0$ мм
 $f_n = 0.35 - 0.9$ мм/об

Односторонняя пластина



-MR (одностороннее исполнение) – для чернового точения нержавеющей и конструкционных сталей.

Подача: 0.2 – 1.4 мм/об. Глубина резания: 0.7 – 15 мм.

Тип операции: продольное точение, подрезка торца и профильная обработка.

Тип деталей: валы, оси и т.п.

Достоинства: прочная и надежная режущая кромка с широким диапазоном применения на черновых операциях.

Ограничения: возможен риск "разлетания" стружки, при повышенных значениях подачи и глубины резания наблюдается тенденция роста усилий резания.

Общие рекомендации: рекомендуется использовать вместе с широкоуниверсальным сплавом GC2025.

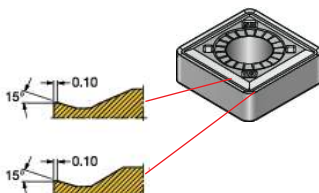
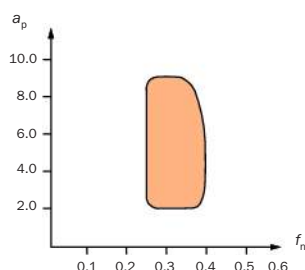
Возможная оптимизация: применение односторонней пластины с геометрией PR.

-SR



CNMG 19 06 16-SR
 $a_p = 2.0 - 9.0$ мм
 $f_n = 0.25 - 0.4$ мм/об

Двухсторонняя пластина



-SR – для чернового точения титана и жаропрочных сплавов

Подача: 0.25 – 0.4 мм/об. Глубина резания: 2 – 9 мм.

Тип операции: продольное точение, подрезка торца и некоторые виды профильной обработки.

Тип деталей: в основном детали из титана и жаропрочных сплавов.

Достоинства: низкие усилия резания и стабильность при черновой обработке. Геометрия обладает повышенной стойкостью к лункообразованию.

Ограничения: геометрия доступна только для пластин квадратной, круглой и ромбической форм.

Общие рекомендации: для обеспечения надежности обработки и стойкости пластины рекомендуется применять со сплавом GC1105.

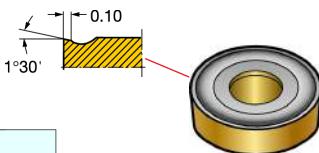
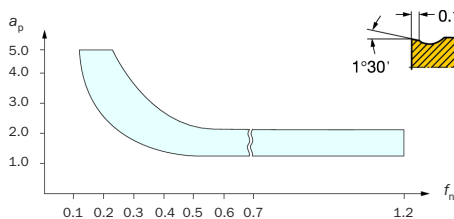
Возможная оптимизация: применение геометрий QM, если прочность режущей кромки геометрии SR недостаточна; применение геометрии 23, если геометрия SR вызывает повышенные усилия резания.

RNMG



RNMG 12 04 00
 $a_p = 1.2 - 4.8$ мм
 $f_n = 0.12 - 1.2$ мм/об

Двухсторонняя пластина



RNMG - для чернового и получистового точения

конструкционных и нержавеющей сталей и чугуна.

Подача: 0.09 – 2.5 мм/об. Глубина резания: 0.9 – 10.0 мм.

Тип операции: в основном профильная обработка.

Тип деталей: валы, оси, железнодорожные колеса и т.п.

Достоинства: высокая надежность благодаря прочной режущей кромке.

Ограничения: неудовлетворительное стружколомание вследствие круглой формы пластины; пластина может проворачиваться в гнезде на высоких режимах обработки.

Общие рекомендации: наибольшая производительность достигается в сочетании с надежным (прочным) сплавом GC4225.

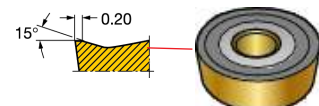
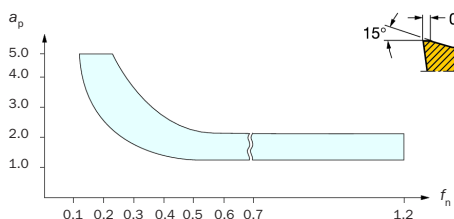
Возможная оптимизация: при возникновении проблем со стружколоманием выберите другую форму пластины.

RCMX



RCMX 12 04 00E
 $a_p = 1.2 - 4.8$ мм
 $f_n = 0.12 - 1.2$ мм/об

Односторонняя пластина



RCMX (одностороннее исполнение) – для чистового, получистового и

чернового точения крупногабаритных деталей

из стали, нержавеющей стали, чугуна и жаропрочных сплавов.

Подача: 0.10 – 3.2 мм/об. Глубина резания: 1.0 – 12.8 мм.

Тип операции: продольное точение, подрезка торца и профильная обработка.

Тип деталей: тела вращения

Достоинства: прочная пластина для надежной обработки.

Ограничения: возможно неудовлетворительное стружкообразование вследствие круглой формы пластины.

Общие рекомендации: максимальная производительность достигается при использовании с надежным сплавом, таким как GC4225.

Возможная оптимизация: выбрать пластину другой формы в случае, когда круглая форма является причиной неудовлетворительного стружкообразования.

Пластины с задними углами

Геометрия пластины определяет характеристики процесса резания и прочность режущей кромки. С ней также связано понятие области удовлетворительного стружкообразования, определяемой глубиной резания и подачей.

Большинство геометрий оптимизируется под обработку определенной группы материалов, например, конструкционных или нержавеющей сталей. Данная классификация геометрий приведена на диаграмме ниже. Информация, посвященная геометриям, встречается в руководстве и далее.

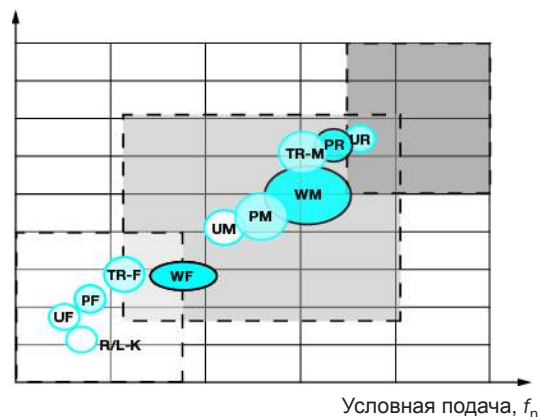
CoroTurn® 107/CoroTurn® TR

Как использовать данные диаграммы см. на стр. A99.

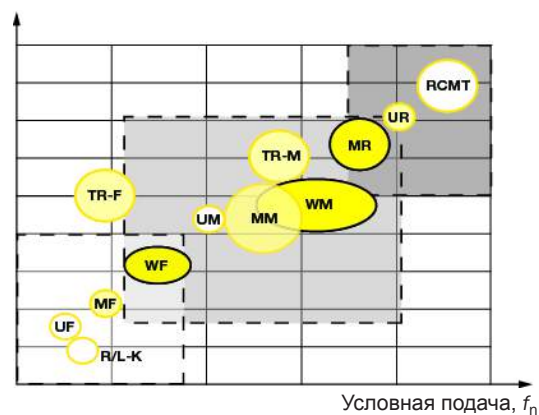
	F Чистовая обработка	M Получистовая обработка	R Черновая обработка
P Сталь			
● Первый выбор	-WF	-WM	-PR
○ Альтернативный вариант	-PF TR -F ¹⁾	-PM TR -M ¹⁾	-UR
○ Допустимое решение	-UF R/L-K	-UM	
M Нержавеющая сталь			
● Первый выбор	-WF	-WM	-MR
○ Альтернативный вариант	-MF TR -F ¹⁾	-MM TR -M ¹⁾	-UR
○ Допустимое решение	-UF R/L-K	-UM RCMT ¹⁾	
K Чугун, в т.ч. с шаровидным графитом			
● Первый выбор	-WF	-WM	-KR
○ Альтернативный вариант	-KF	-KM	
○ Допустимое решение		-UM RCMT	

¹⁾ Первый выбор для профильного точения.

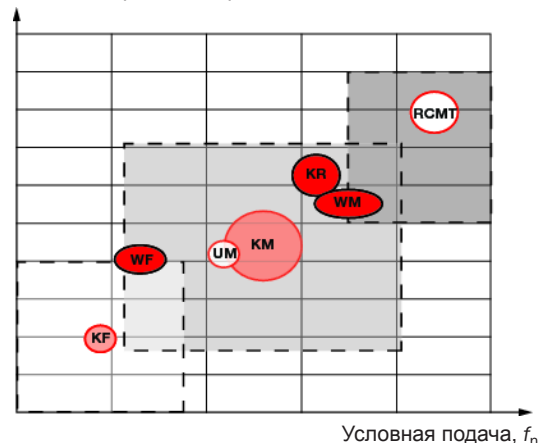
Условная прочность кромки



Условная прочность кромки



Условная прочность кромки



Описание геометрий пластин

Пластины с задними углами – CoroTurn® 107 Wiper

Чистовая обработка – Wiper

-WF



CCMT 09 T3 04-WF
 $a_p = 0.3 - 3.0$ мм
 $f_n = 0.07 - 0.3$ мм/об

-WF – для чистового точения

с высокими подачами и прекрасным качеством обработанной поверхности по конструкционным и нержавеющей сталям и чугуна.
 Подача: 0.05 – 0.50 мм/об. Глубина резания: 0.3 – 3.5 мм.

Тип операции: наружное точение и подрезка торца.

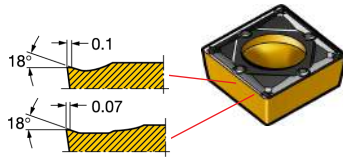
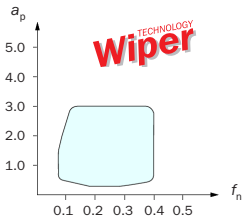
Достоинства: удвоенная величина стандартной подачи при таком же качестве обработанной поверхности или улучшенное вдвое качество поверхности при стандартной подаче. Оптимальное применение при необходимости обеспечить высокое качество поверхности. Может заменить операции шлифования. Улучшенное стружколомание благодаря высокой величине подачи. Повышенная стойкость кромки на деталь по причине сокращения времени обработки.

Тип деталей: более жесткие валы, оси, ступицы, шестерни, когда предъявляются высокие требования к качеству обработанных поверхностей.

Ограничения: возможна повышенная склонность к вибрации при обработке нежестких деталей, ограниченные возможности профильного точения, более низкие режимы резания при использовании кермета, часто обработанная поверхность выглядит матовой.

Общие рекомендации: для достижения наивысшей производительности работайте с максимальной подачей.

Возможная оптимизация: применение геометрии WM и керметов для еще лучшего качества поверхности.



-WM



CCMT 09 T3 08-WM
 $a_p = 0.7 - 4.0$ мм
 $f_n = 0.15 - 0.5$ мм/об

-WM – для чистового точения

с большими подачами стали, чугуна и нержавеющей стали.

Подача: 0.10 – 0.5 мм/об. Глубина резания: 0.5 – 4.0 мм (адаптированная к геометрии инструмента).

Тип операции: наружное точение и подрезка торца.

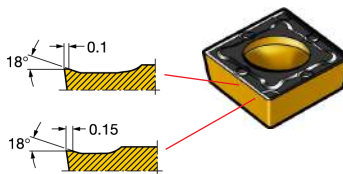
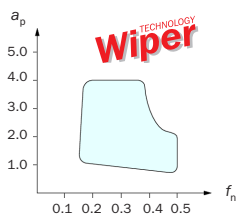
Тип деталей: жесткие валы, оси, ступицы, шестерни и т.п.

Достоинства: удвоенная величина стандартной подачи при таком же качестве обработанной поверхности или улучшенное вдвое качество поверхности при стандартной подаче. Оптимальное применение при необходимости обеспечить высокое качество поверхности. Может заменить операции шлифования. Улучшенное стружколомание благодаря высокой величине подачи. Повышенная стойкость кромки на деталь по причине сокращения времени обработки.

Ограничения: склонность к вибрациям при обработке нежестких деталей; ограниченные возможности профильного точения; невысокие подачи и глубины резания для керметов; обработанная поверхность зачастую выглядит матовой.

Общие рекомендации: увеличение вдвое величины подачи по сравнению со стандартной геометрией значительно снижает время обработки.

Возможная оптимизация: применение геометрии WF.



-WK



TCGX 11 02 04R-WK
 $a_p = 0.15 - 1.5$ мм
 $f_n = 0.05 - 0.3$ мм/об

-WK – для чистовой обработки

особенно для расточных операций, а также для наружной обработки, когда необходимо обеспечить низкие усилия резания.

Подача: 0.05 – 0.30 мм/об. Глубина резания: 0.15 – 1.5 мм.

Тип операции: продольное точение, подрезка торца и профильная обработка.

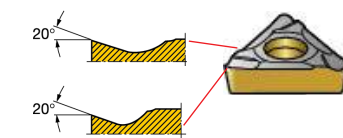
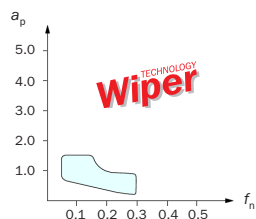
Тип деталей: нежесткие детали, валы, оси, втулки, а также детали с высокими требованиями к качеству обработанной поверхности.

Достоинства: преимущества геометрии в сочетании острой режущей кромки и геометрии Wiper; геометрия рекомендуется для обработки нежестких деталей с большими подачами.

Ограничения: по глубине резания и подаче, необходимость выбора инструмента правого или левого исполнения.

Общие рекомендации: наибольшая производительность достигается в сочетании с износостойкими сплавами CT5015 и GC1025; кермет рекомендуется для случаев, когда требуется обеспечить высокое качество обработанной поверхности, низкие силы резания. Однако открытая геометрия не всегда обеспечивает стружколомание.

Возможная оптимизация: применение керметов.



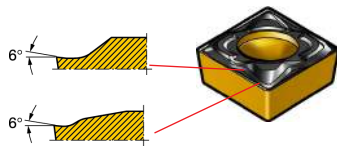
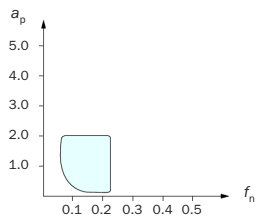
Описание геометрий пластин

Пластины с задними углами – CoroTurn® 107

Чистовая обработка

-PF **P**

CCMT 09 T3 04-PF
 $a_p = 0.1 - 2.0$ мм
 $f_n = 0.06 - 0.23$ мм/об

**-PF – для чистового точения**

сталей с надежным стружколоманием.

Подача: 0.03 – 0.32 мм/об. Глубина резания: 0.06 – 2.0 мм.

Тип операции: продольное точение, подрезка торца, профильная обработка и обратное точение.

Достоинства: положительная геометрия, обеспечивающая небольшие усилия резания, подходит для растачивания глубоких отверстий, обработки тонкостенных и нежестко закрепленных деталей.

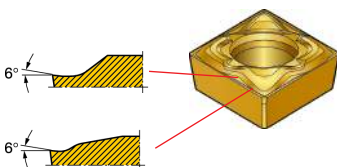
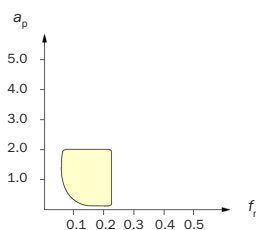
Ограничения: по глубине резания и подаче.

Общие рекомендации: наибольшая производительность достигается в сочетании с износостойкими сплавами GC4215. Применяйте кермет, когда требуется высокое качество обработанной поверхности и есть ограничения по глубине резания.

Возможная оптимизация: применение геометрий R/L-K, WK, WF и керметов.

-MF **M S**

CCMT 09 T3 04-MF
 $a_p = 0.1 - 2.0$ мм
 $f_n = 0.06 - 0.23$ мм/об

**-MF – для чистового точения**

с надежным стружколоманием нержавеющей сталей и жаропрочных сплавов.

Подача: 0.05 – 0.30 мм/об. Глубина резания: 0.06 – 2.00 мм.

Тип операции: наружное точение, подрезка торца и профильная обработка.

Достоинства: положительная геометрия, обеспечивающая низкие усилия резания, подходит для обработки тонкостенных и нежестко закрепленных деталей. Острокромочная геометрия уменьшает склонность к наростообразованию, что выражается высоким качеством поверхности и высокой стойкостью инструмента.

Тип деталей: в основном детали из нержавеющей стали и жаропрочных сплавов.

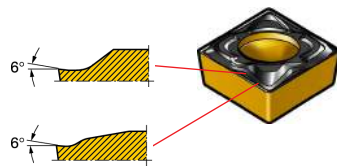
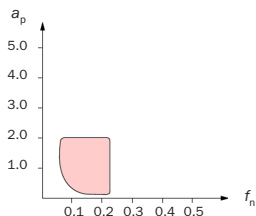
Ограничения: по глубине резания и подаче.

Общие рекомендации: идеальное решение при необходимости получить высокое качество поверхности.

Возможная оптимизация: применение геометрии R/L K (острокромочная геометрия).

-KF **K**

CCMT 09 T3 04-KF
 $a_p = 0.1 - 2.0$ мм
 $f_n = 0.06 - 0.23$ мм/об

**-KF – для чистового точения**

серого чугуна и чугуна с шаровидным графитом.

Подача: 0.03 – 0.30 мм/об. Глубина резания: 0.06 – 2.0 мм.

Тип операции: продольное точение, подрезка торца и профильная обработка.

Достоинства: положительная геометрия, обеспечивающая низкие усилия резания, подходит для обработки тонкостенных и нежестко закрепленных деталей. Уменьшает выкрашивание при обработке с ударами. Обеспечивает хорошее качество поверхности.

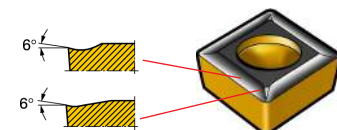
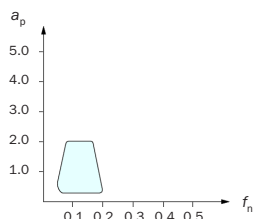
Тип деталей: в основном детали из чугуна.

Ограничения: ограниченная область применения по глубине резания и подаче.

Возможная оптимизация: применение геометрии WF.

-UF **P M S**

CCMT 09 T3 04-UF
 $a_p = 0.2 - 2.0$ мм
 $f_n = 0.05 - 0.2$ мм/об

**-UF – для чистового точения**

с надежным стружколоманием всех видов сталей, включая нержавеющие и жаропрочные сплавы.

Подача: 0.05 – 0.25 мм/об. Глубина резания: 0.05 – 2.0 мм.

Тип операции: продольное точение, подрезка торца и профильная обработка.

Достоинства: положительная геометрия, обеспечивающая низкие усилия резания, подходит для обработки тонкостенных и нежестко закрепленных деталей.

Тип деталей: оси, валы, ступицы и шестерни в случаях, когда требуется получить высокое качество поверхности при обработке различных групп материалов.

Ограничения: по глубине резания и подаче.

Общие рекомендации: дополнительная геометрия. Может заменять геометрии PF, MF и KF. Используйте в сочетании с керметом, если требуется обеспечить высокое качество обработанной поверхности и есть ограничения по скорости.

Возможная оптимизация: применение геометрий PF, MF, KF и WF.

Описание геометрий пластин

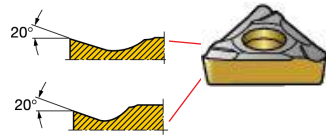
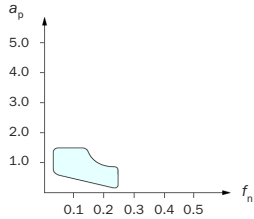
Пластины с задними углами – CoroTurn® 107

R/L -K **P M S**TCGT 11 02 04R-K
 $a_p = 0.15 - 1.5$ мм
 $f_n = 0.03 - 0.25$ мм/об**R/L -K - для чистового точения**
особенно для расточных операций, а также для наружной обработки, когда необходимо обеспечить низкие усилия резания.
Подача: 0.03 – 0.25 мм/об. Глубина резания: 0.1 – 1.5 мм.
Тип операции: продольное точение, подрезка торца и профильная обработка.

Тип деталей: нежесткие детали, валы, оси, втулки, детали с высокими требованиями к качеству обработанной поверхности.

Достоинства: положительная геометрия, обеспечивающая низкие усилия резания, подходит для обработки нежестких валов, тонкостенных и нежестко закрепленных деталей.

Ограничения: по глубине резания и подаче, необходимость выбора инструмента правого или левого исполнения.

Общие рекомендации: наибольшая производительность достигается при совместном использовании с износостойкими сплавами СТ5015 и GC1125. Кермет рекомендуется использовать в случае необходимости обеспечить высокое качество поверхности и низкие силы резания, однако открытая геометрия не всегда обеспечивает стружколомание.
Возможная оптимизация: применение геометрии WK и керметов.R/L -F **P M S**VCEX 11 03 01R-F
 $a_p = 0.05 - 4.0$ мм
 $f_n = 0.02 - 0.3$ мм/об**R/L -F - для чистового точения**
конструкционной и нержавеющей стали и жаропрочных сплавов с высокими требованиями по точности.

Подача: 0.05 – 0.30 мм/об. Глубина резания: 0.03 – 4.0 мм.

Тип операции: продольное точение, подрезка торца, профильная обработка и обратное точение.

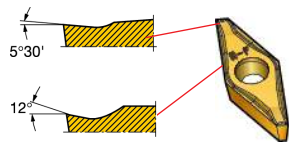
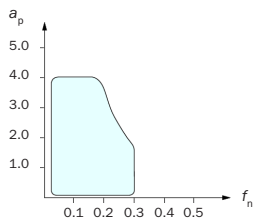
Тип деталей: мелкоразмерные детали, валы, оси, втулки, детали с высокими требованиями по качеству обработки.

Достоинства: возможность обработки мелкоразмерных деталей с высокими подачами и хорошим контролем над стружкодроблением. Комбинирует широкие технологические возможности пластин формы V и С.

Ограничения: необходимость выбора инструмента правого или левого исполнения.

Общие рекомендации: наибольшая производительность достигается в сочетании с износостойкими сплавами СТ5015 и GC1125.

Возможная оптимизация: главный угол в плане 93° для обеспечения высокого качества обработанной поверхности.

-AL **N**CCGX 12 04 08-AL
 $a_p = 0.5 - 7.0$ мм
 $f_n = 0.15 - 0.6$ мм/об**-AL - для чистового точения**
алюминия и других цветных металлов.

Подача: 0.05 – 1.0 мм/об. Глубина резания: 0.1 – 7 мм.

Тип операции: наружное точение, подрезка торца и профильная обработка.

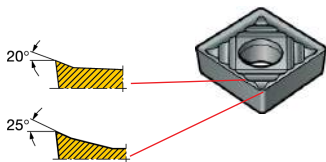
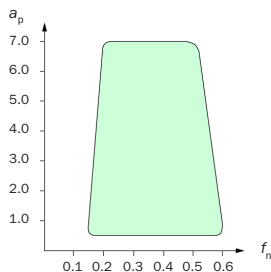
Тип деталей: в основном детали из алюминия.

Достоинства: открытая, положительная геометрия обеспечивает плавность процесса резания на высоких скоростях.

Ограничения: предназначена только для обработки алюминия.

Общие рекомендации: наибольшая производительность достигается при работе с максимально возможной скоростью (до 2500 м/мин).

Возможная оптимизация: применение пластин из поликристаллического алмаза.



Точение

B

Отрезка и
обработка канавок

C

Нарезание резьбы

D

Фрезерование

E

Сверление

F

Растачивание

G

Инструментальная
оснастка

H

Материалы

I

Информация/
указатель

Описание геометрий пластин

Пластины с задними углами – CoroTurn® 107

Получистовая обработка

-PM



CCMT 09 T3 08-PM
 $a_p = 0.5 - 3.0$ мм
 $f_n = 0.1 - 0.3$ мм/об

-PM – для получистового точения

сталей с высокой универсальностью.

Подача: 0.06 – 0.36 мм/об. Глубина резания: 0.2 – 3.6 мм.

Тип операции: продольное точение, подрезка торца и профильная обработка.

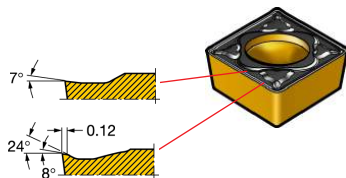
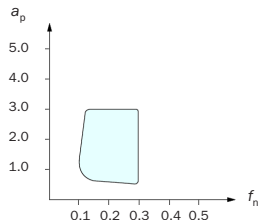
Достоинства: универсальная геометрия с широким диапазоном применения.

Тип деталей: оси, валы, ступицы, шестерни и т.п.

Ограничения: по глубине резания и подаче; существует риск превышения допустимой нагрузки на режущую кромку.

Общие рекомендации: наибольшая производительность достигается в сочетании с износостойким сплавом GC4225.

Возможная оптимизация: применение геометрии WM.



-MM



CCMT 09 T3 08-MM
 $a_p = 0.5 - 3.0$ мм
 $f_n = 0.10 - 0.3$ мм/об

-MM – для получистового точения

с широкими возможностями при обработке нержавеющей стали и жаропрочных сплавов.

Подача: 0.06 – 0.36 мм/об. Глубина резания: 0.2 – 3.6 мм.

Тип операции: продольное точение, подрезка торца и профильная обработка.

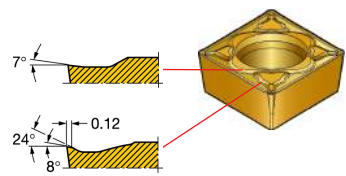
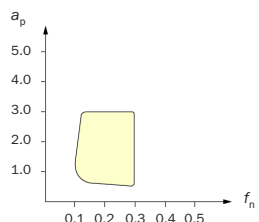
Достоинства: универсальная геометрия с широким диапазоном применения.

Тип деталей: в основном детали из нержавеющей стали и жаропрочных сплавов.

Ограничения: нежелательна обработка по корке и работа в условиях прерывистого резания.

Общие рекомендации: универсальная геометрия для обработки нержавеющей стали.

Возможная оптимизация: применение геометрии MR для прерывистого резания включительно.



-KM



CCMT 09 T3 08-KM
 $a_p = 0.5 - 3.0$ мм
 $f_n = 0.1 - 0.3$ мм/об

-KM – для получистового точения

серого чугуна и чугуна с шаровидным графитом.

Подача: 0.06 – 0.36 мм/об. Глубина резания: 0.2 – 3.6 мм.

Тип операции: продольное точение, подрезка торца и профильная обработка.

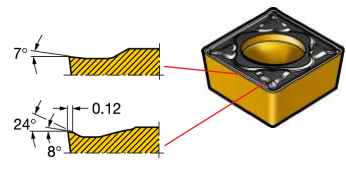
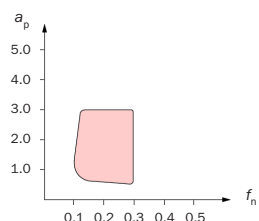
Достоинства: надежная обработка без вынужденных остановок.

Тип деталей: в основном детали из чугуна.

Ограничения: недостаточная прочность режущей кромки для применения в условиях прерывистого резания.

Общие рекомендации: универсальная геометрия для обработки серого чугуна и чугуна с шаровидным графитом.

Возможная оптимизация: применение геометрии WM.



-UM



CCGT 09 T3 08-UM
 $a_p = 0.5 - 4.0$ мм
 $f_n = 0.12 - 0.35$ мм/об

-UM – для получистового точения

стали, в том числе нержавеющей, чугуна и жаропрочных сплавов.

Подача: 0.01 – 0.4 мм/об. Глубина резания: 0.1 – 4.0 мм.

Тип операции: продольное точение, подрезка торца и профильная обработка.

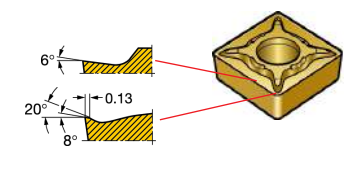
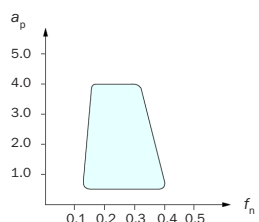
Достоинства: широкая область стружкодробления для различных материалов, криволинейная режущая кромка способствует отводу стружки от обработанной поверхности детали. Доступны пластины, изготовленные по классу точности G.

Тип деталей: оси, валы, ступицы и шестерни из различных материалов.

Ограничения: при обработке уступов с большой глубиной резания не удается обеспечить плоскостность поверхности из-за криволинейной формы режущей кромки.

Общие рекомендации: дополнительная геометрия. Может заменять геометрии PM, MM и KM.

Возможная оптимизация: применение геометрий WM, PM, MM и KM.



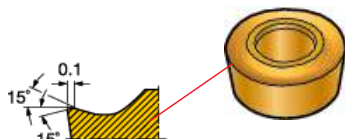
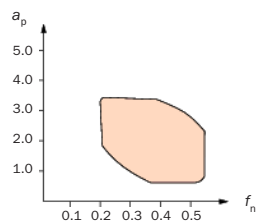
Описание геометрий пластин

Пластины с задними углами – CoroTurn® 107

-SM



RCMT 12 04 00-SM

 $a_p = 0.5 - 3.0$ мм $f_n = 0.2 - 0.5$ мм/об

-SM – для чистового и получистового точения

жаропрочных и титановых сплавов.

Подача: 0.15 – 0.6 мм/об. Глубина резания: 0.26 – 4.0 мм.

Тип операции: продольное точение, подрезка торца и профильная обработка.

Достоинства: геометрия, обеспечивающая низкие усилия резания, предназначена для резания труднообрабатываемых сплавов пластинами круглой формы, снижающими образование проточин.

Тип деталей: в основном детали из данных групп материалов.

Ограничения: доступна только для пластин круглой формы.

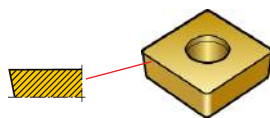
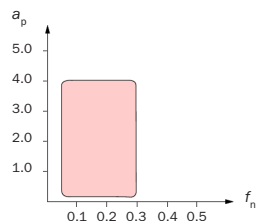
Общие рекомендации: наибольшая надежность обработки достигается при использовании сплава S05F для обработки жаропрочных сплавов и сплава H13A для обработки титана.

Возможная оптимизация: при использовании марки сплава S05F для обработки вышеуказанных сплавов скорость резания может быть удвоена по сравнению со сплавом без покрытия.

.CMW



CCMW 09 T3 04

 $a_p = 0.1 - 4.0$ мм $f_n = 0.05 - 0.3$ мм/об

.CMW – для получистовой токарной обработки

серого чугуна и чугуна с шаровидным графитом.

Подача: 0.05 – 0.53 мм/об. Глубина резания: 0.1 – 6.0 мм.

Тип операции: наружное точение, подрезка торца и профильная обработка.

Тип деталей: в основном детали из чугуна.

Достоинства: высокая прочность режущей кромки.

Ограничения: пластина без геометрии передней поверхности создает значительные усилия резания и может оставлять заусенцы на деталях.

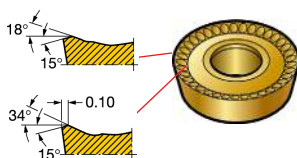
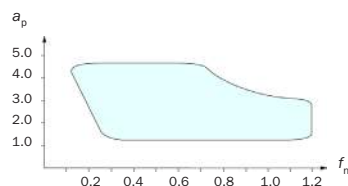
Общие рекомендации: универсальная геометрия для обработки чугуна.

Возможная оптимизация: применение геометрий KM и KR.

RCMT



RCMT 12 04 M0

 $a_p = 1.2 - 4.8$ мм $f_n = 0.12 - 1.2$ мм/об

RCMT - для получистового точения

конструкционных и нержавеющей сталей, чугуна и жаропрочных сплавов.

Получистовая обработка - Подача: 0.03 – 3.5 мм/об. Глубина резания: 0.5 – 12.8 мм.

Тип операции: наружное точение, подрезка торца и профильная обработка.

Тип деталей: валы, оси и т.п.

Достоинства: высокая надежность.

Ограничения: неудовлетворительное стружколомание вследствие круглой формы пластины.

Общие рекомендации: максимальная производительность достигается в сочетании с прочным сплавом GC4225.

Возможная оптимизация: в случае проблем со стружколоманием выберите пластину другой формы.

Точение

B

Обрезка и обработка канавок

C

Нарезание резьбы

D

Фрезерование

E

F

Сверление

G

Расширение

H

Инструментальная

оснастка

I

Материалы

Информация/указатель

H

I

Информация/указатель

H

I

Материалы

Информация/указатель

H

I

Материалы

Информация/указатель

H

I

Описание геометрий пластин

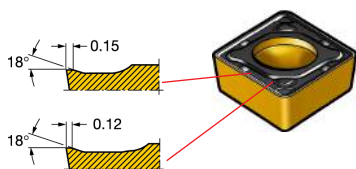
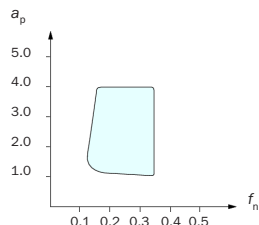
Пластины с задними углами – CoroTurn® 107

Черновая обработка

-PR



CCMT 09 T3 08-PR
 $a_p = 1.0 - 4.0$ мм
 $f_n = 0.12 - 0.35$ мм/об



-PR – для чернового точения

конструкционных сталей с высокой скоростью съема металла.
 Подача: 0.09 – 0.42 мм/об. Глубина резания: 0.8 – 4.8 мм.

Тип операции: наружное точение, подрезка торца и профильная обработка.
Достоинства: универсальная позитивная геометрия обеспечивает баланс между высокой скоростью снятия металла и минимальной склонностью к возникновению вибраций.

Тип деталей: оси, валы, ступицы, шестерни и т.п.

Ограничения: по глубине резания и подаче; существует риск превышения допустимой нагрузки на режущую кромку.

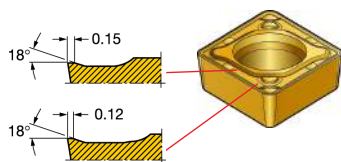
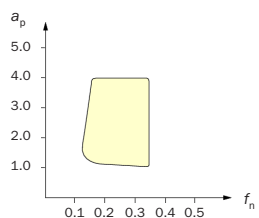
Общие рекомендации: наивысшая надежность обработки достигается в сочетании с износостойким сплавом GC4225.

Возможная оптимизация: применение геометрии WM (при средних глубинах резания).

-MR



CCMT 09 T3 08-MR
 $a_p = 1.0 - 4.0$ мм
 $f_n = 0.12 - 0.35$ мм/об



-MR – для чернового точения

нержавеющих сталей с высокой скоростью съема металла.

Подача: 0.09 – 0.50 мм/об. Глубина резания: 0.8 – 4.8 мм.

Тип операции: наружное точение, подрезка торца и профильная обработка.

Достоинства: универсальная позитивная геометрия обеспечивает баланс между высокой скоростью снятия металла и минимальной склонностью к возникновению вибраций. Рекомендуется для прерывистого резания. Также подходит для точения на средних режимах резания.

Тип деталей: в основном детали из нержавеющей сталей.

Ограничения: существует риск превышения допустимой нагрузки на режущую кромку.

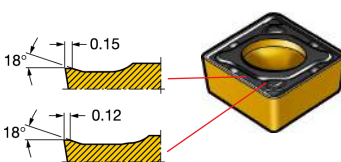
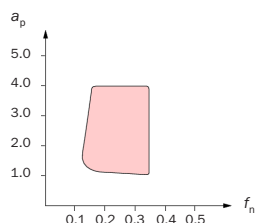
Общие рекомендации: наивысшая производительность достигается в сочетании с высокопрочным сплавом GC2025.

Возможная оптимизация: применение геометрии WM (при средних глубинах резания).

-KR



CCMT 09 T3 08-KR
 $a_p = 1.0 - 4.0$ мм
 $f_n = 0.12 - 0.35$ мм/об



-KR – для черновой обработки

серого чугуна и чугуна с шаровидным графитом.

Подача: 0.09 – 0.50 мм/об. Глубина резания: 0.8 – 4.8 мм.

Тип операции: наружное точение, подрезка торца и профильная обработка.

Достоинства: Широкие возможности черновой обработки, позитивная геометрия обеспечивает идеальный баланс между высокой скоростью съема металла и низкой склонностью к возникновению вибраций.

Тип деталей: в основном детали из чугуна.

Ограничения: тенденция к высоким силам резания при малых глубинах резания и/или подаче.

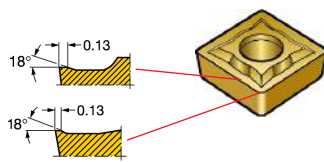
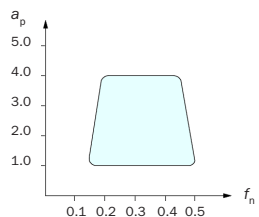
Общие рекомендации: наивысшая производительность достигается в сочетании с износостойким сплавом GC3215.

Возможная оптимизация: применение геометрии WM (при средних глубинах резания).

-UR



CCMT 09 T3 08-UR
 $a_p = 1.0 - 4.0$ мм
 $f_n = 0.15 - 0.5$ мм/об



-UR – для чернового точения

конструкционных и нержавеющей сталей.

Подача: 0.10 – 0.50 мм/об. Глубина резания: 0.5 – 5.0 мм.

Тип операции: наружное точение, подрезка торца и профильная обработка.
Достоинства: широкая область стружкодробления в различных материалах.

Тип деталей: оси, валы, ступицы из различных групп материалов.

Ограничения: возможность образования заусенцев.

Общие рекомендации: дополнительная геометрия. Может заменять геометрии PR, MR и KR.

Возможная оптимизация: применение геометрий PM, MR и KR.

Описание геометрий пластин

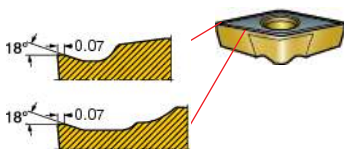
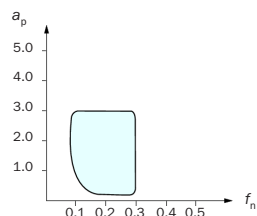
Пластины с задними углами – CoroTurn® TR

Чистовая обработка

-F



TR-DC1304-F
 $a_p = 0.15 - 3.0$ мм
 $f_n = 0.08 - 0.3$ мм/об



-F – для чистового точения

с удовлетворительным стружкодроблением конструкционных и нержавеющей сталей, чугуна и жаропрочных сплавов.
 Подача: 0.08 – 0.4 мм/об. Глубина резания: 0.15 – 3.0 мм.

Тип операции: наружная профильная обработка, подрезка торца, внутреннее продольное и профильное точение и обратное точение.
Достоинства: позитивная геометрия обеспечивает плавность процесса резания и низкие усилия резания. Является хорошим выбором для обработки нежестких валов, тонкостенных или нежестко закрепленных деталей. Система крепления I-Lock позволяет исключить смещения пластины в процессе резания.

Тип деталей: оси, валы, ступицы, шестерни, детали с высокими требованиями по точности и качеству обработанной поверхности.

Ограничения: доступна только для пластин форм D и V.
Общие рекомендации: максимальная производительность достигается в сочетании с износостойким сплавом GC4215. При необходимости получить поверхность высокого качества и при ограничениях по скорости резания рекомендуется использовать кермет.

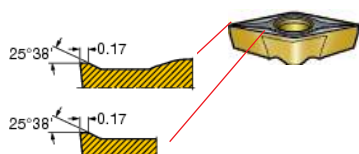
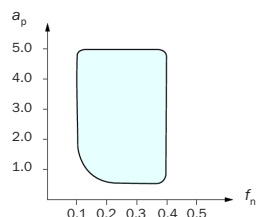
Возможная оптимизация: применение керметов.

Получистовая обработка

-M



TR-DC1304 8-M
 $a_p = 0.5 - 5.0$ мм
 $f_n = 0.1 - 0.4$ мм/об



-M – для получистового точения

с удовлетворительным стружкодроблением конструкционных и нержавеющей сталей, чугуна и жаропрочных сплавов.
 Подача: 0.1 – 0.5 мм/об. Глубина резания: 0.5 – 5.0 мм.

Тип операции: наружная профильная обработка, подрезка торца, внутреннее продольное и профильное точение и обратное точение.
Достоинства: позитивная геометрия обеспечивает плавность процесса резания и низкие усилия резания. Является хорошим выбором для обработки нежестких валов, тонкостенных или нежестко закрепленных деталей. Система крепления I-Lock позволяет исключить смещения пластины в процессе резания.

Тип деталей: оси, валы, ступицы, шестерни, детали с высокими требованиями по точности и качеству обработанной поверхности.

Ограничения: доступна только для пластин форм D и V.
Общие рекомендации: максимальная производительность достигается в сочетании с износостойким сплавом GC4225. При необходимости получить поверхность высокого качества и при ограничениях по скорости резания рекомендуется использовать кермет.

Возможная оптимизация: применение керметов и сплава GC4215.

Описание геометрий пластин

Пластины с задними углами – CoroTurn® 111

(пластины могут быть установлены в державки CoroTurn® 107, но не всегда удовлетворительно закрепляются)

Чистовая обработка

-PF



CPMT 06 02 04-PF
 $a_p = 0.1 - 1.5$ мм
 $f_n = 0.04 - 0.18$ мм/об

-PF – для чистового внутреннего точения сталей с удовлетворительным стружкодроблением. Подача: 0.02 – 0.24 мм/об. Глубина резания: 0.06 – 1.8 мм. Тип операции: растачивание, подрезка торца, профильное и обратное точение.

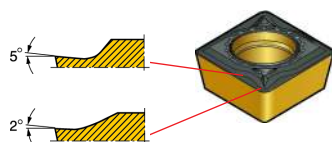
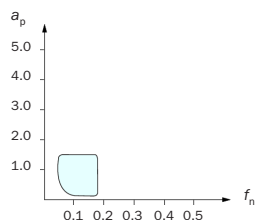
Достоинства: положительная геометрия, обеспечивающая небольшие усилия резания, подходит для растачивания глубоких отверстий, обработки тонкостенных и нежестко закрепленных деталей.

Тип деталей: с отверстиями, требующими обработки с малыми усилиями резания и высокого качества поверхности.

Ограничения: по глубине резания и подаче.

Общие рекомендации: максимальная производительность достигается в сочетании с износостойким сплавом GC4215. При необходимости получить поверхность высокого качества и при ограничениях по скорости резания рекомендуется использовать кермет.

Возможная оптимизация: применение керметов.



-MF



CPMT 06 02 04-MF
 $a_p = 0.1 - 1.5$ мм
 $f_n = 0.04 - 0.18$ мм/об

-MF – для чистового внутреннего точения нержавеющей сталей и жаропрочных сплавов с удовлетворительным стружкодроблением.

Подача: 0.02 – 0.24 мм/об. Глубина резания: 0.06 – 1.8 мм.

Тип операции: растачивание, подрезка торца, профильное и обратное точение.

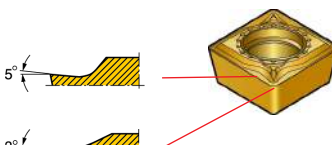
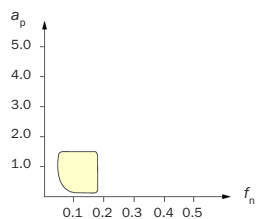
Достоинства: позитивная геометрия обеспечивает плавность процесса резания и низкие усилия резания. Является хорошим выбором для обработки нежестких валов, тонкостенных или нежестко закрепленных деталей. Острокромочная геометрия снижает наростообразование, что обеспечивает хорошее качество поверхности и повышает стойкость инструмента.

Тип деталей: в основном детали из нержавеющей сталей.

Ограничения: по глубине резания и подаче.

Общие рекомендации: идеальное решение по достижению высокого качества поверхности.

Возможная оптимизация: применение геометрии PF с керметами.



-KF



CPMT 06 02 04-KF
 $a_p = 0.1 - 1.5$ мм
 $f_n = 0.04 - 0.18$ мм/об

-KF – для чистового растачивания серого чугуна и чугуна с шаровидным графитом.

Подача: 0.04 – 0.20 мм/об. Глубина резания: 0.09 – 1.8 мм.

Тип операции: растачивание, подрезка торца, профильное и обратное точение.

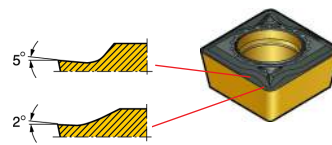
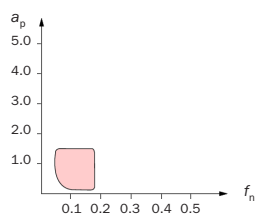
Достоинства: позитивная геометрия обеспечивает плавность процесса резания и низкие усилия резания. Является хорошим выбором для обработки нежестких валов, тонкостенных или нежестко закрепленных деталей. Уменьшает выкрашивания при работе с ударами. Обеспечивает стабильно высокое качество поверхности.

Тип деталей: в основном детали из чугуна.

Ограничения: ограниченная область применения по глубине резания и подаче.

Общие рекомендации: лучшие показатели производительности обеспечиваются в комбинации с универсальным сплавом GC3215.

Возможная оптимизация: применение геометрии PF с керметами.



Описание геометрий пластин

Пластины с задними углами – CoroTurn® 111

Получистовая обработка

-PM



CPMT 06 02 08-PM
 $a_p = 0.6 - 2.4$ мм
 $f_n = 0.12 - 0.3$ мм/об

-PM – для получистового точения

и растачивания сталей.

Подача: 0.09 – 0.4 мм/об. Глубина резания: 0.27 – 3.0 мм.

Тип операции: растачивание, подрезка торца, профильное и обратное точение.

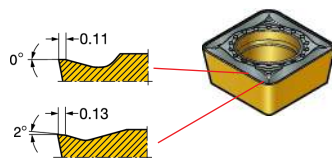
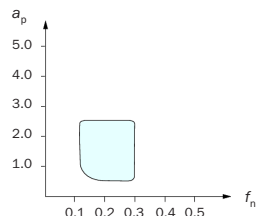
Достоинства: стабильная обработка без вынужденных остановок.

Тип деталей: с отверстиями небольшого диаметра, требующими растачивания.

Ограничения: по глубине резания и подаче; существует риск превышения допустимой нагрузки на режущую кромку.

Общие рекомендации: наивысшая производительность достигается в сочетании с износостойким сплавом GC4225.

Возможная оптимизация: применение керметов.



-MM



CPMT 06 02 08-MM
 $a_p = 0.6 - 2.4$ мм
 $f_n = 0.12 - 0.29$ мм/об

-MM – для получистовой обработки

с широкими возможностями при растачивании нержавеющей сталей.

Подача: 0.09 – 0.4 мм/об. Глубина резания: 0.27 – 3.0 мм.

Тип операции: растачивание, подрезка торца, профильное и обратное точение.

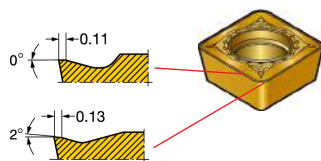
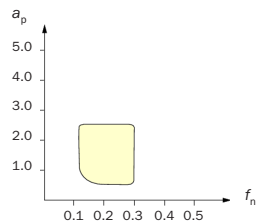
Достоинства: стабильная обработка без вынужденных остановок.

Тип деталей: в основном детали из нержавеющей сталей.

Ограничения: нежелательна обработка по корке и работа в условиях прерывистого резания.

Общие рекомендации: универсальная геометрия для обработки нержавеющей сталей.

Возможная оптимизация: применение геометрии PM с керметами.



-KM



CPMT 06 02 08-KM
 $a_p = 0.6 - 2.4$ мм
 $f_n = 0.12 - 0.29$ мм/об

-KM – для получистового растачивания

серого чугуна и чугуна с шаровидным графитом и жаропрочных сплавов.

Подача: 0.09 – 0.45 мм/об. Глубина резания: 0.27 – 3.0 мм.

Тип операции: растачивание, подрезка торца, профильное и обратное точение.

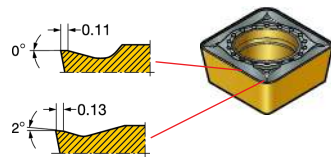
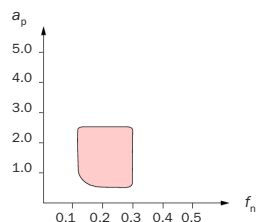
Достоинства: стабильная обработка без вынужденных остановок.

Тип деталей: в основном детали из чугуна.

Ограничения: по глубине резания и подаче.

Общие рекомендации: универсальная геометрия для обработки серого чугуна и чугуна с шаровидным графитом.

Возможная оптимизация: применение геометрии PM с керметами.



Точение

B

Отрезка и обработка канавок

C

Нарезание резьбы

D

Фрезерование

E

Сверление

F

Растачивание

G

Инструментальная оснастка

H

Материалы

I

Информация/указатель

Режимы резания

Для простоты эксплуатации на коробке с пластинами указаны начальные значения режимов резания.



Токарные пластины

Обрабатываемый материал	
Тип операции	
Условия обработки	
a_p = Глубина резания (мм)	
f_n = Подача (мм/об)	
v_c = Скорость резания (м/мин)	

ISO

P	M	K	N	S	H
---	---	---	---	---	---

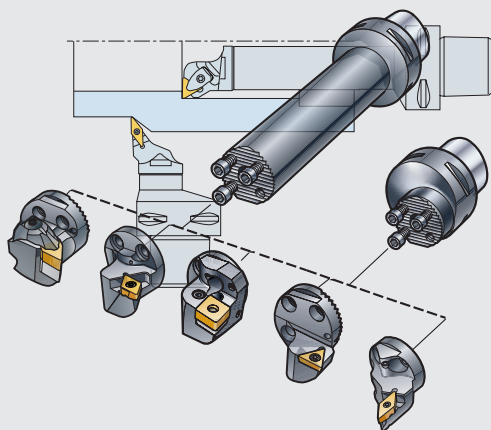
P a_p 3.00 mm (0.50-5.50)
 .118 in (.020- .217)
M f_n 0.30 mm/r (0.15-0.50)
 .012 in/r (.006-.020)
v_c 330 m/min (405-265)
 1075 sfm (1330-860)

Ассортимент инструмента – Точение



CoroTurn® SL

Гибкая инструментальная система для наружного и внутреннего точения



– Ассортимент адаптеров и сменных режущих головок, повышающих гибкость обработки

– Режущие головки для наружных и внутренних операций

– Пластины с задними углами и без с различными системами крепления

HP

– Режущие головки с подачей СОЖ под высоким давлением

P M K N S H

– Геометрии и сплавы для обработки всех групп материалов

Система CoroTurn SL включает расточные оправки с цилиндрическим хвостовиком и хвостовиком Coromant Carpo и сменные режущие головки для различных типов обработки.

Чрезвычайно жесткое и надежное соединение головки с оправкой по рифленой поверхности, по характеристикам отжима и вибраций в процессе резания не уступает цельному инструменту.

CoroTurn SL может использоваться для операций внутреннего и наружного точения, обработки канавок и резьбонарезания.

Более подробно об этом см. на стр. B58 и G84.

Области применения

	Наружное точение		Растачивание			
	CoroTurn® TR	CoroTurn® 107 T-Max® P CoroTurn® RC	CoroTurn® RC	T-Max® P, крепление рычагом	CoroTurn® 107 CoroTurn® 111	CoroTurn® TR
Область применения		*)				
Стр. A46 - A55						
 Продольное точение и подрезка торца	•	••	••	••	••	•
 Профильная обработка	••	••	••	••	••	••
 Подрезка торца		••				

•• = Рекомендуемая система инструмента

• = Альтернативная система инструмента

*) = Головки для внутренней обработки с соответствующим углом в плане могут использоваться и на операциях наружной обработки.

CoroTurn® SL – гибкая система инструмента



Все типы операций

Обычное точение

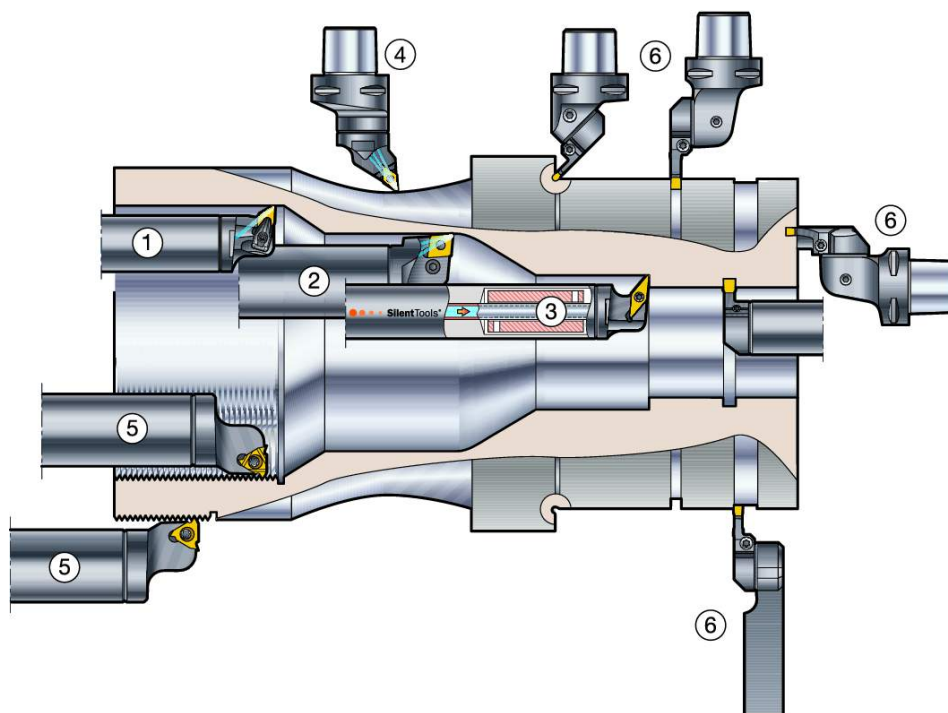
1. CoroTurn RC, прижим повышенной точности
2. CoroTurn HP, крепление рычагом за отверстие
3. CoroTurn 107/111, крепление пластин винтом
4. CoroTurn TR HP, крепление пластин винтом

Резьбонарезание

5. CoroThread 266 T-Max U-Lock

Отрезка и обработка канавок

6. CoroCut 1-2
CoroCut 3
CoroCut XS
T-Max Q-Cut.



CoroTurn® SL для внутренней обработки

Доступны разнообразные расточные оправки для обработки с различными вылетами. Оправки могут быть стальные, твердосплавные или антивибрационные серии Silent Tools. Существуют оправки с цилиндрическим хвостовиком и с хвостовиком Coromant Capto.

Доступны режущие головки с разными системами крепления, включая системы для закрепления пластин с задними углами и без.



CoroTurn® SL для наружной обработки

Выбирайте оправку Coromant Capto с минимально возможным вылетом и режущую головку с главным углом в плане, соответствующим условиям обработки. В результате собранная наладка по жесткости и характеристикам резания будет соответствовать цельному инструменту.

Моменты затяжки для закрепления режущих головок CoroTurn® SL

Размер соединения, dm_m , мм	16	20	25	32	40
Момент затяжки, Нм	2	2.8	3.7	8.8	17



Точение

B

Отрезка и обработка канавок

C

Нарезание резьбы

D

Фрезерование

E

Сверление

F

Рассточивание

G

Инструментальная оснастка

H

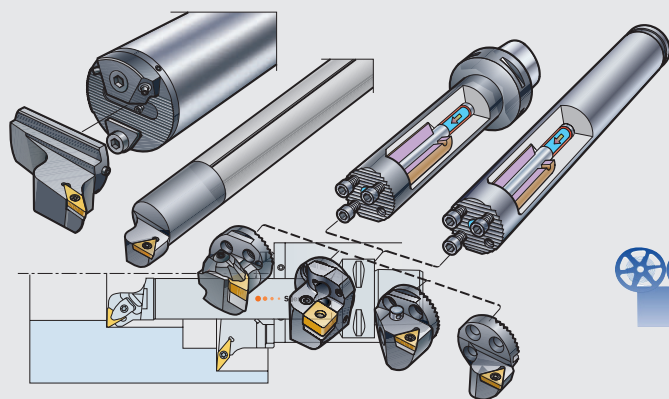
Материалы

I

Информация/указатель

Антивибрационный инструмент Silent Tools

Антивибрационные оправки с встроенным демпфером для внутренней обработки



HP

P M K N S H

- Высокая производительность при обработке антивибрационным инструментом
- Крепление пластин винтом
- Закрепление во втулках EasyFix для точного позиционирования режущей кромки по высоте центров
- Режущие головки с подачей СОЖ под высоким давлением
- Геометрии и сплавы для обработки всех групп материалов

Антивибрационные оправки Silent Tools выпускаются в диапазоне диаметров 10-250 мм.

Применение антивибрационного инструмента на операциях с высокой склонностью к вибрациям ведет к значительному росту производительности по сравнению с использованием стандартных расточных оправок.

При обработке с использованием антивибрационного инструмента энергия возникающих в процессе работы колебаний эффективно поглощается упруго подвешенным инерционным телом, расположенным внутри оправки.

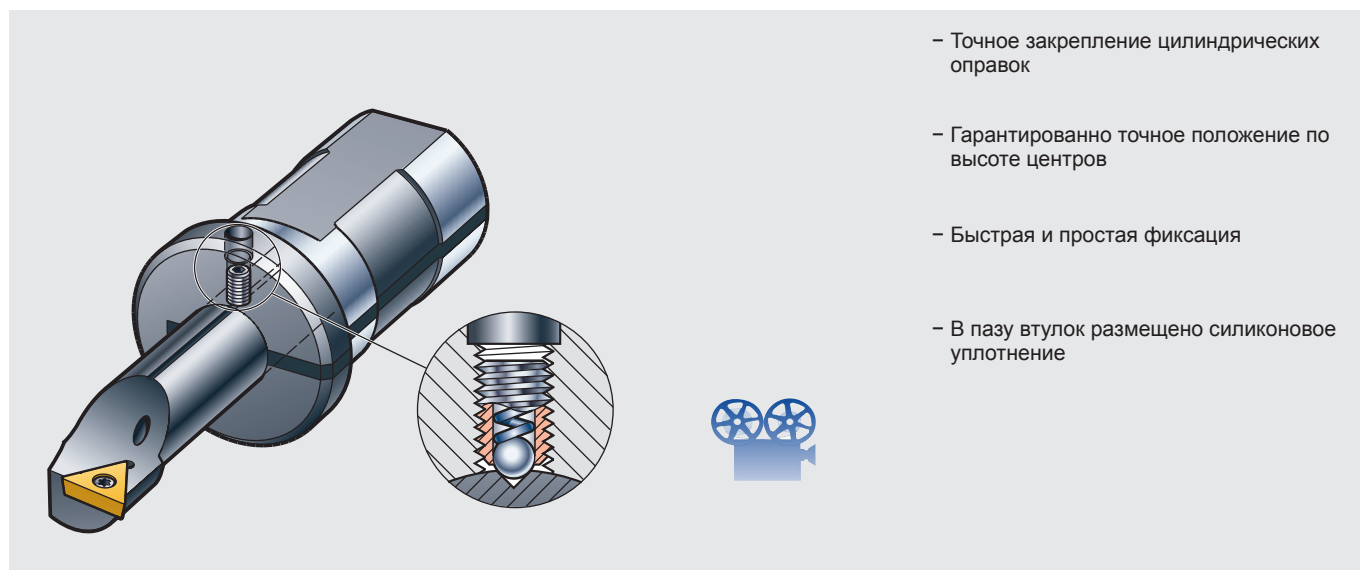
Как результат, вибрации сводятся к минимуму, что позволяет повысить производительность обработки.

Области применения

	Цельные оправки	Расточные оправки с соединением SL			
	CoroTurn® 107/111	Coromant Capto®	Оправки с цилиндрическим хвостовиком		
	Усиленные твердосплавные оправки	Стальные оправки	Стальные оправки	Усиленные твердосплавные оправки	Быстросменные оправки CoroTurn® SL
					
Диаметр оправки, мм	10 – 12	Ассортимент режущих головок представлен на стр. А120. Антивибрационные оправки представлены на стр. G85.			
Min диаметр отверстия, мм	13– 18				
Мах вылет, мм	10 x dm_m				



Втулки EasyFix для цилиндрических оправок



- Точное закрепление цилиндрических оправок
- Гарантированно точное положение по высоте центров
- Быстрая и простая фиксация
- В пазу втулок размещено силиконовое уплотнение

Втулки EasyFix обеспечивают простой и быстрый способ закрепления расточных оправок с цилиндрическим хвостовиком. Они обеспечивают высокую точность установки режущей кромки оправки по высоте центров станка и минимизируют риск появления вибраций.

Корректная установка оправки достигается за счет механизма со встроенным шариковым фиксатором.

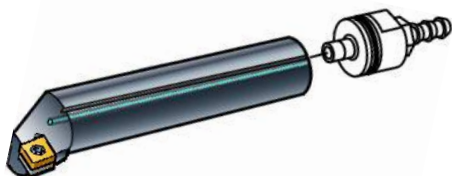
В пазу втулок размещено силиконовое уплотнение, что позволяет работать с внутренним подводом СОЖ.

Области применения

Тип станка	Традиционный токарный станок	Соединение Coromant Capto®		Токарный станок револьверного типа	Автомат продольного точения
Тип втулки EasyFix	131	132L ISO 9766	132W ISO 9766	132L ISO 9766	132L

Ниппели для подвода СОЖ к расточным оправкам

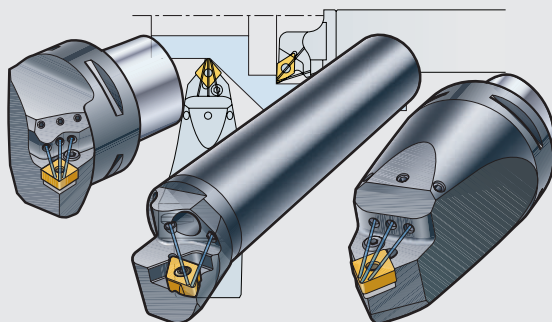
Для обеспечения внутреннего подвода СОЖ во втулках EasyFix типа 131 необходимо использовать ниппели, которые предназначены для подачи охлаждающей жидкости от системы наружного подвода через шланг.



CoroTurn® HP

Инструменты с подачей СОЖ под высоким давлением

Для внутреннего и наружного точения



P M K N S H

- Увеличенная стойкость инструмента
- Черновое и получистовое точение на повышенных скоростях
- Надежный контроль над стружкодроблением
- Инструмент с различными системами крепления пластин, как с задними углами, так и без
- Стабильная и бесперебойная обработка любых материалов
- Специализированные геометрии и сплавы для обработки всех групп материалов

Система CoroTurn® HP – абсолютный контроль над стружкообразованием в безлюдном производстве

Подача СОЖ осуществляется через шпиндель или револьверную головку станка непосредственно в зону резания с высоким давлением в пределах 70 – 80 бар. Использование инструмента данной системы на токарных центрах, вертикальных токарных станках и многоцелевых станках обеспечивает значительные преимущества по сравнению с инструментом со стандартным способом подвода охлаждающей жидкости.

Область применения

	Наружное точение			Внутреннее точение		
	T-Max® P	CoroTurn® 107	CoroTurn® TR	T-Max® P	CoroTurn® TR	
Резцовые головки Coromant Capto®						
Режущие головки CoroTurn® SL *)						
Область применения						
Стр. A46 - A55						
Продольное точение и подрезка торца	••	••	•	••	•	
Профильная обработка	•	••	•	•	••	
Подрезка торца	••	••	•			
Область применения						
Стр. A56 - A69						
Продольное точение и подрезка торца				••	•	
Профильная обработка				•	••	

- = Рекомендуемая система инструмента
- = Альтернативная система инструмента

*) Режущие головки CoroTurn SL закрепляются на расточных оправках Coromant Capto.

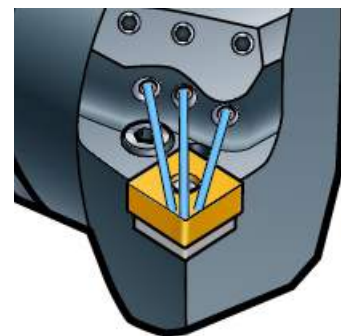
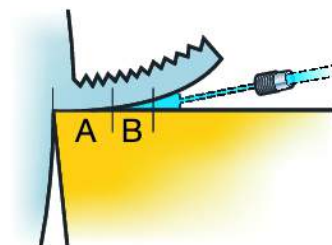
Сопла, расположенные в непосредственной близости у режущей кромки

Использование точно направленного подвода СОЖ в зону резания посредством сопел небольшого диаметра имеет непосредственное влияние на уровень производительности обработки. Жидкость, подаваемая под большим давлением, образует гидравлический клин, который приподнимает стружку и помогает ей оторваться от материала. Также происходит значительное снижение температуры в области контакта материала и инструмента.

Улучшение характеристик резания при использовании данной системы подачи СОЖ будет также наблюдаться и при более низком давлении жидкости (до 10 бар).

Три основные задачи, выполняемые соплами:

- Обеспечение локализованной подачи СОЖ в зону резания (А).
- Предотвращение контакта срезанной стружки и режущей пластины, что уменьшает износ последней (В).
- Разделение стружки на более мелкие элементы и их эвакуация из зоны резания.



Ассортимент сопел

Инструменты комплектуются соплами диаметром 1.0 мм. Сопла другого диаметра – 0.6, 0.8, 1.2 и 1.4 мм – могут быть заказаны дополнительно.



Сопла различного диаметра

Целенаправленная подача жидкости в определенную зону на режущей пластине

Улучшенный контроль над стружкодроблением при обработке всех групп материалов

Результаты практических тестов по обработке различных материалов с глубиной резания, a_p , 0.25 мм и с подачей, f_n , 0.15 мм/об.

P

Сталь
SS1672
CNMG 120408-PF
4225

M

Нержавеющая сталь
AISI 316L
CNMG 120408-MF
2025

S

Жаропрочный сплав
Inconel 718
CNGP 120408
S05F

N

Алюминий
Alumec
CNGP 120408
H13A

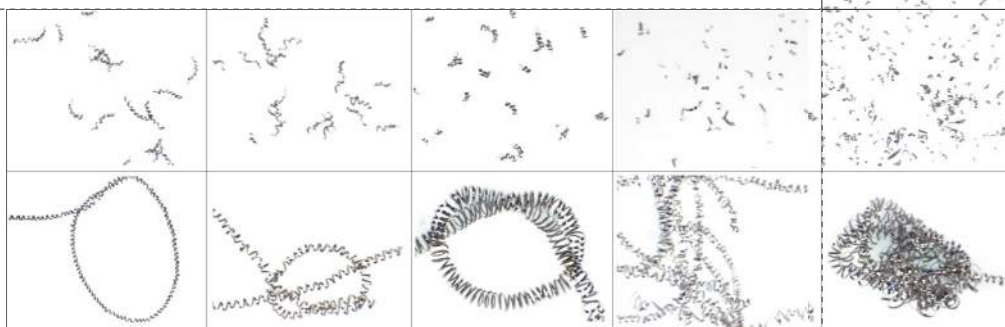
S

Титан
Ti6Al4V
CNGP 120408
H13A

Инструмент
CoroTurn HP
Давление 10 бар

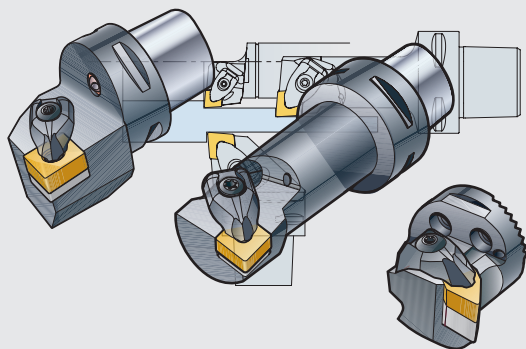
Инструмент
CoroTurn HP
Давление 70 бар

Традиционный
инструмент
Давление 10 бар
Обычная
подача
СОЖ



CoroTurn® RC

Наружное и внутреннее точение пластинами без задних углов



– Первый выбор для наружного чернового и чистового точения деталей большого размера

– Стабильное и надежное высокопроизводительное точение

– Широкий ассортимент инструмента с большим выбором главных углов в плане и типов режущих пластин

P M K N S H

– Геометрии и сплавы для обработки всех групп материалов



Wiper TECHNOLOGY

– Пластины с геометрией Wiper

Стабильно надежное крепление пластин

Система крепления CoroTurn RC рекомендуется для пластин без задних углов, одностороннего или двухстороннего исполнения, для выполнения операций внутренней и наружной обработки.

Система является первым выбором для точения крупногабаритных заготовок в диапазоне от тяжелой черновой до чистовой обработки. Также она может использоваться на операциях растачивания отверстий большого диаметра, когда обеспечиваются удовлетворительные условия эвакуации стружки.

Области применения

	Coromant Capto®	Державки прямоугольного сечения	Режущие головки CoroTurn® SL		Coromant Capto®	Расточные оправки	Режущие головки CoroTurn® SL
Наружное точение				Внутреннее точение			
Для твердосплавных пластин и пластин из кубического нитрида бора T-Max P без задних углов.				Для твердосплавных пластин и пластин из кубического нитрида бора T-Max P без задних углов.			
Для керамических пластин T-Max P без задних углов с отверстием и без.							
Область применения				Область применения			
Стр. A46- A55				Стр. A56 - A69			
Продольное точение и подрезка торца	••	••	•	Продольное точение и подрезка торца	•	•	•
Профильная обработка	•	•	•	Профильная обработка	•	•	•
Подрезка торца	•	•	•				

•• = Рекомендуемая система инструмента
• = Альтернативная система инструмента

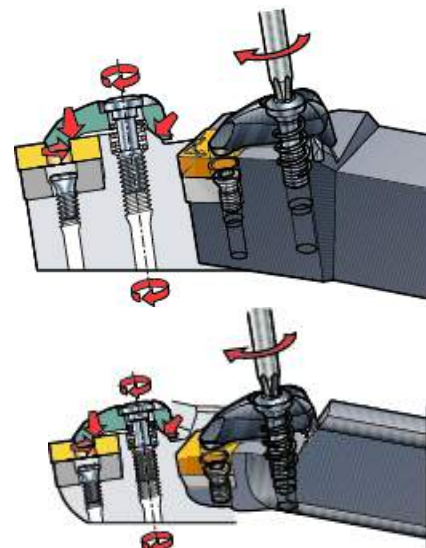
*) = Режущие головки CoroTurn SL закрепляются на расточных оправках Coromant Capto.

Система крепления CoroTurn® RC

Прижим сверху и поджим за отверстие

Система CoroTurn RC предназначена для закрепления односторонних и двухсторонних пластин без задних углов для наружного и внутреннего точения.

Жесткость и надежность крепления – основные параметры, характеризующие данный способ закрепления пластин, определяющие в итоге качественные показатели обработанных деталей. Поскольку система CoroTurn RC обеспечивает одновременное приложение к пластине прижимающих сил и сил, направленных внутрь гнезда для позиционирования пластины при зажиме, гарантируется надежность крепления и повторяемость размеров при замене пластин.



Преимущества:

- Жесткое закрепление
- Простая замена
- Хорошая повторяемость.

Взаимозаменяемость комплектующих и опорных пластин



Базовые гнезда во всех державках CoroTurn RC допускают установку различных крепежных наборов и опорных пластин разной толщины для обработки различных материалов.

Пример:

Имеется возможность трансформировать стандартные державки CoroTurn RC для твердосплавных пластин в державки для керамики путем замены прижима и опорной пластины.

Для заказа дополнительного прижима см. "Основной каталог".

Прижим для тяжелого точения

Данный прижим рекомендуется использовать в тяжелых условиях обработки, когда элементы крепления могут подвергаться абразивному износу из-за трения сходящей стружкой.

Для заказа дополнительного прижима см. "Основной каталог".



Момент затяжки пластин

Смотрите "Эксплуатация инструмента" на стр. А10.



Система крепления T-Max® P

Точение

В Отрезка и обработка канавок

С Нарезание резьбы

Д Фрезерование

Е Сверление

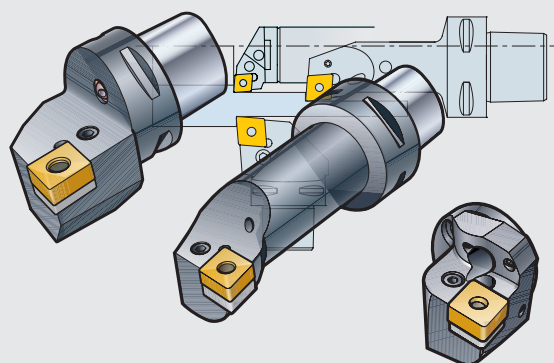
Ф Растачивание

Г Инструментальная оснастка

Н Материалы

И Информация/указатель

Наружная и внутренняя обработка пластинами без задних углов



– Черновая и чистовая обработка заготовок большого размера

– Система первого выбора для операций внутреннего точения с удовлетворительным стружкодроблением

– Простая и быстрая смена пластины

HP

– Инструменты с подачей СОЖ под высоким давлением

P M K N S H

– Геометрии и сплавы для обработки всех групп материалов

Wiper TECHNOLOGY

– Высокое качество поверхности при наружном точении с использованием пластин Wiper

Беспрепятственный сход стружки

Система T-Max P используется для закрепления пластин без задних углов, одностороннего и двухстороннего исполнения, для операций наружного и внутреннего точения.

Для наружной обработки данная система крепления выступает в качестве альтернативного решения системе первого выбора CoroTurn RC.

Прижим рычагом за отверстие T-Max P является хорошим вариантом для внутренней обработки отверстий большого диаметра, так как конструкция узла крепления не препятствует сходу стружки.

Области применения

	Наружное точение			Внутреннее точение		
	Coromant Capto®	Державки прямоугольного сечения	Режущие головки CoroTurn® SL	Coromant Capto®	Расточные оправки	Режущие головки CoroTurn® SL
Для твердосплавных пластин и пластин из кубического нитрида бора T-Max P без задних углов.				Для твердосплавных пластин и пластин из кубического нитрида бора T-Max P без задних углов.		
Область применения				Область применения		
Стр. A46 - A55				Стр. A56 - A69		
Продольное точение и подрезка торца	•	•	•	Продольное точение и подрезка торца	••	••
Профильная обработка	•	•	•	Профильная обработка	••	••
Подрезка торца	•	•	•			

•• = Рекомендуемая система инструмента
• = Альтернативная система инструмента

*) = Режущие головки CoroTurn SL закрепляются на расточных оправках Coromant Capto.

Система крепления T-Max® P

Прижим рычагом за отверстие

Система крепления T-Max P подходит для односторонних и двухсторонних пластин без задних углов для внутренней и наружной обработки.

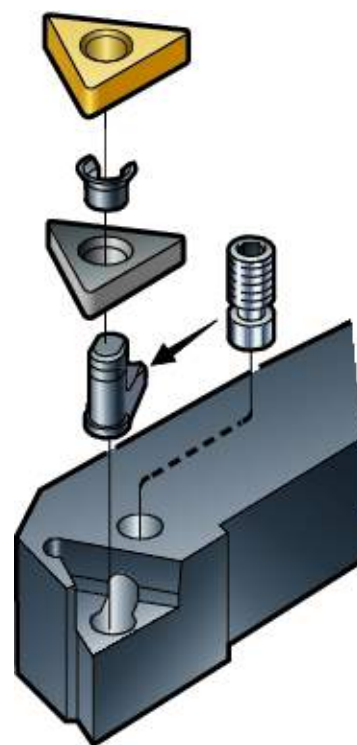
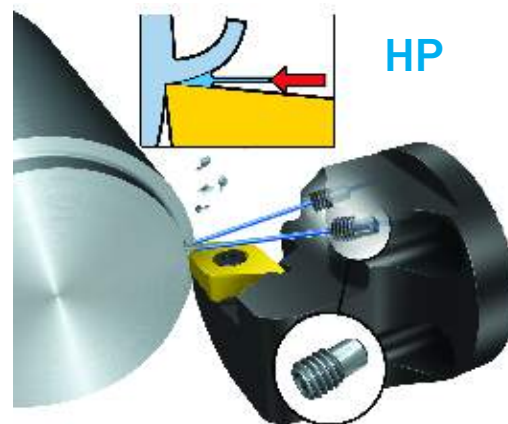
В основе системы крепления T-Max P лежит качающийся рычаг, приводимый в движение крепежным винтом. Сила, действующая со стороны рычага, прижимает режущую пластину к гнезду державки, жестко базируя ее по двум плоскостям.

Преимущества:

- Беспрепятственный сход стружки
- Простая замена пластины
- Одна державка для пластин из твердого сплава и керамики.

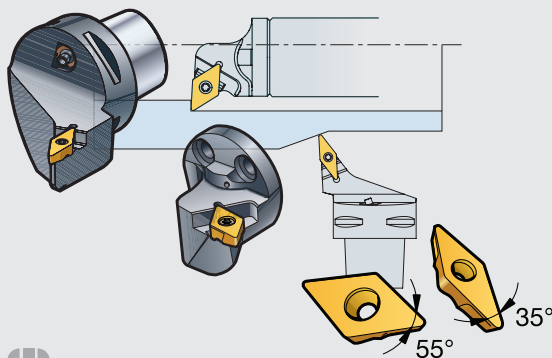
Подача СОЖ под высоким давлением

Более подробно об инструменте CoroTurn HP, обеспечивающем подачу СОЖ под высоким давлением, см. на стр. A124.



CoroTurn® TR

Наружное и внутреннее точение пластинами с задними углами



HP

- Максимальная надежность операций получистового и чистового профильного точения
- Стабильный и производительный процесс обработки
- Пластины формы V (35°) и D (55°) для профильного точения
- Геометрии для чистовой (-F) и получистовой (-M) обработки
- Инструменты с подачей СОЖ под высоким давлением

CoroTurn® TR – надежное решение для профильной обработки

Конструкция крепления, основанная на Т-образном профиле, обеспечивает высочайшую жесткость закрепления пластины в гнезде державки, что предотвращает ее смещение во время обработки.

Система CoroTurn TR является первым выбором для внутреннего и наружного профильного точения с высокими требованиями к точности и качеству поверхности обрабатываемой детали.

Область применения

	Наружное точение			Внутреннее точение	
	Coromant Capto®	Державки прямоугольного сечения	Режущие головки CoroTurn® SL	Режущие головки CoroTurn® SL	
Для твердосплавных пластин и пластин из кубического нитрида бора с задними углами.					
			*)	*)	
Область применения				Область применения	
Стр. A46 - A55				Стр. A56 - A69	
Продольное точение и подрезка торца	••	••	•	Продольное точение и подрезка торца	•
Профильная обработка	••	••	•	Профильная обработка	••
Подрезка торца	••	••	•		

- = Рекомендуемая система инструмента
- = Альтернативная система инструмента

*) = Режущие головки CoroTurn SL закрепляются на расточных оправках Coromant Capto.

Система крепления CoroTurn® TR

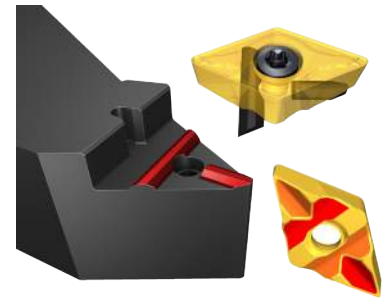
Крепление винтом на выступ

Система CoroTurn TR рекомендуется для закрепления односторонних пластин с задними углами в инструментах для наружного и внутреннего профильного точения.

Надежное базирование обеспечивается за счет Т-образного направляющего выступа на державке, на который устанавливается пластина с углублением на опорной поверхности. Данная система крепления гарантирует непревзойденную точность обработки.

Преимущества:

- Надежное крепление
- Беспрепятственный сход стружки
- Хорошая повторяемость.



Точение

B

Отрезка и обработка канавок

C

Нарезание резьбы

D

Фрезерование

E

Сверление

F

Растачивание

G

Инструментальная оснастка

H

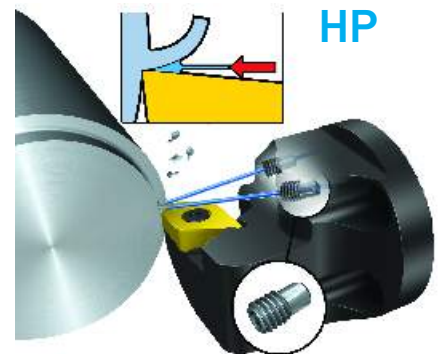
Материалы

I

Информация/указатель

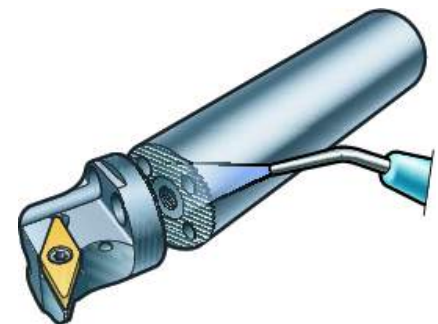
Подача СОЖ под высоким давлением

Более подробно об инструменте CoroTurn HP, обеспечивающем подачу СОЖ под высоким давлением, см. на стр. А124.



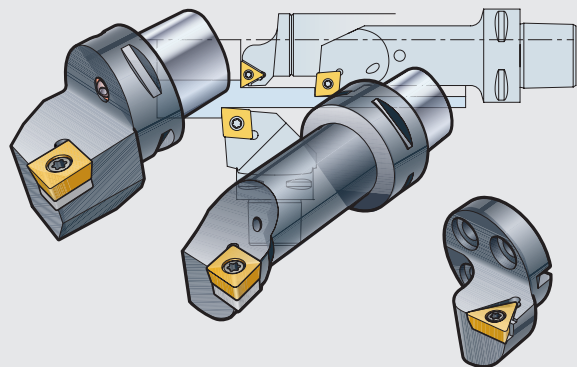
Следите за состоянием базовых поверхностей державки и пластины, а также в соединении режущей головки SL с оправкой.

Более подробно об этом на стр. А10.



CoroTurn® 107/111

Наружное и внутреннее точение пластинами с задними углами



– CoroTurn 107 для наружной и внутренней обработки. CoroTurn 111 для внутреннего точения

– Легкое черновое и чистовое точение длинных и нежестких заготовок

– Стабильный и производительный процесс обработки

HP

– Инструменты с подачей СОЖ под высоким давлением

PMKNSH

– Геометрии и сплавы для обработки различных групп материалов

Wiper TECHNOLOGY

– Высокое качество поверхности при наружном точении с использованием пластин Wiper

Надежное закрепление пластины и беспрепятственный сход стружки

Система крепления CoroTurn 107 предназначена для пластин с задними углами для наружного и внутреннего точения. Крепление пластины осуществляется винтом через центральное отверстие в пластине.

CoroTurn 107 – это первый выбор для растачивания отверстий небольшого диаметра, а также для легкого наружного точения заготовок низкой жесткости.

Области применения

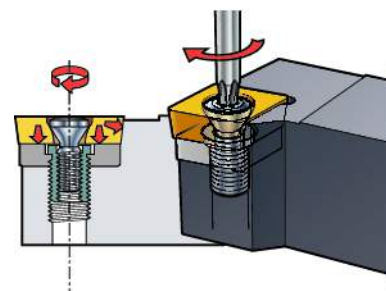
	Наружное точение			Внутреннее точение		
	Coromant Capto®	Державки прямоугольного сечения	Режущие головки CoroTurn® SL	Coromant Capto®	Расточные оправки	Режущие головки CoroTurn® SL
<p>Для пластин с задними углами из твердого сплава, кубического нитрида бора и поликристаллического алмаза.</p>						
<p>Область применения</p> <p>Стр. А46 - А55</p> <p> Продольное точение и подрезка торца</p> <p> Профильная обработка</p> <p> Подрезка торца</p>	••	••	•	••	••	••
<p>Область применения</p> <p>Стр. А56 - А69</p> <p> Продольное точение и подрезка торца</p> <p> Профильная обработка</p>	••	••	•	••	••	••

•• = Рекомендуемая система инструмента
• = Альтернативная система инструмента

*) = Режущие головки CoroTurn SL закрепляются на расточных оправках Coromant Capto.

Система крепления CoroTurn® 107

CoroTurn 107 – это система закрепления пластин с задним углом 7° , используемая, в основном, в инструментах небольшого размера для внутренней и наружной обработки. Преимуществами данной системы крепления являются компактность и наличие пространства для свободного схода стружки, а также широкий выбор пластин.



Точение

В

Отрезка и
обработка канавок

Система крепления CoroTurn® 111

Оптимальное решение для внутренней обработки. Система CoroTurn 111 предназначена для закрепления пластин с задним углом 11° и является альтернативным вариантом системе CoroTurn 107 на операциях растачивания.

Преимущества:

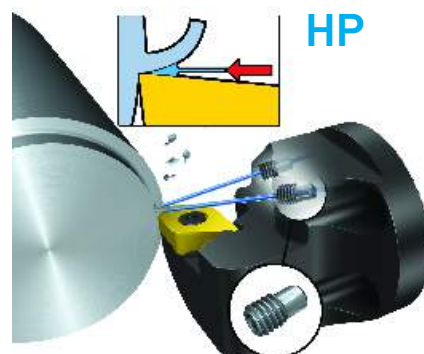
- Надежное закрепление
- Беспрепятственный сход стружки
- Небольшое число комплектующих.

С

Нарезание резьбы

Подача СОЖ под высоким давлением

Более подробно об инструменте CoroTurn HP, обеспечивающем подачу СОЖ под высоким давлением, см. на стр. А124.



D

Фрезерование

E

Сверление

Момент затяжки крепежных винтов

Более подробно об этом см. на стр. А10.



F

Растачивание

G

Инструментальная
оснастка

H

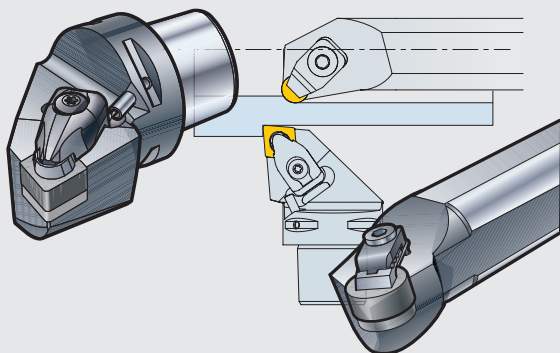
Материалы

I

Информация/
указатель

CoroTurn® RC для пластин из керамики и CBN

Наружное точение пластинами без задних углов



- Специализированные державки для пластин из керамики и кубического нитрида бора
- Альтернативные системы крепления для пластин с отверстием и без
- Надежность производительного точения
- Широкий ассортимент инструмента с разнообразием углов в плане, форм и размеров режущих пластин
- Геометрии и сплавы для обработки материалов по ISO K, S и H
- Режущие пластины с геометрией Wiper



Стабильность и надежность закрепления пластин

Надежное жесткое крепление является важным фактором, обеспечивающим полное использование высокого потенциала режущих свойств керамических пластин и пластин из кубического нитрида бора. Державки CoroTurn RC специально сконструированны с учетом специфических требований при обработке деталей сверхтвердыми режущими материалами.

Области применения

Наружное точение

Coromant Capto®

Державки прямоугольного сечения

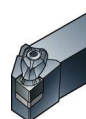
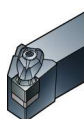
Coromant Capto®

Державки прямоугольного сечения

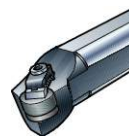
Внутреннее точение

Расточные оправки T-Max®

Для пластин без задних углов из керамики и кубического нитрида бора с отверстием и без.



Для круглых пластин T-Max® из керамики без отверстия с задними углами и без.

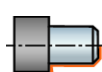


Державки для пластин с отверстием

Державки для пластин без отверстия

Область применения

Стр. A46 - A55



Продольное точение и подрезка торца

••

••

•

•

•



Профильная обработка

••

••

•

•



Подрезка торца

••

••

•

•

•• = Рекомендуемая система инструмента

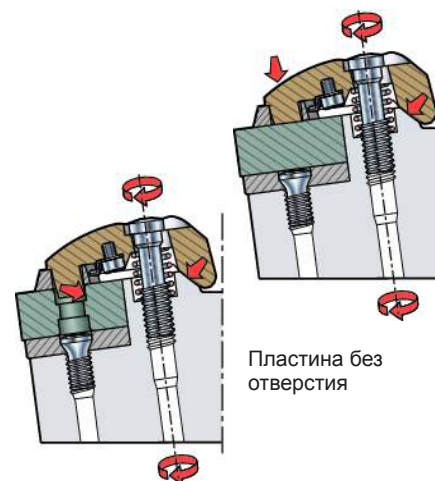
• = Альтернативная система инструмента

Прижим повышенной жесткости CoroTurn® RC для пластин из керамики и CBN

Прижим сверху и поджим за отверстие

Система крепления CoroTurn RC предназначена для закрепления пластин без задних углов и, как правило, используется для наружного точения.

Жесткое и надежное закрепление пластин – решающий фактор для достижения высокого качества обрабатываемых деталей. Крепление CoroTurn® RC сочетает в себе высокую надёжность и точность позиционирования режущей пластины в гнезде.



Пластина с отверстием

Пластина без отверстия

Преимущества:

- Высочайшая жесткость закрепления
- Первый выбор при обработке в условиях повышенного загрязнения, например, при обработке чугуна
- Хорошая повторяемость размеров при замене пластины
- Удобство использования; один размер ключа для замены опорной и режущей пластины
- Легкий доступ к державке, даже если она находится в перевернутом положении.

Гибкость системы

Путем замены крепежного механизма и опорной пластины, в случае необходимости, в гнездо любой державки CoroTurn RC можно установить:

- Пластины из твердого сплава
- Керамические пластины с отверстием
- Керамические пластины без отверстия
- Режущие пластины разной толщины.

Крепежные наборы для пластин из керамики –

– с отверстием



– без отверстия



Стандартная державка для пластин из твердого сплава и керамики с отверстием

Стандартная державка для пластин из керамики с отверстием

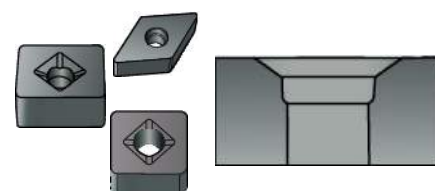
Резцовые вставки для встраивания в расточные оправки собственной конструкции. Стандартная державка CoroTurn RC и узел прижима -2.

Стандартная державка для пластин из керамики без отверстия

Резцовые вставки для встраивания в расточные оправки собственной конструкции. Стандартная державка CoroTurn RC и узел прижима -4.

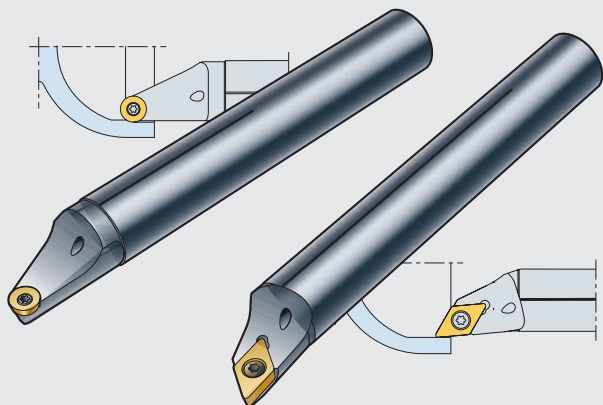
Пластины с отверстием Q-типа

Совместное использование пластин с отверстием Q-типа и системы CoroTurn RC обеспечивает непревзойденный процесс резания по сравнению с плоскими пластинами, установленными в стандартные державки. Q-тип отверстия в режущей пластине исключает вероятность ее смещения в гнезде благодаря высокой жесткости закрепления.



Расточные оправки CoroTurn® 107 специального назначения

Внутреннее точение сферических деталей



- Крепление пластин винтом
- Превосходные результаты обработки при использовании круглых пластин
- Высочайшая острота режущей кромки
- Державка с хорошей геометрической проходимостью
- Подходят для закрепления во втулках EasyFix

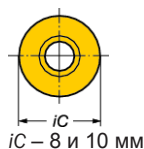
Пример использования - токарная обработка элементов имплантанта тазобедренного сустава



	Min диаметр 20 мм	Диаметр >34 мм	
Черновая обработка	 M-xH R300	 M-xH R300	
Чистовая обработка	 E-xL R300	 E-xM R300	 DCMT-UM
	 E-xM R300	 E-xL R300	 DCMT-MF

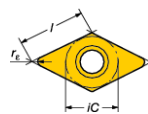
Рекомендации по выбору пластин

Размеры пластин



Геометрии пластин

E-xL = Наивысшая острота и точность режущей кромки
E-xM = Острота и точность режущей кромки
M-xH = Максимальная надежность режущей кромки



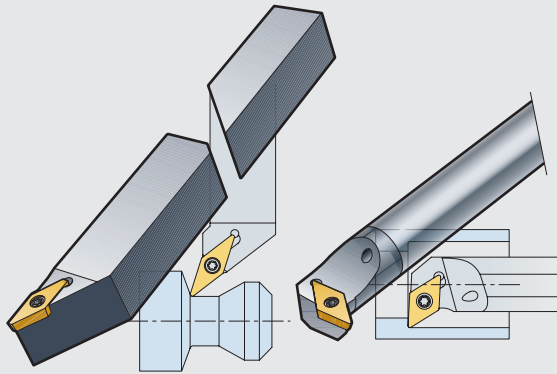
$iC - 6.35 \text{ и } 9.525 \text{ мм}$
 $l - 7 \text{ и } 11 \text{ мм}$
 $r_{\epsilon} - 0.4 \text{ и } 0.8 \text{ мм}$

Геометрии пластин

UM = Чистовая обработка, наивысшая острота режущей кромки
MF = Чистовая обработка, острота и точность режущей кромки

Система CoroTurn® 107 в мелкоразмерной обработке

Наружное и внутреннее точение пластинами с задними углами



- Державки для пластин с задним углом 7°
- Заготовки диаметром 6–32 мм
- Шлифованные державки с пластинами, не выступающими за габариты
- Пластины с острой режущей кромкой
- Геометрии для чистового (-F) и получистового (-M) точения
- Пластины с геометрией Wiper
- Сплавы для обработки различных групп материалов



Области применения

Виды обработки		Примеры использования	
Наружное точение	Продольное точение 	Державки CoroTurn® 107 Державки CoroTurn® 107 системы QS 	
	Профильное точение 	 Стр. A82	
Внутреннее точение	Продольное точение 	Расточные оправки CoroTurn® 107 Min диаметр отверстия 6.0 мм.	
	Профильное точение 	Стр. A82	Все оправки со стальным хвостовиком. Оправки для установки пластин форм D и T доступны с твердосплавным хвостовиком и антивибрационные Silent Tools.

*) Стальные расточные оправки для наружного точения, устанавливаемые в гнезда для расточных оправок.

Рекомендации по выбору пластин



Пластины VCEX

Острая режущая кромка для обеспечения плавности процесса резания при обычном и обратном точении. Радиус при вершине пластины от 0 до 0.1 мм. Зачистной эффект и удовлетворительное стружкодробление. Точность изготовления по классу E для прецизионной обработки.



Геометрия UM

Острая режущая кромка для контурной обработки и продольного точения. Шлифованные пластины с небольшим радиусом при вершине. Точность изготовления по классу G гарантирует высокую повторяемость размеров при замене пластин.



Геометрии PF/PM

Чистовые и получистовые операции, на которых острота режущей кромки не является приоритетом. Широкий диапазон радиусов при вершине пластины: 0.2–1.2 мм. Твердые сплавы для обработки различных материалов. Скругленная режущая кромка (ER) обеспечивает продолжительный период стойкости.

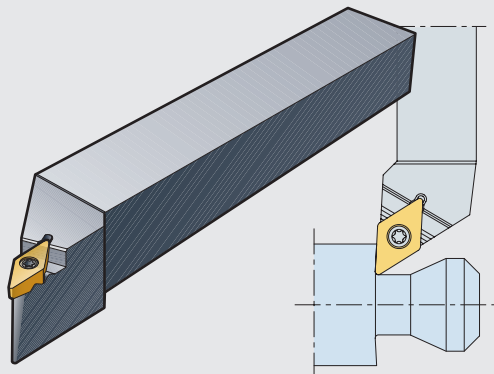


Геометрия AL

Острая режущая кромка для обработки цветных металлов и титана. Точность изготовления по классу G гарантирует высокую надежность закрепления.

Система CoroTurn® TR в мелкоразмерной обработке

Наружное профильное точение с высокой степенью жесткости закрепления пластин с задними углами



– Максимально стабильная профильная обработка с высокой степенью точности

– Заготовки диаметром 6–32 мм

– Надежный и производительный процесс обработки

– Пластины форм V (35°) и D (55°)

– Геометрии для чистового (-F) и получистового (-M) точения

– Шлифованные державки с пластинами, не выступающими за габариты



– Сплавы для обработки различных групп материалов

Области применения

Стр. A82

Примеры использования

Наружное точение	Профильное точение	CoroTurn® TR				

Рекомендации по выбору пластин



Пластины TR-DC

Геометрии для чистовой и получистовой обработки.
Радиус при вершине пластины: 0.4, 0.8 и 1.2 мм.



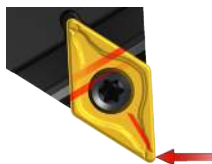
Геометрия TR-VB

Геометрия для чистовой обработки.
Радиус при вершине пластины: 0.4, 0.8 и 1.2 мм.

Особенности системы



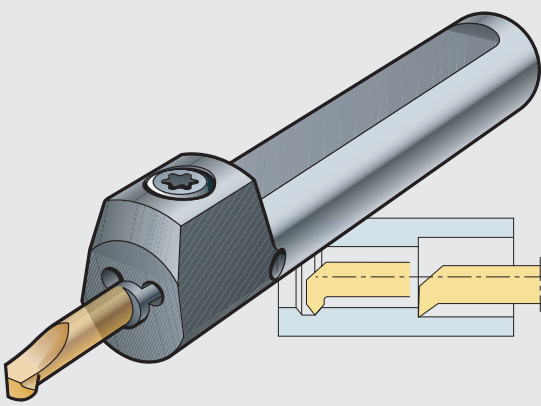
Наличие Т-образных направляющих на базовых поверхностях пластины и державки.



Жесткость крепления повышает стабильность обработки.



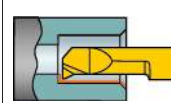
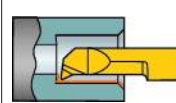
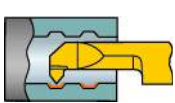
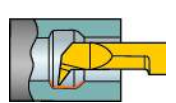
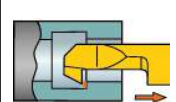
CoroTurn® XS



- Внутренняя обработка отверстий диаметром от 0.3 мм
- Острая режущая кромка
- Расточные оправки с внутренним подводом охлаждения
- Высокая точность позиционирования
- Заготовки для самостоятельного изготовления вставок

Расточные оправки могут быть установлены на станках разного типа. Более подробная информация на стр. A84.

Области применения

Стр. A82	<p>Продольное точение</p> <p>Главный угол в плане 90°</p> 	<p>Продольное точение</p> <p>Главный угол в плане 98°</p> 	<p>Продольное точение/ профильное точение</p> <p>Главный угол в плане 45°</p> 	<p>Профильное точение</p> <p>Главный угол в плане 98°</p> 	<p>Обратное растачивание</p> <p>Главный угол в плане 90°</p> 
	CXS-..T090	CXS-..T098	CXS-..T045	CXS-..TE98	CXS-..B090

Применение инструмента CoroTurn XS в "Отрезке и обработке канавок" на стр. B63 и в "Резьбонарезании" на стр. C48.

Рекомендации по выбору геометрии вставки

Размер вставок



- 04 = 4 мм
- 05 = 5 мм
- 06 = 6 мм
- 07 = 7 мм

Тип операции

- T = Продольное/профильное точение
- TE = Профильное точение
- B = Обратное растачивание

ISO

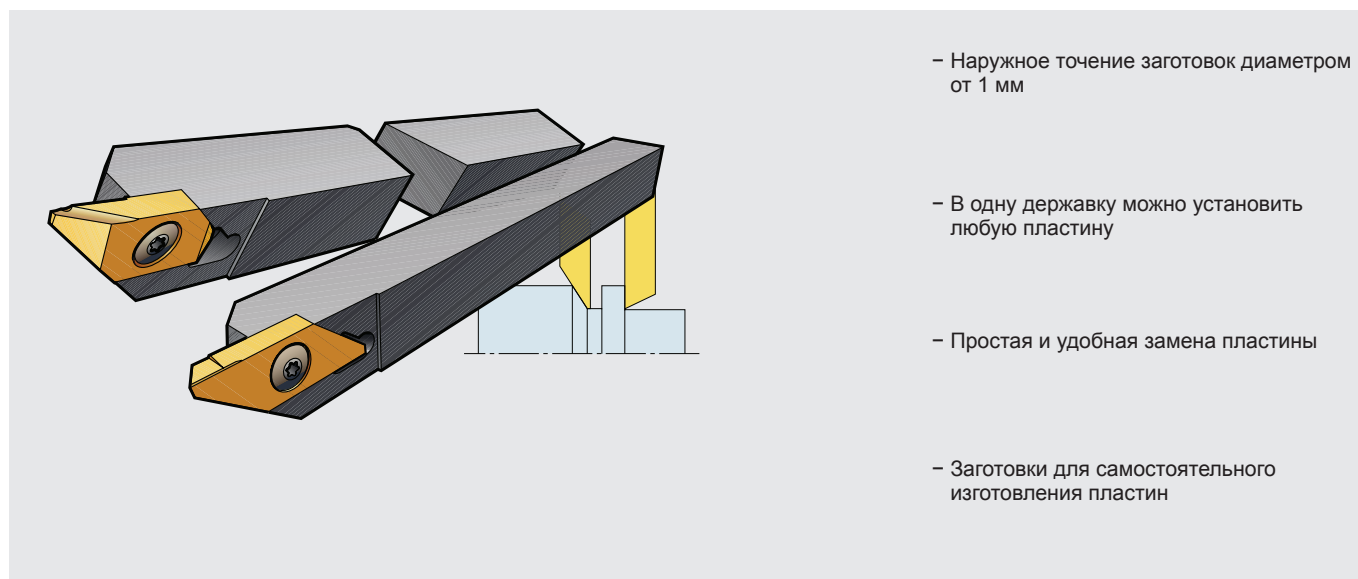


Сплав GC1025

Превосходный универсальный сплав для обработки всех групп материалов. Небольшая толщина покрытия позволяет добиться высокой остроты режущей кромки.

Скорости резания от низких до средних.

CoroCut® XS



– Наружное точение заготовок диаметром от 1 мм

– В одну державку можно установить любую пластину

– Простая и удобная замена пластины

– Заготовки для самостоятельного изготовления пластин

CoroCut XS – стандартные державки и державки с быстросменной системой QS.

Области применения

	Продольное точение Главный угол в плане 90°	Обратное точение Главный угол в плане 59°	Радиус при вершине пластины, r_e , мм	Мак глубина резания, a_p , мм
Стр. A82			MAFR/L	4
			0.03	4
			0.05	4
			0.10	4
			0.20	4
			MABR/L	4
			0.03	4
			0.05	4
			0.10	4
			0.20	4

Применение инструмента CoroCut XS в "Отрезке и обработке канавок" на стр. B62 и в "Резьбонарезании" на стр. C44.

Рекомендации по выбору державки

Все пластины CoroCut XS подходят ко всем державкам данной системы.

Также доступны режущие головки SL с оправками Coromant Capto и оправками с цилиндрическим хвостовиком.

Рекомендации по выбору сплава пластины

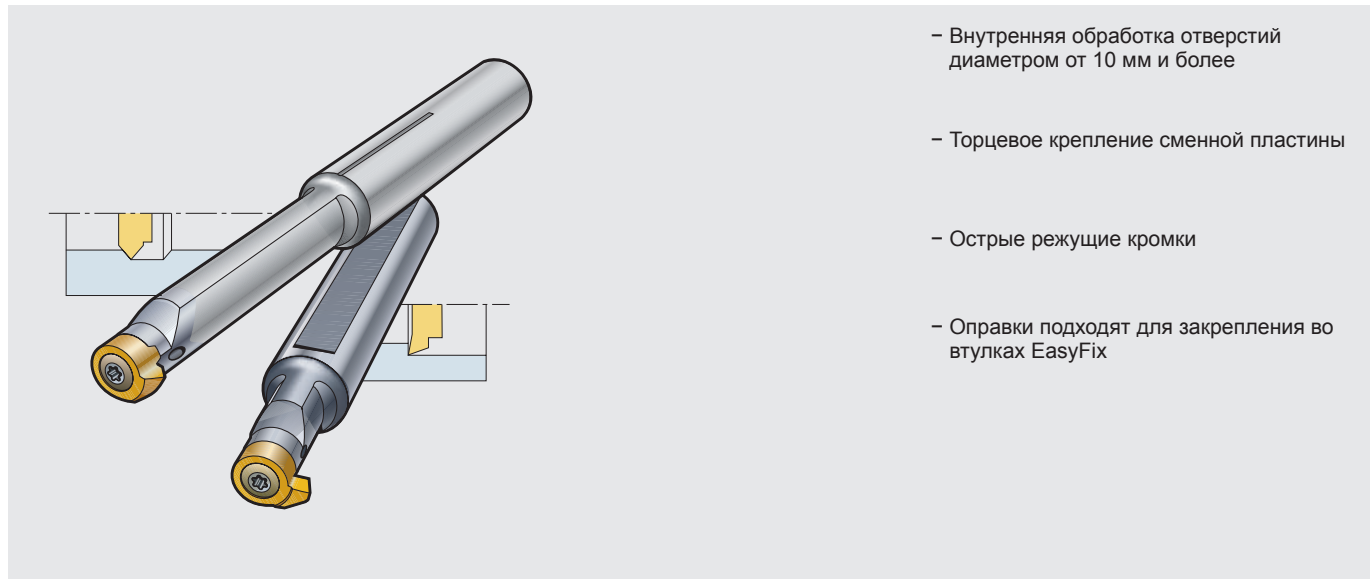
ISO GC1025



Превосходный универсальный сплав для обработки всех групп материалов. Небольшая толщина покрытия позволяет получить режущую кромку высокой остроты.

Скорости резания от низких до средних.

CoroCut® MB



Области применения

	Продольное точение Главный угол в плане 93°	Продольное/профильное точение Главный угол в плане 45°	Профильное точение Главный угол в плане 93°	Обратное растачивание Главный угол в плане 90°
Низкая подача	 MB-07T 	 MB-07T 	 MB-07TE 	 MB-07B 

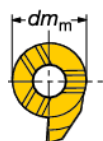
Применение инструмента CoroCut MB в "Отрезке и обработке канавок" на стр. B65 и в "Резьбонарезании" на стр. C46.

Рекомендации по выбору геометрии пластины

Размер пластины

Тип операции

Сплав



07 = 7 мм, min диаметр отверстия 10 мм

- T = Продольное/профильное точение
- TE = Профильное точение
- B = Обратное растачивание

ISO



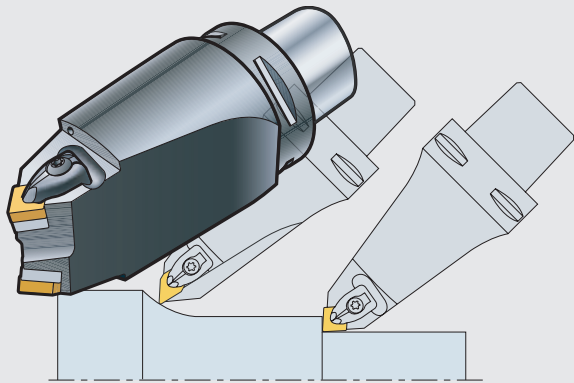
GC1025

Превосходный универсальный сплав для обработки всех групп материалов. Небольшая толщина покрытия позволяет добиться высокой остроты режущей кромки.

Скорости резания от низких до средних.

CoroPlex™ TT

Многофункциональный токарный инструмент



- Два токарных инструмента в одном
- Сокращение времени смены инструмента
- Экономия пространства в инструментальном магазине
- Инструмент оптимальной длины с внутренним подводом СОЖ, обеспечивающий стабильность обработки
- Геометрии и сплавы пластин для обработки всех групп материалов
- Максимальные надежность и геометрическая проходимость

Области применения

Обработка с разворотом инструментального шпинделя под 45°

Торцевое и продольное точение

Главный угол в плане 95°

Стр. А70



CNM.

Профильное точение

Главный угол в плане 93°

Стр. А70



DNM.

Пластина

Обработка с разворотом инструментального шпинделя под 90°

Наружное продольное точение

Стр. А70



CNM.

Наружное торцевое точение

Стр. А70



CNM.

Внутренняя обработка

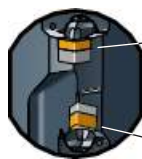
Стр. А70



CNM.

Пластина

Комбинация пластин



CNMG, ромб с углом 80°
12 и 16 мм



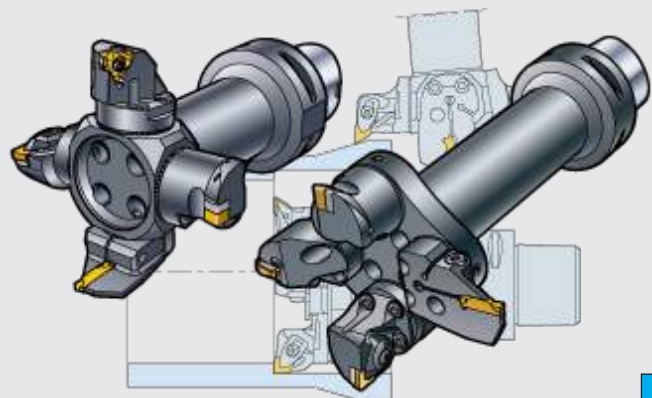
DNMG, ромб с углом 55°
15 мм



CNMG, ромб с углом 80°
12 и 16 мм

Многопозиционные адаптеры CoroPlex™ SL

Многофункциональный инструмент для точения, отрезки, обработки канавок и резьбонарезания



- Четыре токарных инструмента в одном
- Сокращение времени смены инструмента
- Экономия пространства инструментального магазина станка
- Невращающийся токарный инструмент для наружного и внутреннего точения
- Широкий ассортимент режущих головок SL
- Высокое качество поверхности с геометрией Wiper
- Широкий выбор пластин, геометрий и сплавов

Собирайте индивидуальные инструментальные наладки, используя расточную оправку Coromant Capto, адаптер CoroPlex SL и четыре различные режущие головки SL для разных видов обработки.

Области применения



Точение



Отрезка и обработка канавок



Резьбонарезание

Расточная оправка Coromant Capto®



Стр. A70

Осевое крепление режущих головок



Размер соединения:
Крепление адаптера, 40 мм
Крепление головок, 25 и 32 мм

Радиальное крепление режущих головок



Размер соединения:
Крепление адаптера, 40 мм
Крепление головок, 25 и 32 мм

Режущие головки для:

- Точения



CoroTurn® RC



T-Max® P



CoroTurn® 107/111



CoroTurn® TR

-Резьбонарезания



CoroThread™ 266

-Обработки торцевых канавок



CoroCut® 1-2



T-Max® Q-Cut

- Отрезки и обработки канавок



CoroCut® 1-2



T-Max® Q-Cut



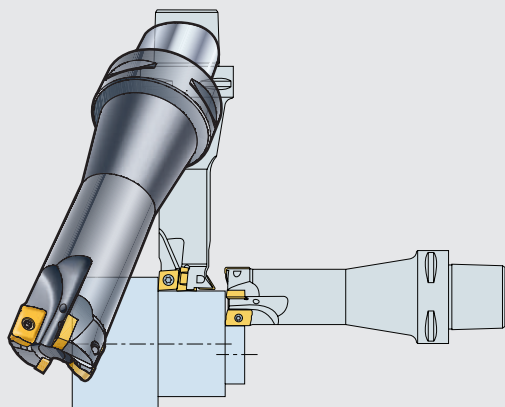
CoroCut® 3



CoroCut® XS

CoroPlex™ MT

Многофункциональный фрезерный и токарный инструмент



- Один фрезерный и четыре токарных инструмента в одном
- Сокращение времени смены инструмента
- Две инструментальные концепции CoroMill 390 и CoroTurn 107
- Экономия пространства инструментального магазина
- Вращающийся фрезерный инструмент
- Невращающийся токарный инструмент для наружного и внутреннего точения
- Геометрии и сплавы пластин для обработки всех групп материалов

Области применения

Токарная обработка с системой CoroTurn® 107

	Продольное и торцевое точение Главный угол в плане 95°	Профильная обработка Главный угол в плане 93°	Внутренняя обработка Главный угол в плане 93°/95°
Стр. A70			
Пластина	CCM.	DCM.	CCM. DCM.

Фрезерная обработка с системой CoroMill® 390

	Фрезерование уступов	Винтовая интерполяция	Точение фрезерованием
Стр. A70			
Пластина	R390	R390	R390

Рекомендации по выбору пластины

Токарные пластины

CCMT, ромб с углом 80°
09 и 12 мм

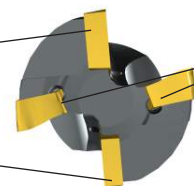


DCMT, ромб с углом 55°
07 и 11 мм



Фрезерные пластины

R390
Пластины размером 11 и 18 мм

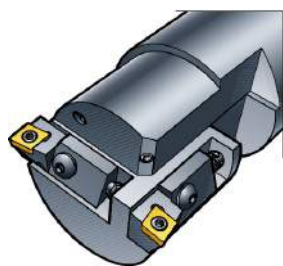


Дополнительные возможности

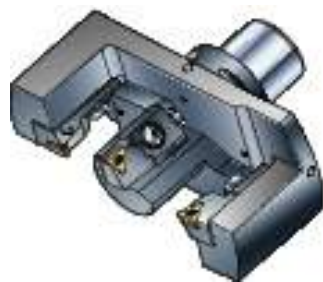
Комбинированный инструмент

Резцовые вставки, в первую очередь, предназначены для применения в многоинструментальных наладках и обеспечивают следующие преимущества:

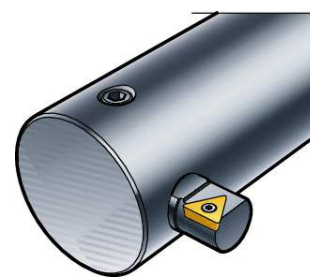
- При поломке пластины не повреждается дорогостоящий корпус
- Достигается высокая точность позиционирования вставок.



Осевое и радиальное закрепление резцовых вставок CoroTurn 107 в расточной оправке для внутренней обработки.




Осевое закрепление резцовых вставок CoroTurn 107 в корпусе комбинированного инструмента для выполнения операций наружной и внутренней обработки.



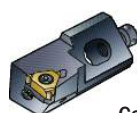
Радиальное закрепление расточных оправок CoroTurn 107 с цилиндрическим хвостовиком для внутренней обработки.

Резцовые вставки

	Область применения		Min диаметр отверстия, мм *)		Точность регулировки, мм	
	Наружная обработка	Внутренняя обработка	Осевое крепление	Радиальное крепление	Осевая	Радиальная
 CoroTurn® RC	×	×	55	75	0.05	0.05
 T-Max® P						
 CoroTurn® 107	×	×	20	30	0.05	0.05
 CoroTurn® 107	–	×		–	0.05	–

*) Зависит от размера вставки, формы пластины и главного угла в плане.

Резцовые вставки для резьбонарезания



CoroThread™ 266

Доступны резцовые вставки с уникальной системой крепления высокой жесткости.



Направляющие пазы



Позиционирующий выступ на опорной пластине

Информация о сплавах

Современные инструментальные материалы очень разнообразны и их развитие постоянно продолжается. При этом модернизации подвергаются не только сами инструментальные материалы, но и технологии их изготовления. Результатом этих процессов является широкий ассортимент высокопроизводительного инструмента для различных типов операций.

Все режущие материалы можно разделить на две группы, основные и дополнительные. Марки инструментальных сплавов представлены на диаграмме ISO/ANSI в зависимости от их износостойкости и прочности.

- Сплавы основной группы имеют достаточно широкую область применения и их следует рассматривать в качестве первого выбора.
- Дополнительные сплавы предназначены для расширения области применения сплавов основной группы и зачастую выступают в качестве их достойной альтернативы.



Буквенное обозначение инструментальных материалов:

Твердые сплавы:

HW Твердые сплавы без покрытия, содержащие в основном карбид вольфрама (WC).

HT Безвольфрамовые твердые сплавы без покрытия (керметы), содержащие в основном карбиды (TiC) или нитриды (TiN) титана или те, и другие вместе.

HC Вышеперечисленные твердые сплавы, но с покрытием.

Керамика:

CA Окисная металлокерамика, состоящая из окиси алюминия (Al_2O_3).

CM Смешанная керамика на основе оксида алюминия (Al_2O_3), но содержащая также и другие компоненты.

CN Нитридная керамика, содержащая в основном нитрид кремния (Si_3N_4).

CC Вышеперечисленные керамические материалы, но с покрытием.

Алмаз:

DP Поликристаллический алмаз ¹⁾

Нитриды бора:

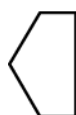
BN Кубический нитрид бора ¹⁾

¹⁾ Поликристаллический алмаз и кубический нитрид бора также называют сверхтвердыми режущими материалами.

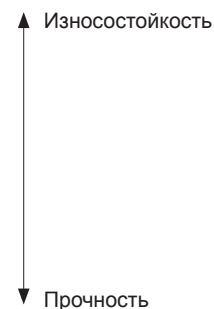
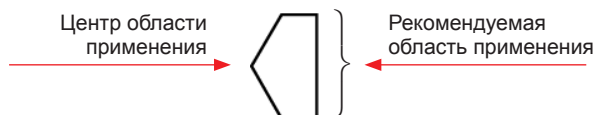
Положение и форма диаграммы инструментального материала определяет рекомендуемую область применения.



= Основной сплав



= Дополнительный сплав



P ISO P = Сталь

M ISO M = Нержавеющая сталь

K ISO K = Чугун

N ISO N = Цветные металлы

S ISO S = Жаропрочные сплавы

H ISO H = Закаленные материалы

Сталь, стальное литье, ковкий чугун, дающий сливную стружку

ISO	ANSI	Основные марки		Дополнительные марки	
		CT	GC	GC	GC
P	01	C8	CT 5015	GC 4205	GC 3005
	10	C7	GC 1525	GC 4215	GC 1025
	20		GC 4225	GC 1125	
	30	C6	GC 4235	GC 2015	
	40	C5		GC 2025	
50			GC 235		

CT5015 – P10 (P01-P20)

- Непокрытый кермет с исключительной стойкостью к образованию нароста и устойчивостью к пластической деформации.
- Чистовая обработка низколегированных и легированных сталей.
- Высокое качество поверхности.
- Низкие усилия резания.

GC1525 – P15(P05-P25)

- Кермет с покрытием PVD.
- Чистовая и получистовая обработка низкоуглеродистых и низколегированных сталей.
- Очень высокая износостойкость и прочность режущей кромки.
- Высокое качество обработанной поверхности при средних и высоких скоростях резания.

GC4205 – P05(P01-P15)

- Сплав с CVD покрытием.
- Высокоэффективный съем металла в стабильных условиях на черновых и получистовых стадиях обработки.
- Высокая стойкость к лункообразованию и пластической деформации.
- Подходит как для обработки с СОЖ, так и без.

GC4215 – P15(P05-P25)

- Сплав с CVD покрытием. Основа с градиентным спеканием отличается оптимальным сочетанием прочности и твердости, а покрытие повышает износостойкость.
- Чистовая и черновая обработка стали и стального литья.
- Непрерывное резания и резание с легким ударом.
- Сплав способен противостоять высоким температурам.
- Подходит как для обработки с СОЖ, так и без.

GC4225 – P25(P15-P35)

- Твердый сплав с износостойким покрытием значительной толщины, нанесенным методом CVD на прочную градиентную основу.
- Чистовая и черновая обработка стали и стального литья.
- Сплав отлично работает как в условиях прерывистого, так и непрерывного резания.

GC4235 – P35(P25-P45)

- Сплав с износостойким CVD покрытием, нанесенным на прочную градиентную основу.
- Обработка стали и стального литья в неудовлетворительных условиях.
- Достаточная надежность режущей кромки для работы в условиях прерывистого резания с высокой скоростью снятия металла.

GC1515 – P25(P10-P30)

- Мелкозернистый твердый сплав с CVD покрытием.
- Чистовая обработка низкоуглеродистых и низколегированных сталей и других вязких материалов на средних и низких скоростях резания.
- Превосходный выбор при необходимости получить поверхность высокого качества или обеспечить плавность процесса резания.
- Отличная стойкость к термическому удару делает сплав пригодным для легкого прерывистого резания.

GC3005 – P10(P01-P25)

- Сплав с износостойким покрытием, нанесенным CVD методом с хорошей адгезией с твердой основой сплава.
- Чистовая и получистовая обработка высоколегированной стали на высокой скорости резания с получением поверхности высокого качества.
- Высокие скорости резания.

GC1025 – P25(P10-P35)

- Мелкозернистый сплав с PVD покрытием.
- Рекомендуется для чистовой обработки низкоуглеродистых сталей и других вязких материалов при необходимости получить поверхность высокого качества или обеспечить плавность процесса резания.
- Высокая устойчивость к термальному шоку делает сплав пригодным для легкого прерывистого резания.

GC1125 – P25(P10-P30)

- Мелкозернистый сплав с PVD покрытием.
- Дополняет сплав GC1515 в области чистового точения низкоуглеродистых сталей на невысоких скоростях резания и с небольшими значениями подач.
- Высокие скорости резания.
- Плавный процесс резания и высокая прочность режущей кромки, обеспечивают высокое качество поверхности.

GC2015 – P25(P20-P30)

- Сплав с износостойким покрытием, нанесенным PVD методом на основу с отличной стойкостью к высоким температурам.
- Чистовая и легкая черновая обработка углеродистых сталей и других вязких материалов.
- Хорошее качество поверхности и плавный процесс резания в сочетании с острокромочной геометрией.

GC2025 – P35(P25-P40)

- Твердый сплав с CVD покрытием.
- Альтернативный выбор для обработки сталей со значительными нагрузками на режущую кромку.
- Высокая стойкость к термическому и механическому удару обеспечивает высокую надежность режущей кромки и делает сплав пригодным для работы в условиях прерывистого резания.

GC235 – P45(P30-P50)

- Сплав с покрытием CVD, нанесенным на очень прочную основу, обеспечивает высочайшую прочность режущей кромки.
- Черновая обработка стали и стального литья в очень неблагоприятных условиях.
- Сплав рекомендуется для прерывистого резания с ударом на низких скоростях резания.

Точение

B

Отрезка и обработка канавок

C

Нарезание Резьбы

D

Фрезерование

E

Сверление

F

Расширение

G

Инструментальная оснастка

H

I

Информация/Указатель

Материалы

Информация/Указатель

Аустенитные/ферритные/мартенситные нержавеющие стали, стальное литье, марганцовистые стали, легированный и ковкий чугун, инструментальные стали.

M	ISO	ANSI	Основные марки сплавов				Дополнительные марки сплавов								
	10	C4		GC 1025	GC 2015	GC 1115	GC 1125	GC 2025	GC 2035	GC 235	GC 1105	GC 1515	GC 1525	GC 1005	GC 4225
20	C3														
30	C2														
40	C1														

GC1025 – M15(M10-M25)

- Ультра мелкозернистый твердый сплав с PVD покрытием.
- Чистовая обработка нержавеющих сталей, когда необходима высокая точность и отличное качество детали, а также когда условия обработки требуют остроты режущей кромки.
- Высокая стойкость к термическим ударам, подходит для работы в условиях прерывистого резания.

GC2015 – M15(M05-M25)

- Твердый сплав с износостойким CVD покрытием, нанесенным на основу, способную противостоять высоким температурам.
- Чистовая и легкая черновая обработка нержавеющих сталей на умеренных и высоких скоростях резания.
- Первый выбор для продолжительного резания.

GC1115 – M15(M05-M25)

- Мелкозернистый твердый сплав с тонким PVD покрытием, позволяющим добиться высокой остроты режущих кромок. Основа сплава отличается хорошей стойкостью к повышенным температурам, пластической деформации и гарантирует высокую надежность режущей кромки.
- Чистовая обработка нержавеющих сталей на умеренных скоростях резания.
- Подходит для обработки материалов, склонных к налипанию.
- Прочный высокопроизводительный сплав с хорошей стойкостью к лункообразованию. Для сплава характерен равномерный износ по задней поверхности.

GC1125 – M25(M10-M30)

- Мелкозернистый твердый сплав с PVD покрытием.
- Чистовая обработка всех типов нержавеющих сталей на средних и низких скоростях резания.
- Превосходный выбор при необходимости получить одновременно острую и прочную режущую кромку для обеспечения высокого качества обработанной поверхности.
- Высокая стойкость к термическому удару, сплав подходит для работы в условиях прерывистого резания.

GC2025 – M25(M15-M35)

- Твердый сплав с CVD покрытием.
- Оптимизирован для получистовой и черновой обработки аустенитных и дуплексных нержавеющих сталей на умеренных скоростях резания.
- Высокая стойкость к термическому и механическому удару. Высокая прочность режущей кромки делает сплав пригодным для работы в условиях прерывистого резания.

GC2035 – M35(M25-M40)

- Твердый сплав с PVD покрытием.
- Получистовая и черновая обработка аустенитных и дуплексных нержавеющих сталей на низких и умеренных скоростях резания.
- Высокая стойкость к термическому удару. Идеальное решение для надежной обработки с ударом.

GC235 – M35(M25-M40)

- Сплав с CVD покрытием и прочной основой.
- Черновая обработка нержавеющих сталей и стального литья с коркой на низких и умеренных скоростях резания.
- Чрезвычайно высокая прочность режущей кромки, позволяющая сплаву работать в тяжелых условиях резания с ударом.

GC1105 – M15(M05-M20)

- Твердая мелкозернистая основа с содержанием кобальта 6% обладает повышенной красностойкостью, хорошей стойкостью к пластической деформации и износу по задней поверхности. Тонкое покрытие TiAlN, нанесенное PVD методом, обладает отличной адгезией.
- Высокая производительность, острая и прочная режущая кромка.
- Подходит для чистовой обработки нержавеющих сталей на высоких скоростях.

GC1515 – M20(M10-M25)

- Мелкозернистый сплав с CVD покрытием.
- Чистовая обработка всех типов нержавеющих сталей.
- Дополнение сплаву GC1125, в случаях когда износостойкость имеет приоритетное значение перед прочностью.

GC1525 – M10(M05-M15)

- Кермет с PVD покрытием. Очень высокая износостойкость и прочность режущей кромки. Низкая склонность к налипанию.
- Прекрасный выбор для чистовой обработки нержавеющей стали в благоприятных условиях.
- Высокие скорости резания и относительно низкие подачи.
 $f_n \times a_p < 0.35 \text{ мм}^2$

GC1005 – M15(M05-M20)

- Сплав, представляющий собой комбинацию твердой мелкозернистой основы с высокой стойкостью к пластической деформации и покрытия, нанесенного PVD методом, с высокой температурной стойкостью.
- Чистовая обработка нержавеющих сталей на высоких скоростях.

GC4225 – M15(M05-M25)

- Твердый сплав с износостойким CVD покрытием, нанесенным на прочную градиентную основу.
- Хорошо подходит для обработки нержавеющих сталей.
- Одинаково хорошо работает как в условиях прерывистого, так и непрерывного резания. Широкая область применения.

GC4235 – M25(M15-M35)

- Твердый сплав с износостойким покрытием, нанесенным на прочную основу CVD методом.
- Может использоваться для получистового или чернового точения нержавеющих сталей на умеренных скоростях резания.
- Хорошая стойкость к термическому и механическому удару. Прочность режущей кромки позволяет сплаву работать в условиях прерывистого резания.

Описание инструментальных материалов в разделе Н.

Чугун, отбеленный и ковкий чугун, чугун, дающий элементную стружку.

К	ISO	ANSI	Основные марки сплавов		Дополнительные марки сплавов	
	01	C4		CB50 CB7050	GC 3205	GC 650
10	C3		CC 6090	GC 1690	GC 3210	GC 3005
20	C2			GC 3215		CT 5015
30	C1					GC 1515
						GC 4215
						H13A

CB50/CB7050 – K05(K01-K10)

- Чрезвычайно твердая марка кубического нитрида бора. Высокая прочность режущей кромки и хорошая износостойкость.
- Сплав является оптимальным решением для высокоскоростной финишной обработки серого чугуна в хороших условиях, а также в условиях прерывистого резания.

CC6090 – K10(K01-K20)

- Керамика на основе чистого нитрида кремния, обеспечивающая хорошую износостойкость при высоких температурах.
- Рекомендуется для высокоскоростной черновой и чистовой обработки чугуна в хороших условиях.
- Способен работать с незначительными прерываниями процесса резания.

GC1690 – K10(K05-K15)

- Керамика на основе нитрида кремния с CVD покрытием.
- Благодаря своим режущим свойствам керамика 1690 рекомендуется для легких черновых и получистовых и финишных операций при обработке чугуна.

GC3205 – K05(K01-K15)

- Сплав, состоящий из гладкого, износостойкого покрытия, нанесенного методом CVD, и твердой основы.
- Рекомендуется для высокоскоростной обработки серого чугуна.

GC3210 – K10(K05-K20)

- Сплав, состоящий из гладкого, износостойкого покрытия, нанесенного методом CVD, и твердой основы.
- Рекомендуется для высокоскоростной обработки высокопрочного чугуна.

GC3215 – K15(K10-K25)

- Сплав с покрытием CVD, состоящий из гладкого, износостойкого покрытия и твердой основы, отлично работающий в тяжелых условиях прерывистого резания.
- Рекомендуется в качестве первого выбора для черновой обработки чугунов на низких и средних скоростях резания.

CC650 – K01(K01-K05)

- Смешанная керамика на основе Al_2O_3 -оксида алюминия.
- Рекомендуется для высокоскоростной финишной обработки серого чугуна и отбеленного чугуна в хороших условиях.

GC3005 – K10(K01-K20)

- Сплав с износостойким CVD покрытием, обладающий прекрасными показателями по красностойкости.
- Предназначен для чистовой и черновой обработки чугуна с шаровидным графитом, высокопрочного ковкого чугуна и легированного серого чугуна.

CC620 – K01(K01-K05)

- Чистая керамика на основе Al_2O_3 -оксида алюминия.
- Высокоскоростная чистовая обработка серого чугуна в стабильных условиях без применения СОЖ.

GC1515 – K25(K15-K30)

- Мелкозернистый твердый сплав с хорошим балансом между прочностью и износостойкостью.
- Идеальный выбор для растачивания в тяжелых условиях.

CT5015 – K05(K01-K10)

- Непокрытый кермет с отличной стойкостью к наростообразованию и пластической деформации.
- Чистовая обработка высокопрочного чугуна, когда требуется получить хорошее качество поверхности и высокую размерную стойкость, а также при необходимости обеспечить низкие усилия резания.

GC4215 – K15(K10-K25)

- Основа с градиентным спеканием отличается оптимальной прочностью, а CVD покрытие повышает износостойкость.
- Обработка серого и высокопрочного чугуна на низких и умеренных скоростях резания.
- Надежное использование как с СОЖ, так и без.

H13A – K20(K10-K30)

- Непокрытый твердый сплав сочетает отличную стойкость к абразивному износу и прочность.
- Применяется для обработки чугуна на относительно низких скоростях резания и высоких подачах.

Точение

В

Отрезка и обработка канавок

С

Нарезание Резьбы

Нарезание

Фрезерование

Ф

Сверление

F

Растачивание

G

Инструментальная оснастка

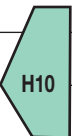

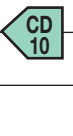
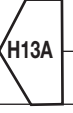

H

Материалы

I

Информация/Указатель

Цветные металлы

N	ISO	ANSI	Основные марки сплавов			Дополнительные марки сплавов		
	01	C4						
10	C3							
20	C2							
30	C1							

H10 – N15(N01-N25)

- Непокрытый твердый сплав. Отличное сочетание высокой стойкости к абразивному износу и остроты режущей кромки.
- Для обработки алюминиевых сплавов на операциях от чистовых до черновых.

CD10 – N05(N01-N10)

- Поликристаллический искусственный алмаз.
- Обработка цветных металлов и неметаллических материалов.
- Обеспечивает высокую стойкость и чистоту обработанной поверхности.

GC1005 – N10(N05-N15)

- Сплав, представляющий собой комбинацию мелкозернистой основы с PVD покрытием, обеспечивающим высокую износостойкость.
- Черновая обработка алюминиевых заготовок.

GC1810 – N10(N01-N15)

- Алмазное покрытие обеспечивает отличную износостойкость и снижение образования нароста, что повышает качество обработки поверхности.
- Обработка алюминия, магниевых сплавов, меди, латуни и пластиков на операциях от чистовых до черновых.

H13A – N15(N05-N25)

- Непокрытый твердый сплав сочетает отличную стойкость к абразивному износу и прочность.
- Получистовая и черновая токарная обработка алюминиевых сплавов.

GC1125 – N25(N15-N30)

- Мелкозернистый твердый сплав с PVD покрытием.
- Рекомендуется на операциях, требующих высокой остроты или прочности режущей кромки.

Описание инструментальных материалов в разделе H.

Жаропрочные и титановые сплавы

ISO	ANSI	Основные марки сплавов	Дополнительные марки сплавов	
S На основе Ti	01			↑↓
	10			
	20			
	30			
S На основе Ni	01			↑↓
	10			
	20			
	30			

CC670 – S15(S05-S25)

- Керамика на основе карбида кремния, усиленная волокнами оксида алюминия, обладает чрезвычайно высокой прочностью.
- Рекомендуется для обработки специальных жаропрочных сплавов в неблагоприятных условиях.

CC6060 – S10(S05-S20)

- Керамика на основе соединения Sialon.
- Наиболее подходит для предварительной обработки жаропрочных сплавов в стабильных условиях.
- Высокая надежность и предсказуемый износ, высокая стойкость к образованию проточин.

CC6065 – S15(S10-S20)

- Керамика на основе соединения Sialon. Отличается прочностью и надежностью.
- Наиболее подходит для предварительной и полуцистовой обработки, а также для удаления дефектной ковочной корки и других тяжелых условий.

S05F – S05(S05-S15)

- Твердый сплав с покрытием CVD.
- Высокоскоростная финишная обработка жаропрочных сплавов, а также для продолжительного резания при умеренных скоростях. Может быть также использован для черновой обработки.
- Используется в случаях, когда фрагментарный износ не опасен, т.е. при обработке круглыми пластинами при острых главных углах в плане, а также при обработке относительно мягких материалов.

GC1105 – S15(S05-S20)

- Покрытие TiAlN, нанесенное методом PVD, обладает великолепной адгезией с основой сплава. Твердая мелкозернистая вольфрамкобальтовая основа с 6% содержанием кобальта обладает повышенной красностойкостью и хорошей стойкостью к пластической деформации.
- Высокая производительность, прочность и острота режущих кромок.
- Чистовая обработка нержавеющей сталей на высоких скоростях резания.
- Выдающиеся результаты по точению жаропрочных сплавов.

GC1115 – S20(S15-S25)

- Тонкое PVD покрытие, обладающее прекрасной адгезией с основой сплава и позволяющее получить острую режущую кромку.
- Низкие и умеренные скорости резания, обработка жаропрочных сплавов в условиях прерывистого резания.
- Отсутствие таких форм износа как неравномерный износ по задней поверхности и выкрашивания.
- Высокая стойкость к образованию проточин при небольшом времени контакта.

GC1125 – S25(S20-S30)

- Мелкозернистый твердый сплав с PVD покрытием.
- Рекомендуется для обработки жаропрочных сплавов на низких скоростях резания или при наличии незначительных ударов.
- Высокая стойкость к образованию проточин и термическому удару. Подходит для полуцистовых этапов обработки.

GC1005 – S15(S05-S20)

- Сплав с покрытием PVD. Мелкозернистая основа с высокой стойкостью к пластической деформации и покрытие с хорошей температурной износостойкостью.
- Наиболее подходит для жаропрочных сплавов на основе Ni, Fe или Co.

GC1025 – S15(S10-S25)

- Сплав с покрытием PVD, имеющий особую мелкозернистую основу.
- Рекомендуется для обработки жаропрочных сплавов на низких скоростях резания и в условиях прерывистого резания.
- Высокая стойкость к термическому удару и фрагментарному износу. Подходит для полуцистовых этапов обработки.

H10A – S10(S01-S20)

- Непокрытый твердый сплав с высокой износостойкостью.
- Полуцистовая и черновая обработка жаропрочных и титановых сплавов.

H13A – S15(S10-S30)

- Непокрытый твердый сплав сочетает отличную стойкость к абразивному износу и прочность.
- Полуцистовая и черновая обработка жаропрочных и титановых сплавов.

CC650 – S05(S01-S10)










- Смешанная керамика на основе Al₂O₃-оксида алюминия.
- Рекомендуется для полуцистовой обработки жаропрочных сплавов в условиях, когда не требуется высокая прочность режущей кромки.

H10F – S15(S10-S30)

- Непокрытый мелкозернистый твердый сплав.
- Обработка жаропрочных и титановых сплавов на очень низких скоростях резания.
- Высокая стойкость к термическому удару и фрагментарному износу. Сплав подходит для продолжительной работы в условиях прерывистого резания.

Описание инструментальных материалов в разделе H.

Материалы высокой твердости

H	ISO	ANSI	Основные марки сплавов	Дополнительные марки сплавов
	01	C4		
10	C3		     	  
20	C2			
30	C1			

CB7015 – H10(H05-H15)

- Высокопроизводительный сплав с небольшими включениями кубического нитрида бора.
- Первый выбор для высокоскоростной обработки закаленных сталей в условиях непрерывного и легкого прерывистого резания.

CB7025 – H15(H10-H20)

- Высокопроизводительная марка композита со средним содержанием кубического нитрида бора.
- Первый выбор для точения валов с участками, вызывающими жесткий удар (шлицы, пазы и отверстия), а также для точения деталей с неравномерной поверхностной твердостью. Умеренные скорости резания.

CB20 – H15(H10-H25)

- Высокопроизводительная марка кубического нитрида бора.
- Первый выбор для обработки закаленных сталей в условиях непрерывного резания или с незначительным ударом.

CB50/CB7050 – H25(H20-H30)

- Чрезвычайно твердый сплав, состоящий из кубического нитрида бора.
- Высокая прочность режущей кромки и хорошая износостойкость делают этот сплав первым выбором для обработки закаленных материалов в условиях прерывистого резания.

CC6050 – H05(H01-H10)

- Смешанная керамика на основе Al_2O_3 -оксида алюминия.
- Высокая теплопроводность и износостойкость.
- В основном рекомендуется для продолжительной высокоскоростной чистовой обработки.

CC650 – H05(H05-H10)

- Смешанная керамика на основе Al_2O_3 -оксида алюминия.
- Высокая теплопроводность и износостойкость. В первую очередь, рекомендуется для продолжительной высокоскоростной чистовой обработки.

CC670 – H10(H05-H15)

- Керамика, упрочненная оксидами алюминия, которые представляют собой случайно ориентированные включения в основной материал.
- Рекомендуется для точения закаленных материалов в неблагоприятных условиях.

GC4215 – H15(H05-H25)

- Основа с градиентным спеканием отличается оптимальной прочностью и стойкостью, а покрытие, нанесенное CVD методом, повышает износостойкость.
- Чистовая и черновая обработка материалов повышенной твердости в условиях непрерывного резания и резания с легким ударом.
- Высокая надежность режущей кромки как при использовании СОЖ, так и без.

H13A – H20(H15-H25)

- Непокрытый твердый сплав. Удачное сочетание стойкости к абразивному износу и прочности.
- Точение закаленных сталей на низких скоростях.

Описание инструментальных материалов в разделе H.



ОТРЕЗКА И ОБРАБОТКА КАНАВОК

Введение В 2

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

Основные положения В 3

Наружная обработка В 12

Внутренняя обработка В 38

Решение проблем В 47



АССОРТИМЕНТ ИНСТРУМЕНТА

CoroCut® 1 и 2 В 50

CoroCut® 3 В 52

T-Max® Q-Cut В 54

CoroCut® SL В 58

T-Max U-Lock® 154.0 В 60

T-Max® для керамики В 61

CoroCut® XS В 62

CoroTurn® XS В 63

CoroCut® MB В 65

Дополнительные возможности В 67

Информация о сплавах В 70



Введение

Отрезка и обработка канавок это отдельно выделенный раздел токарной обработки, объединяющий широкий спектр различных операций, требующих специально разработанного инструмента, который иногда возможно использовать и для обычного точения.

Совершенствование обрабатывающих центров и многоцелевых станков в совокупности со сложной асимметричной формой деталей являются предпосылками использования фрез для обработки различных канавок.

Универсальная система CoroCut с 1 и 2 режущими кромками является самой распространенной на рынке. Широкий выбор двухлезвийных пластин CoroCut из сплава марки GC1125 охватывает большинство областей применения.

В этой главе рассматривается многообразие технологических решений для выполнения отрезных и канавочных операций и даются важные практические советы.

Тенденции

Оборудование и методы обработки

- Многоцелевая обработка – модульная система CoroCut SL для сокращения номенклатуры инструмента и времени на их смену.
- Высокая частота вращения шпинделя – сплав GC1125 позволяет работать с высокой скоростью резания.
- Высокое давление СОЖ – улучшенный отвод стружки, высокая стойкость инструмента.

Обрабатываемые детали и материалы

- Экологические требования увеличивают потребность в легких и прочных деталях. Растет число деталей, эксплуатирующихся в агрессивных средах.
- Возрастает потребность в инструментах и режущих пластинах, оптимизированных для обработки высоколегированных, высокопрочных и нержавеющей материалов.

Основные положения

Отрезка и обработка наружных и внутренних канавок

Наружная и внутренняя отрезка и обработка канавок

Для отрезки и обработки канавок Sandvik Coromant предлагает несколько различных систем инструментов, предназначенных как для наружной, так и для внутренней обработки. Во многих случаях можно использовать одну и ту же систему инструментов.

Отрезка

Для отрезных операций Sandvik Coromant предлагает широкий ассортимент инструмента и режущих пластин, охватывающих диаметры до 112 мм. См. стр. В14.

Обработка канавок общего назначения

Канавки могут быть обработаны за одно или несколько врезаний. Обработка за одно врезание - экономичный и высокопроизводительный метод. Формирование канавки за несколько проходов - это лучший метод для канавок, глубина которых больше их ширины. См. стр. В19.

Точение

Типичные методы обработки широких канавок: многопроходное врезание по радиусу, точение вразгонку и точение с врезанием под углом, плюс чистовая обработка канавки. См. стр. В32.

Другие методы получения канавок

Нарезание канавок под стопорные кольца, торцевых канавок, профильная обработка и обработка выборок - это другие виды обработки, выполняемые отрезным и канавочным инструментом, которые могут быть охарактеризованы как специальные.

Обработка канавок под стопорные кольца на валу или в отверстии. См. стр. В23.

Обработка торцевых канавок. См. стр. В25.

Профильная обработка отрезными пластинами. См. стр. В29.

Обработка выборки это формирование канавки, необходимой для выполнения последующих операций, таких как резбонарезание или шлифование. См. стр. В36.

Нарезание внутренних канавок. См. стр. В40.

Фрезерование

Отрезку или обработку канавок на невращающейся детали можно выполнять с помощью фрез типа CoroMill 327 и CoroMill 328.

Применение фрезерования эффективно, когда деталь асимметрична или необходимо ограничить число операций. См. раздел Фрезерование, глава D.



Точение

В

Отрезка и обработка канавок

С

Нарезание резьбы

D

Фрезерование

E

Сверление

F

Расширение

G

Инструментальная оснастка

H

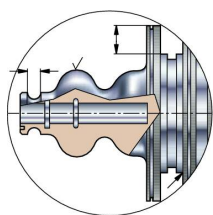
Материалы

I

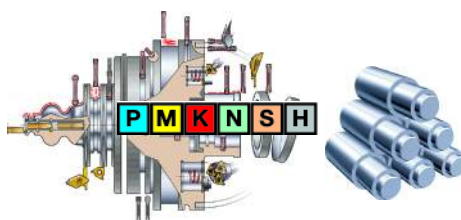
Информация/указатель

Выбор метода

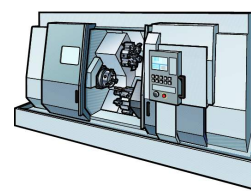
Для выбора оптимального метода обработки и инструмента следует принимать во внимание три параметра:



1. Особенности операции



2. Материал заготовки, форму и серийность партии



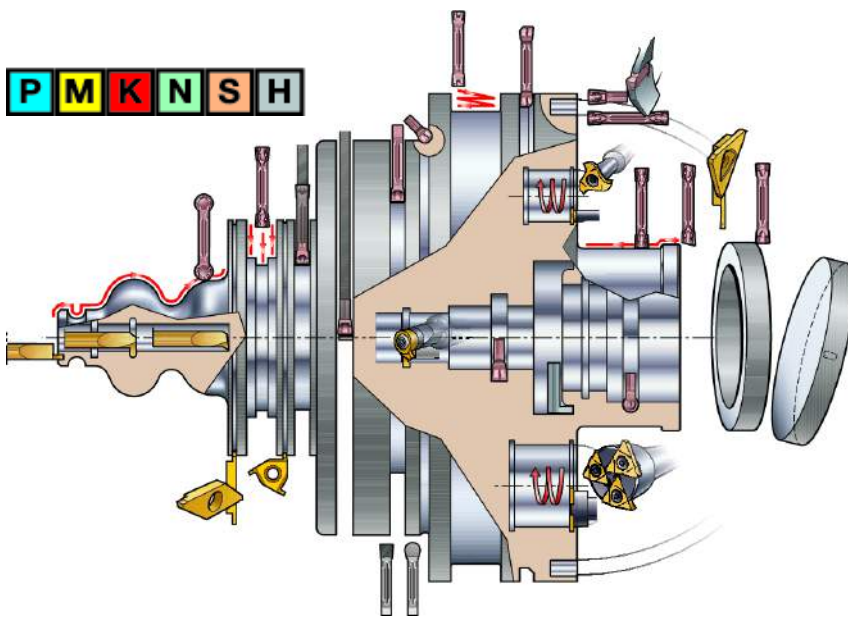
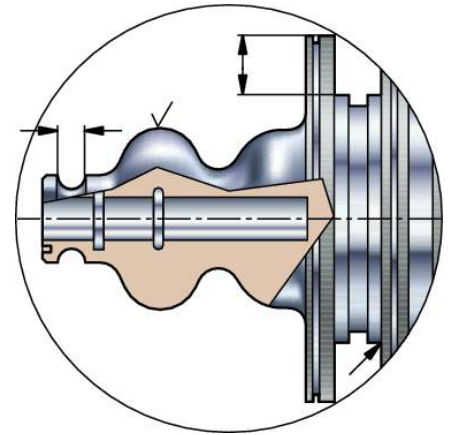
3. Характеристики оборудования

Исходные данные

1. Особенности операции

Проанализируйте размеры и требования к качеству обрабатываемой канавки или поверхностей:

- Тип операции (наружная или внутренняя; отрезка, обработка канавки, точение, обработка канавки под стопорное кольцо, торцевой канавки, профильная обработка или обработка выборки). Тип операции определяет выбор инструмента
- Глубина резания
- Ширина резания
- Радиус скругления
- Требования к качеству (допуск, чистота поверхности)
- Целесообразность применения геометрии Wireg для обеспечения нужной чистоты поверхности.



2. Деталь

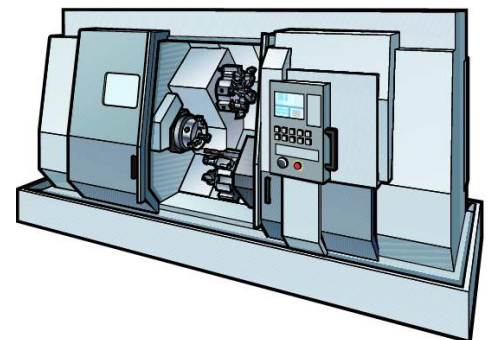
Проанализировав особенности операции, пора взглянуть на деталь:

- Характеристики обрабатываемого материала по стружкообразованию
- Размер партии – одна канавка или массовое производство, в условиях которого оправдано применение специализированного инструмента Tailor Made для обеспечения максимальной эффективности?
- Можно ли надежно закрепить деталь?
- Условия эвакуации стружки

3. Станок

Наконец, некоторые важные соображения в отношении станка:

- Жесткость, мощность и крутящий момент, особенно при обработке крупногабаритных деталей
- СОЖ
- Есть ли необходимость в организации подачи СОЖ под высоким давлением при обработке вязких материалов?
- Время смены инструмента/число инструментов в револьверной головке
- Ограничения оборотов для магазина подачи прутка
- Возможность использования контр-шпинделя или задней бабки
- Используйте все возможные опоры



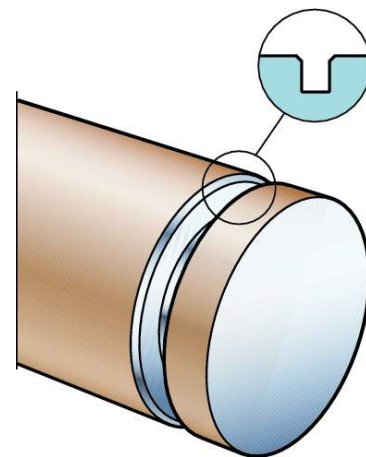
Выбор метода – пример

Отрезка и обработка канавок могут выполняться разными способами за один проход или несколько.

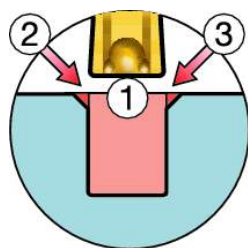
В качестве примера рассмотрим операцию по снятию фаски канавки.

Первый способ выполнить фаску – использовать углы пластины, например, CoroCut GF. Первый проход – это канавка, второй и третий проходы – фаски.

Для массового производства более производительный метод – заказать специальную пластину с формой точно повторяющей профиль канавки с фаской. В этом случае требуется всего один проход.



Обработка канавки стандартным инструментом



Преимущества

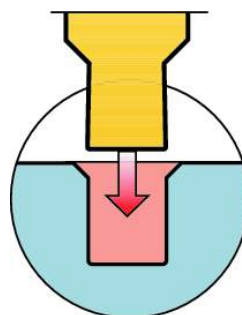
- Стандартная пластина
- Гибкость

Недостатки

- Больше время обработки

Стандартная операция

Обработка канавки фасонной пластиной



Преимущества

- Специальная пластина
- Эффективный метод обработки канавки за один проход

Недостатки

- Меньшая гибкость

Высокая производительность, массовое производство

Выбор геометрии и марки сплава

1. Универсальная пластина

Двухлезвийная пластина CoroCut закрепляется на призме с направляющим выступом, обеспечивающим жесткость и надежность установки пластины. В качестве первоочередного выбора мы рекомендуем пластину с геометрией GF из сплава GC1125. Данное сочетание обеспечит хорошие стружкодробление и качество поверхности.

2. Фасонная пластина

Оптимизированные геометрии и сплавы используются для обработки отдельных групп материалов, например, вязких или закаленных материалов. Для длинностружечных сталей подойдет пластина CoroCut2 с геометрией GM, а для материалов высокой твердости рекомендуется использовать геометрию GE. Имеются также оптимизированные марки сплавов для обработки разных групп материалов. Пластины со специальным профилем можно заказать в рамках услуги Tailor Made.

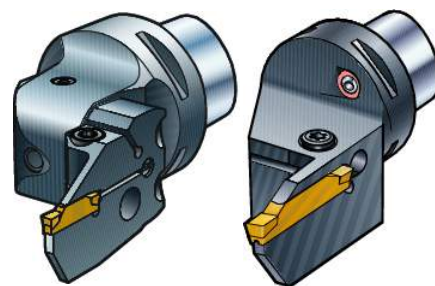
Выбор крепления инструмента

Операции отрезки и нарезания канавок характеризуются большой глубиной обработки, поэтому основным требованием к инструменту является возможность его доступа на обрабатываемую глубину. При отрезке с обоих боков инструмента находится материал заготовки, то есть он работает в стесненных условиях. Все это предъявляет особые требования по жесткости и функциональным возможностям инструмента.

Для максимальной производительности мы рекомендуем использовать модульную систему Coromant Capto или режущие головки типа CoroCut SL.

Система Coromant Capto обеспечивает уникальную жесткость и точность закрепления инструмента, плюс широкий выбор патронов, адаптеров и переходников. См. раздел Инструментальная оснастка/Оборудование, глава G.

Система CoroCut SL предоставляет большие возможности по построению индивидуальных наладок для операций разного типа. Дополнительная информация в разделе CoroCut SL на стр. B58.

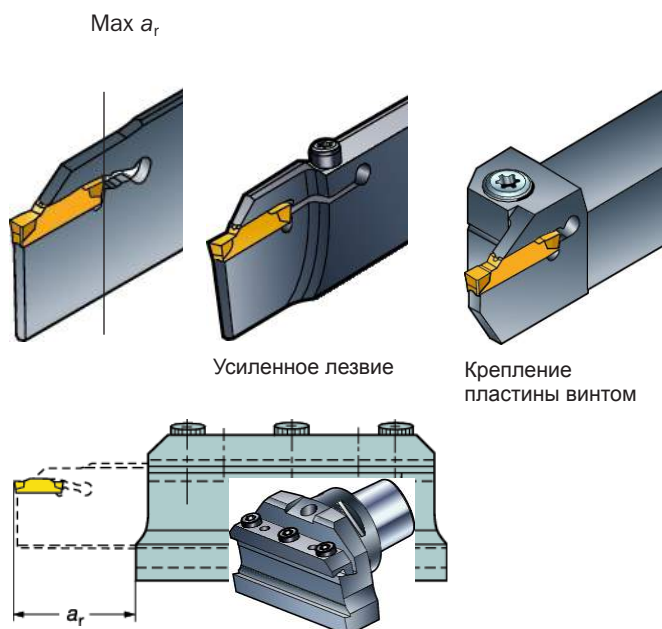


Избегайте вибраций инструмента

Вибрации и отклонение инструмента серьезно влияют на его стойкость. Для минимизации риска возникновения вибраций выбирайте:

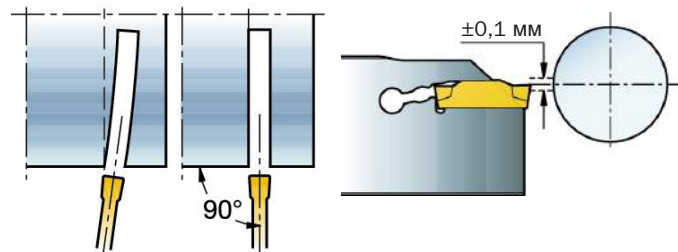
- отрезную пластину или державку с самым коротким вылетом a_r
- максимальный размер сечения хвостовика державки
- отрезное лезвие высотой большей или равной глубине резания
- отрезное лезвие или державку с максимально возможным размером посадочного гнезда под пластину
- используйте легкую геометрию и/или пластину с острыми кромками
- придерживайтесь рекомендуемых значений подачи/ скорости

Примечание: Не используйте отрезные лезвия для точения. Применение усиленного лезвия повышает стабильность обработки.



Для получения перпендикулярных поверхностей реза и снижения риска возникновения вибраций державка должна быть установлена:

- под углом 90° к осевой линии детали
- как можно точнее. Отклонение положения режущей кромки от линии центров станка не должно превышать $\pm 0,1$ мм. Это особенно важно при отрезке прутков и обработке канавок на деталях малого диаметра. Установка инструмента влияет на усилия резания и образование заусенцев.

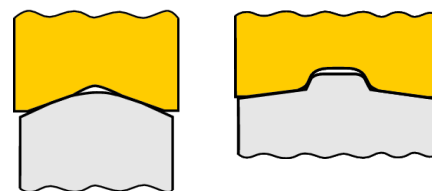


Закрепление пластины в державке

Существует два различных варианта крепления пластин системы CoroCut.

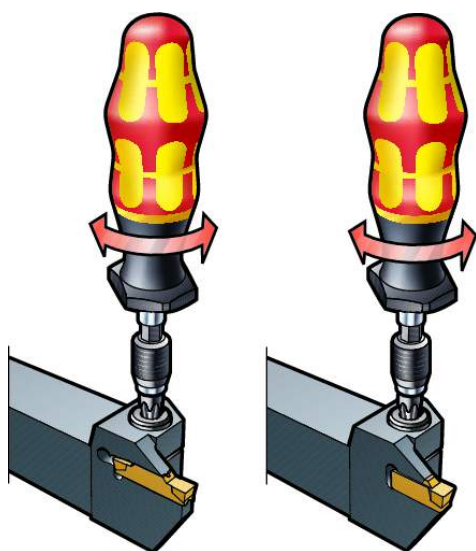
- Пластины CoroCut меньшего размера с посадочным размером D-G и все пластин Q-Cut имеют V-образную базирующую поверхность., обеспечивающую надежность отрезных и канавочных операций.
- Пластины CoroCut большего размера с посадочным размером H-L имеют более надежную систему крепления с призматической базой с ребром.

Система крепления пластин на базе с ребром является первым выбором для таких операций как точение и профильная обработка, характеризующихся значительными осевыми усилиями резания, создавая большие возможности по увеличению режимов обработки.



V-образная база
Пластины CoroCut
менее 3 мм и все
пластины Q-Cut

База с ребром
Пластины CoroCut
более 4 мм



Крепление винтом

Все цельные державки и оправки имеют крепление пластин винтом. Это очень стабильный и надежный тип крепления и в сочетании с призматической базой с ребром рекомендуется для операций с большими значениями сил резания.

Особенно хорошо эта система зарекомендовала себя при работе с малыми значениями глубин резания на таких операциях как продольное точение, профильная обработка и обработка торцевых канавок.

При затяжке винтов необходимо соблюдать рекомендуемые значения моментов, приведенные в таблицах заказа инструмента в "Основном каталоге".

"Пружинное" крепление

Благодаря использованию «пружинного» типа крепления в отрезных лезвиях, они могут вести обработку с большой глубиной. Простое и быстрое закрепление и раскрепление пластин происходит при помощи специального эксцентрикового ключа.

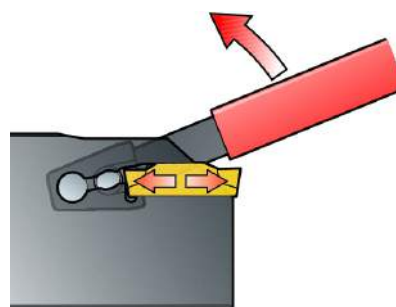
Примечание: Ключи для CoroCut и Q-Cut различны. Убедитесь, что пользуетесь правильным ключом.

CoroCut:

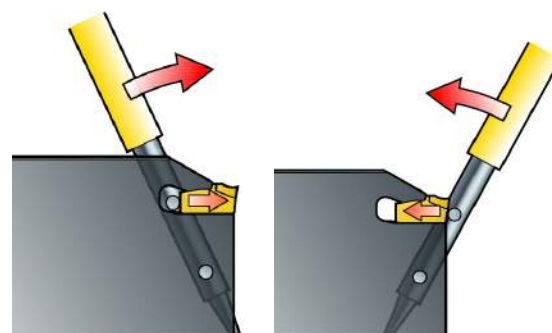
1. Вставьте эксцентриковый ключ в соответствующее углубление в державке.
2. Освободите пространство (поднимите ключ), позволяющее вставлять и вынимать пластину из гнезда.

Q-Cut:

1. Вставьте эксцентриковый ключ в соответствующее углубление в державке.
2. Толкните пластину в гнездо или из гнезда державки.



CoroCut



Q-Cut

Проверка гнезда пластины

Необходимо поддерживать хорошее состояние гнезда под пластину, не допускать сколов поверхности, своевременно удалять грязь и стружку. При необходимости с целью очистки гнезда можно применять сжатый воздух.



Динамометрический ключ

При закреплении пластин в державку необходимо использовать динамометрический ключ для соблюдения рекомендованных значений моментов затяжки винтов.

Превышение указанного значения момента может привести к повреждению режущей пластины.

Слишком низкий момент затяжки может стать причиной вибраций и ухудшения качества обработки.

Значения моментов затяжки см. в "Основном каталоге".

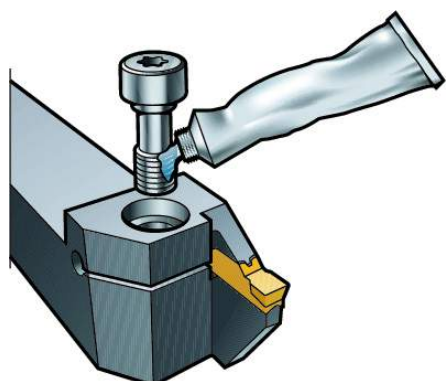


Крепежные винты

Первостепенное значение имеет использование динамометрического ключа.

Во избежание заедания нанесите на винт достаточное количество смазки. Смазку нужно наносить как на резьбу, так и на торец головки винта.

Изношенные винты необходимо своевременно менять.

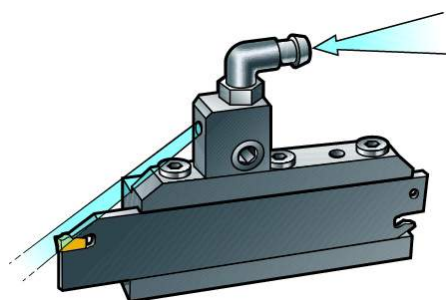


СОЖ

Основными функциями СОЖ являются удаление стружки из зоны резания, охлаждение и снижение трения между поверхностями инструмента и обрабатываемого материала. Она оказывает влияние на протекание процесса резания и стойкость инструмента.

Рекомендации по СОЖ:

- Организуйте подачу СОЖ под высоким давлением (от 10 до 70 Бар). Используйте 5-8 % масляную эмульсию.
- Емкость бака для СОЖ должна быть в 5-10 раз больше, чем объем СОЖ, подаваемый насосом в минуту.
- При входе пластины в резание и во время самого процесса обработки поток СОЖ должен быть обильным и направленным непосредственно в зону резания.
- По возможности всегда проводите обработку с использованием СОЖ.



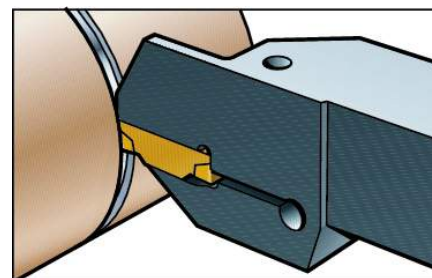
Отвод стружки

Улучшить эвакуацию стружки можно за счет совершенствования процесса стружкоформирования. Одним из сигналов неудовлетворительного стружкоформирования служит слишком длинная стружка. Она может вызвать замины стружки, что отразится на качестве обработки и может стать причиной выхода из строя инструмента. Данная проблема особенно актуальна при обработке канавок на малых диаметрах.

Неудовлетворительное стружкообразование может быть вызвано:

- свойствами обрабатываемого материала
- неверным выбором геометрии
- неверными режимами резания
- неправильно выбран метод обработки. Прерывистая подача (микроостановки) помогает ломать стружку при обработке вязких материалов. Однако этот способ сокращает срок службы инструмента.
- один из способов оптимизировать стружкоотвод – установка инструмента в перевернутом положении.

Для обеспечения устойчивого стружкодробления при обработке вязких материалов, таких, например, как титановые сплавы, и увеличить срок службы инструмента, мы рекомендуем использовать инструмент системы CoroTurn HP для подачи СОЖ под высоким давлением. См. раздел Общее точение, глава А.



Хорошо



Плохо

Обработка твердых деталей

В современной металлообработке существует ярко выраженная тенденция к получению готовых деталей за один установ, что накладывает определенные требования на обработку материалов высокой твердости.

Современные режущие материалы, такие как CBN (кубический нитрид бора) позволяют с большой эффективностью точить закаленные материалы и с успехом заменяют операцию шлифования. В частности, для обработки канавок и профильной обработки материалов высокой твердости мы предлагаем твердосплавные пластины CoroCut 1 с вставкой из CBN. Существует возможность обработки деталей твердостью в пределах 50-65 HRC.

Пластины CoroCut геометрии GE предназначены для обработки канавок, а геометрии RE для профильной обработки. Эти пластины подходят как для непрерывного, так и для прерывистого резания и обеспечивают отличное качество обработанной поверхности и высокую размерную точность.

N



Обработка алюминия и цветных металлов

Существует большое количество деталей, выполненных из алюминия или других цветных металлов, таких как медь, латунь и бронза, а также детали из пластика.

Обработка материалов данной группы, как правило, характеризуется острой режущей кромкой и открытой геометрией стружколома.

Для обеспечения острых режущих кромок необходимо, чтобы это были шлифованные пластины без покрытия, либо с очень тонким покрытием.

Сплав GC1005 рекомендуется в качестве первого выбора для пластин на черновых этапах обработки.

Для получения поверхности очень высокого качества рекомендуются пластины со вставкой из поликристаллического алмаза CD10, позволяющие работать с большими скоростями резания и имеющие высокую стойкость.

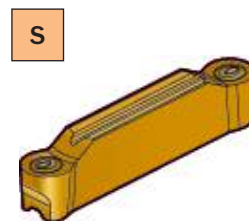
Обработка канавок в жаропрочных сплавах (HRSA)

Жаропрочные сплавы подразделяют на три группы: на основе никеля, железа или кобальта. И условия обработки каждой группы сплавов значительно различаются между собой. Большое значение имеет, подвергался ли этот сплав отжигу или старению, так как в зависимости от этого его твердость может варьироваться в пределах от 150 до 440 НВ

В целом жаропрочные сплавы обрабатываются хуже по сравнению с конструкционными и нержавеющими сталями.

Мы рекомендуем использовать одно- и двухлезвийные пластины CoroCut с PVD покрытием для полустовых этапов обработки и с покрытием типа MT-CVD – для черновых.

Для обработки с повышенными скоростями резания выбирайте пластины из керамики.



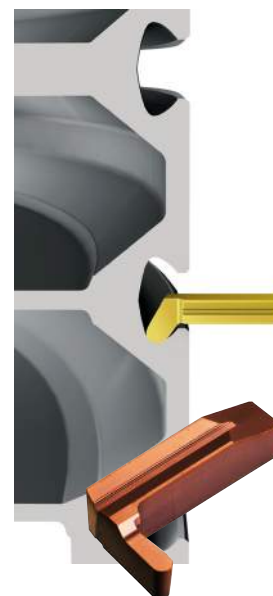
Титановые сплавы

Титановые сплавы, как правило, обрабатываются в отожженном или в состаренном состоянии, с твердостью в пределах 300-440 НВ.

Сплавы этой группы также характеризуются низкой обрабатываемостью, что накладывает определенные требования на инструмент для их обработки.

Хороших результатов при обработке титановых сплавов можно достичь выбрав пластины CoroCut с острыми кромками без покрытия.

Для обеспечения удовлетворительного стружколомания при обработке титановых сплавов и увеличения стойкости инструмента мы рекомендуем организовать на Вашем оборудовании подачу СОЖ под высоким давлением. См. раздел Инструментальная оснастка/Оборудование, глава G.



Меры безопасности

Не следует удалять стружку руками, так как она очень горячая и имеет острые кромки. Избегайте контактов стружки с кожей и берегите глаза.

Убедитесь, что заготовка и пластина надежно закреплены и не вылетят в процессе резания. Чрезмерный вылет инструмента может привести к вибрациям и поломке инструмента.

Факторы, определяющие качество обработки

Качество обработанной поверхности при отрезке и прорезке канавок главным образом зависит от выбранной системы инструмента, а также от режущего материала. Немаловажным фактором, влияющим на конечный результат обработки, также является поддержание хорошего состояния инструмента.

- Система инструмента, геометрия и сплав пластины влияют на качество обработанной поверхности. Для получения поверхности лучшего качества используйте пластины Wiper.
- Величина подачи оказывает влияние на процессы формирования и дробления стружки. Придерживайтесь рекомендованных значений.
- Выбирайте державки с минимальным вылетом во избежании вибраций, а также по возможности используйте контр-шпиндель.
- Следите за процессами стружкодробления и эвакуации стружки.
- Следите за состоянием инструмента. Своевременно меняйте изношенные винты. Используйте динамометрический ключ.
- Заранее определите период стойкости инструмента.

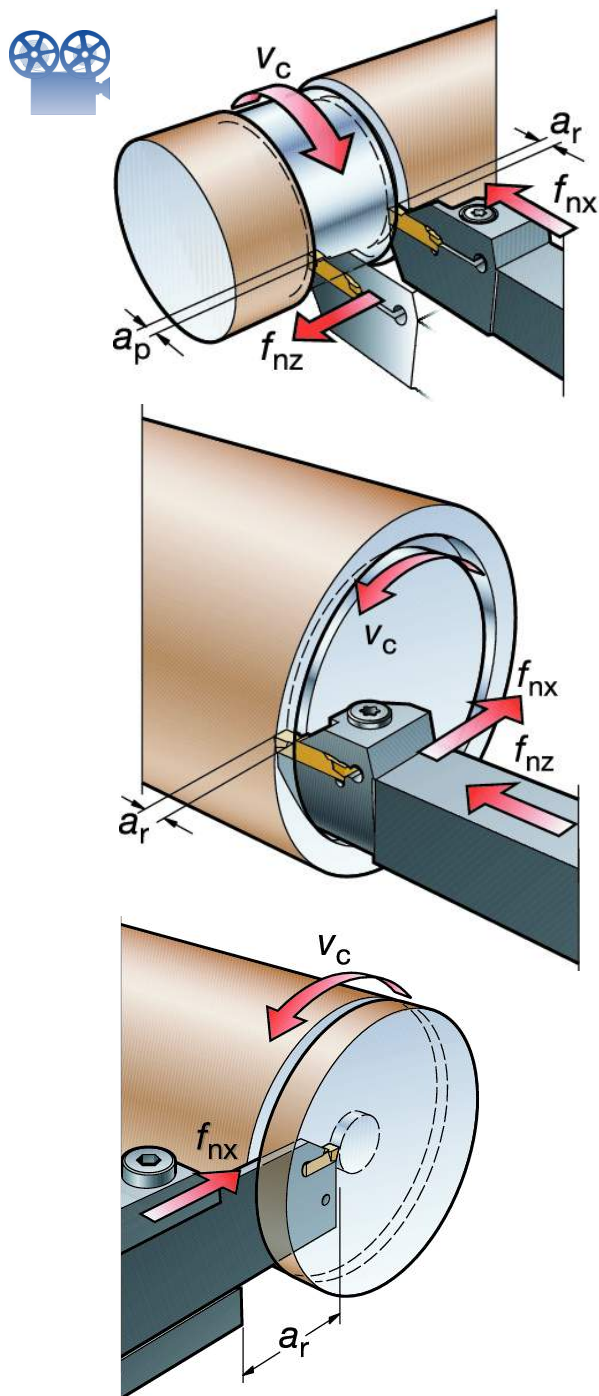
Определения

Заготовка вращается с определенным числом оборотов в минуту. Частота вращения шпинделя определяет скорость резания v_c (или окружная скорость) на режущей кромке, измеряемую в [м/мин]. Скорость резания является постоянной величиной лишь до того момента, пока частота вращения шпинделя или обрабатываемый диаметр остаются неизменными.

Движение инструмента в направлении X и Z называется скоростью подачи (f_n), или f_{nx}/f_{nz} [мм/об]. При подаче по направлению к центру (f_{nx}) обороты будут повышаться, пока не достигнут предельного значения для шпинделя станка. Когда этот предел пройден, скорость резания v_c будет уменьшаться, пока не достигнет 0 м/мин в центре заготовки.

Подача оказывает большое влияние на стружкообразование. Она определяет не только толщину стружки но и ее форму, в соответствии с геометрией пластины. При продольном точении или контурной обработке (f_{nz}) на стружкообразование также влияет глубина резания (a_p).

Значения подачи (f_n) и глубины резания (a_p) оказывают непосредственное влияние на производительность обработки.



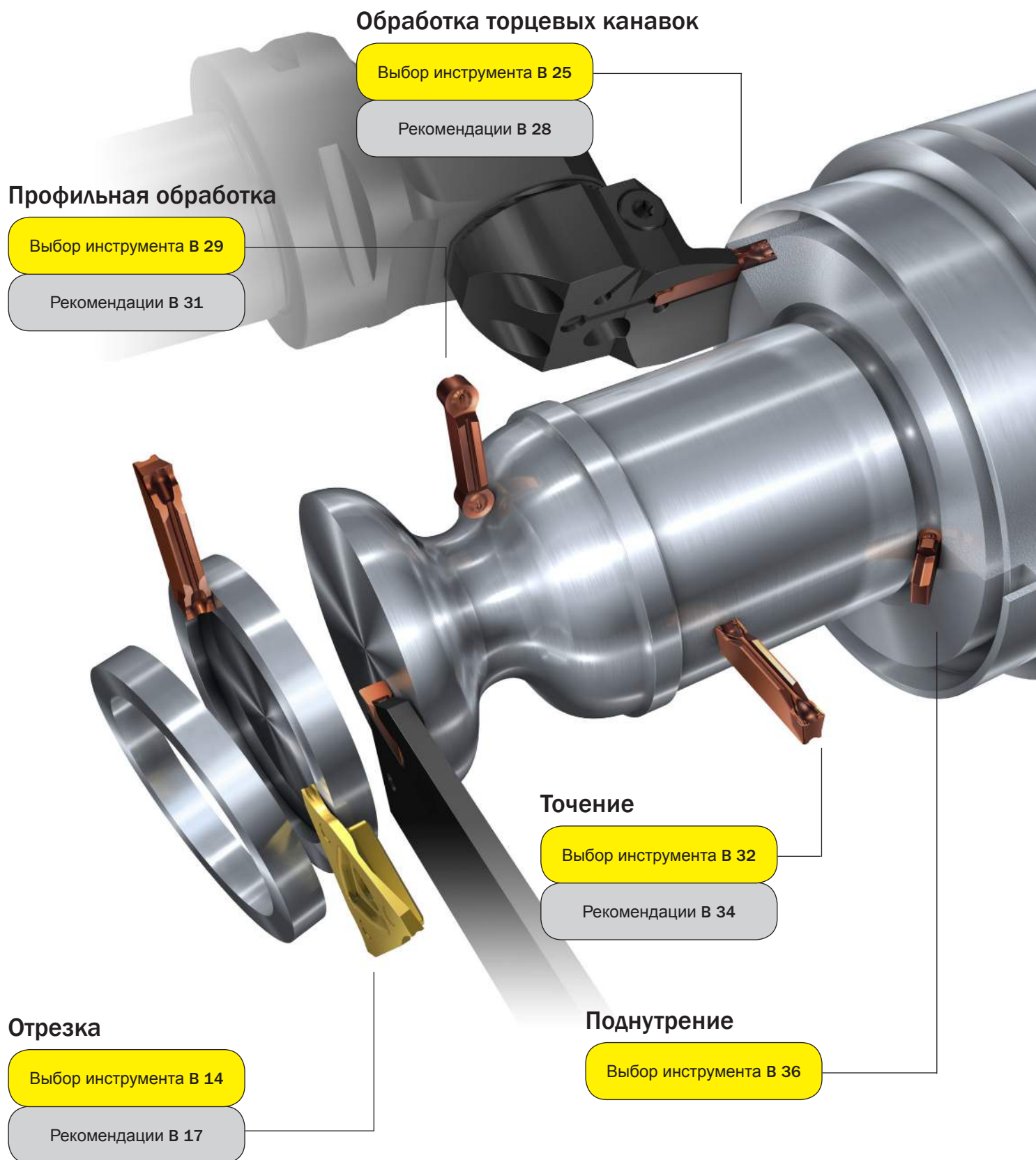
Срок службы инструмента при отрезке и обработке канавок

Успешное выполнение операций отрезки и обработки канавок неразрывно связано со стойкостью инструмента. Но здесь сложно привести какие либо конкретные значения, так как стойкость определяется одновременно несколькими факторами:

- выбором правильной геометрии и корректных режимов резания
- применением СОЖ
- правильной настройкой
- уменьшением подачи при приближении к центру при отрезке.

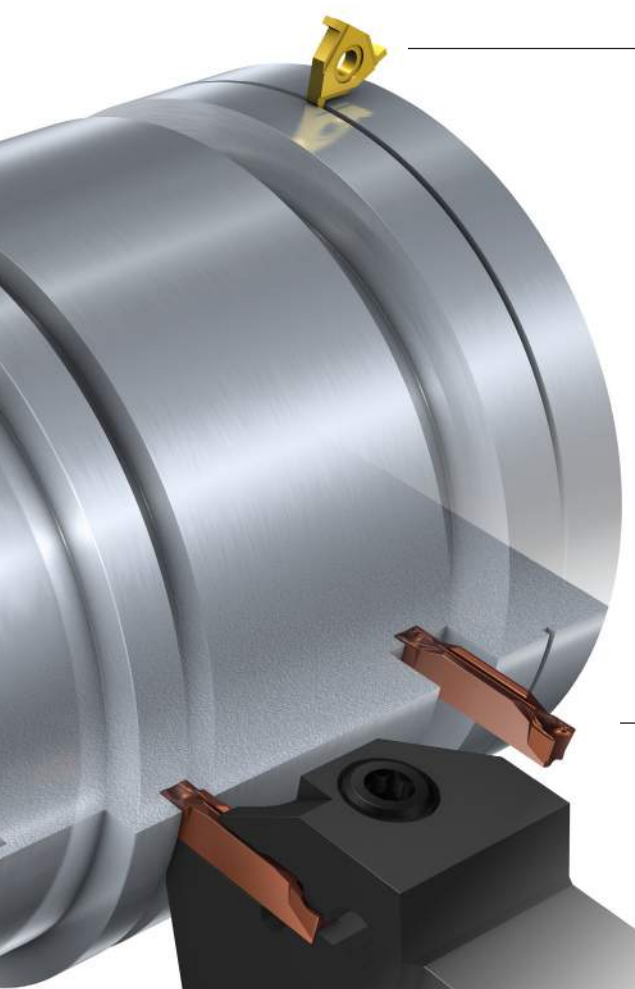
Отрезка и обработка наружных канавок

Обзор технологических решений



Обработка канавок под стопорные кольца

Выбор инструмента B 23



Обработка канавок

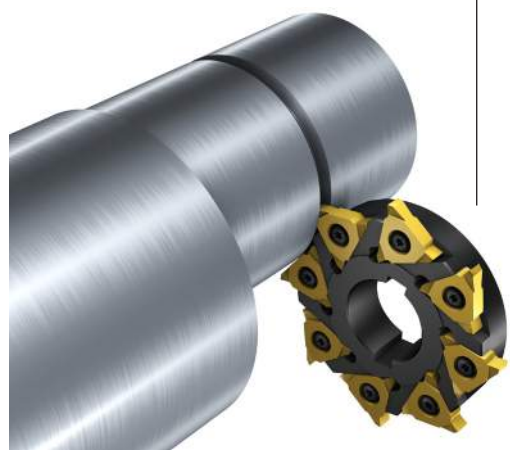
Выбор инструмента B 19

Рекомендации B 21

Фрезерование канавок

Выбор инструмента D 84

Рекомендации D 88, 92



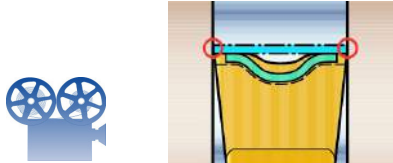
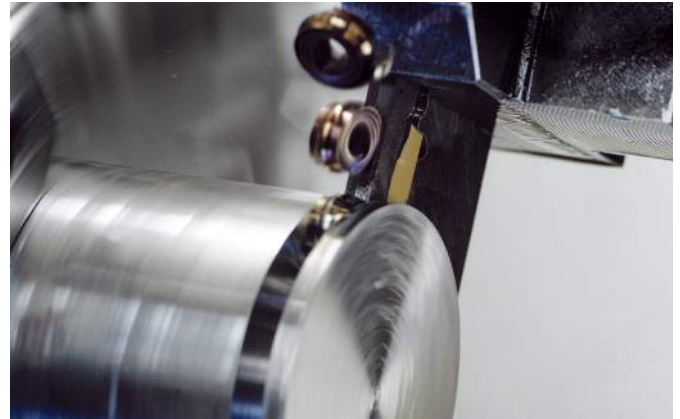
Отрезка и обработка канавок

Решение проблем B 47

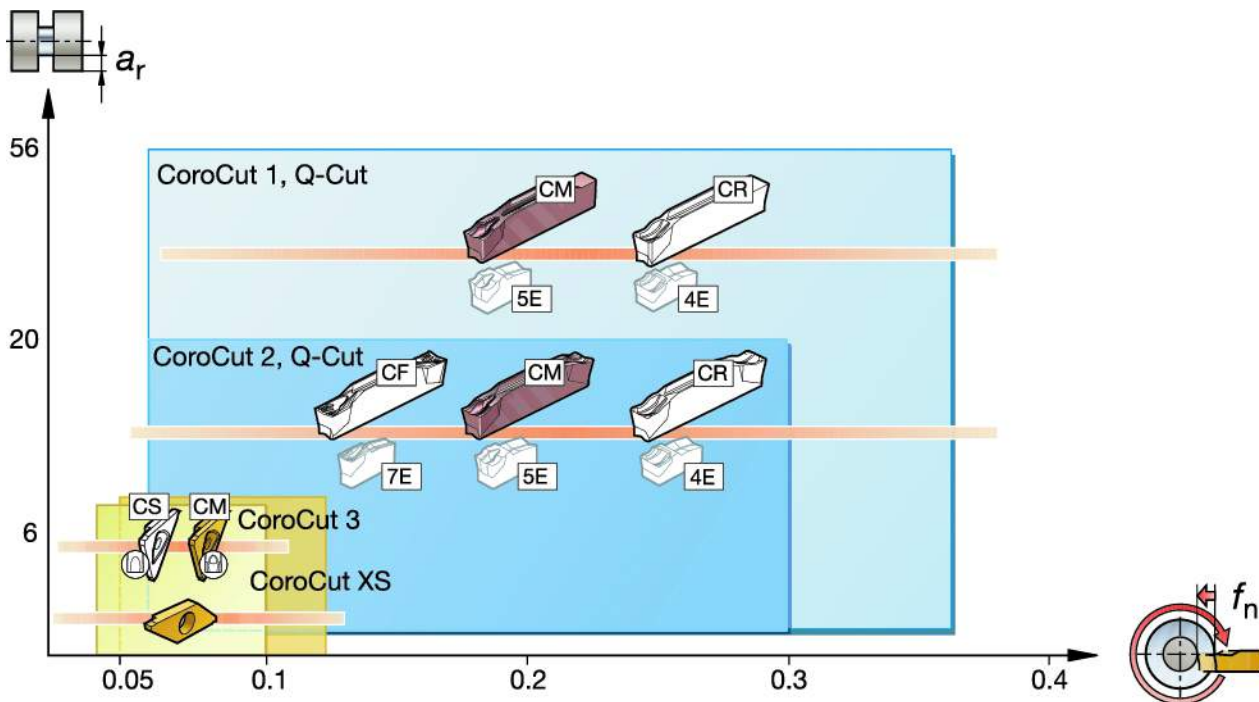
Отрезка

При отрезке любых деталей, труб или прутков, мы всегда стремимся сэкономить обрабатываемый материал и снизить силы резания.

В связи с этим необходимо выбирать пластину минимальной ширины и с геометрией, формирующей стружку уже, чем ширина канавки. Это обеспечит надежное удаление стружки и высокое качество обработанной поверхности.


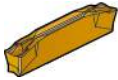





Выбор инструмента



1- и 2-кромочные варианты CoroCut следует рассматривать как основной выбор для различных отрезных операций. Геометрии этих пластин обеспечивают формирование узкой стружки, обеспечивая тем самым высокую стабильность обработки.

Второй выбор - система Q-Cut 151.2 с разнообразными геометриями, предназначенными для различных вариантов обработки и режимов резания.

	CoroCut® 1	CoroCut® 2	Q-Cut® 151.2	CoroCut® 3	CoroCut® XS
Глубина резания, мм					
Небольшая ≤ 12 Средняя				•	•
Большая ≤ 40		•			
Глубокая отрезка ≤ 110	•		•		
Основной выбор для средней подачи	P -CM / GC2135	-CM / GC2135	-5E / GC2135	-CM / GC1125	-MACR / GC1025
	M -CM / GC2135	-CM / GC2135	-5E / GC2135	-CM / GC1125	-MACR / GC1025
	K -CM / GC4225	-CM / GC4225	-5E / GC4225	-CM / GC1125	-MACR / GC1025
	N -CM / GC1125	-CM / GC1125	-5E / GC1125	-CM / GC1125	-MACR / GC1025
	S -CM / GC1105	-CM / GC1105	-5E / GC1125	-CM / GC1125	-MACR / GC1025

Геометрии пластин CoroCut и Q-Cut зависят от глубины резания.

Неглубокая отрезка

Для экономичной отрезки деталей небольшого диаметра в массовом производстве используйте пластины CoroCut3 с геометрией CM.

Для отрезки без бобышек и заусенцев выбирайте пластины с главным углом в плане.

Отрезка заготовок среднего диаметра

Для отрезки средних диаметров рекомендуются двухлезвийные пластины CoroCut с геометрией CM.

Глубокая отрезка

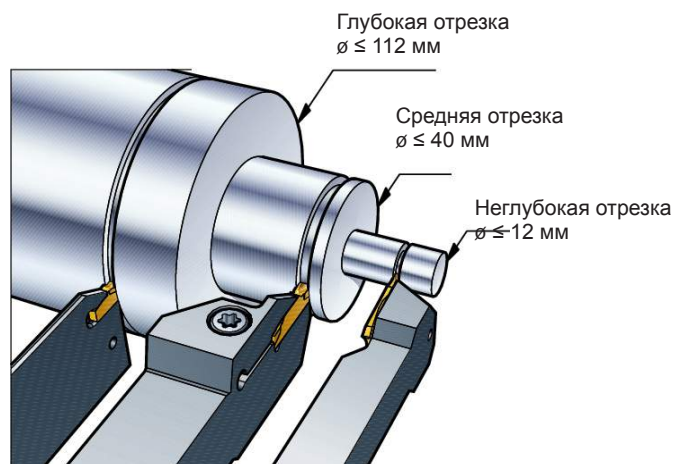
Для отрезки с большой глубиной первым выбором является система инструмента Q-Cut 151.2 с "пружинным" креплением пластины геометрии 5E, а в качестве альтернативы подойдут однолезвийные пластины CoroCut.

Отрезка без бобышек и заусенцев

Для предотвращения появления или минимизации бобышек и заусенцев необходимо выбирать двухлезвийную пластину CoroCut с геометрией CS. Эта пластина обладает острой режущей кромкой и имеет углы в плане 10° и 15°.

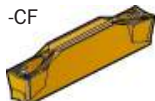
Мелкоразмерная обработка

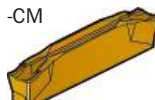
Инструмент CoroCut XS предназначен для мелкоразмерной обработки. Пластины данного семейства имеют маленькую ширину и предназначены для работы на низких подачах.

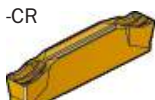


Рекомендации по выбору геометрии пластины

CoroCut® 1- и 2-лезвийные

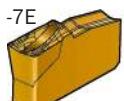
-CF  Низкие подачи и хорошее формирование стружки. Благодаря геометрии Wiper высокое качество поверхности. Выпускается как двухлезвийная пластина CoroCut.


-CM  Первый выбор для всех типов операций отрезки. Средние подачи и низкие усилия резания. Выпускаются как одно- и двухлезвийная пластина CoroCut.


-CR  Отрезка с большой глубиной и на высоких подачах. Прочная режущая кромка для обработки стали и чугуна. Выпускаются как одно- и двухлезвийная пластина CoroCut.


-CS  Низкие подачи и острая режущая кромка для отрезки без бобышек и заусенцев. Углы в плане 10° и 15°. Выпускается как двухлезвийная пластина CoroCut.


Q-Cut® 151.2

-7E  Низкие подачи и очень хорошее формирование стружки. Геометрия Wiper гарантирует высокое качество поверхности.


-5E  Первый выбор для отрезки труб. При работе на средних подачах низкие усилия резания.


-4E  Отрезка прутков больших диаметров на высоких подачах. Прочная режущая кромка подходит для обработки стали и чугуна.

-5F  Низкие подачи и острая режущая кромка для отрезки без бобышек и заусенцев. Доступны с углами в плане 0°, 5°, 8°, 12°, 15° и 20°.

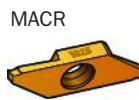
-9E  Отличный выбор для вязких материалов и подшипниковых сталей. Хорошее стружкодробление и высокая производительность.

CoroCut® 3

-CM  Первый выбор для неглубокой отрезки большинства материалов. Геометрия стружколома предполагает нормальные условия резания.

-CS  Открытая геометрия передней поверхности и особо острая режущая кромка. Рекомендуется для обработки низкоуглеродистых сталей с низкими подачами.
Доступны пластины с углом в плане 5° и 10° для отрезки без бобышек и заусенцев.

CoroCut® XS

MACR  Отрезка мелкоразмерных деталей. Существуют пластины нейтрального исполнения с геометрией (N) и без (T) и пластины с геометриями левого (L) и правого (R) исполнения.

Практические рекомендации

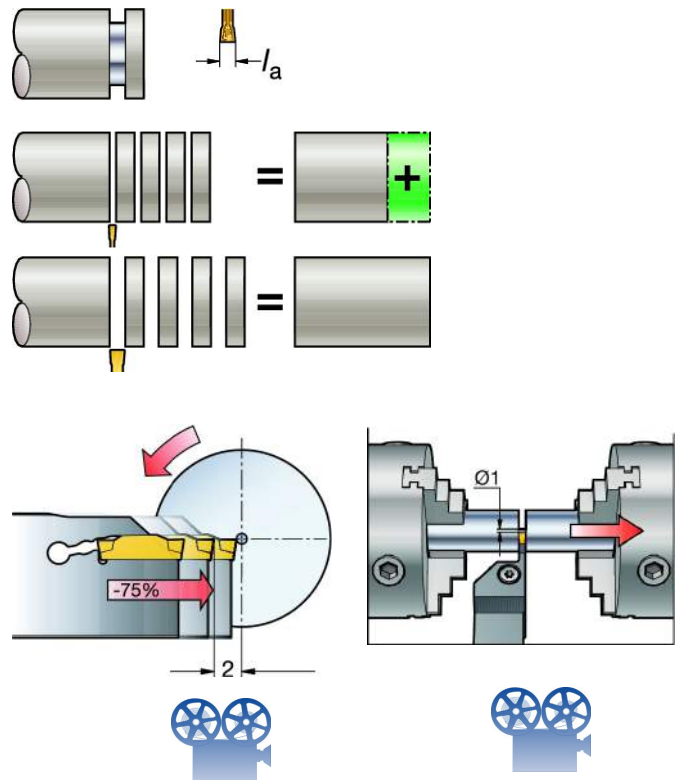
Отрезка прутков

Мы рекомендуем использовать по возможности самую узкую пластину для экономичного расхода обрабатываемого материала и минимизации сил резания. Одной из причин этому является экономное потребление природных ресурсов.

Для обеспечения оптимальной стойкости инструмента снижайте подачу на 75%, когда режущая кромка окажется приблизительно в 2 мм от центра заготовки.

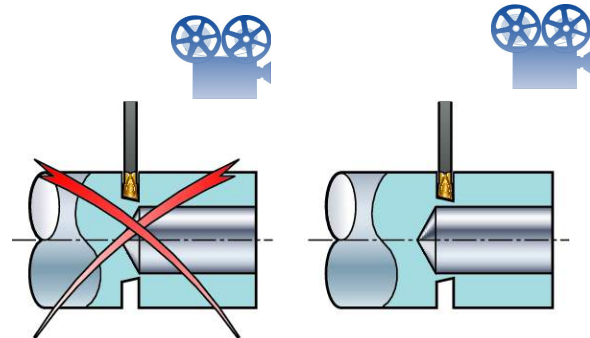
Останавливайте инструмент примерно за 1 мм до оси детали, она отвалится под действием собственного веса. Старайтесь, чтобы остаточная бобышка осталась на заготовке, при последующей обработке она будет срезана обычным инструментом.

Контр-шпиндель может быть использован для захвата детали до того как пластина достигнет центра.



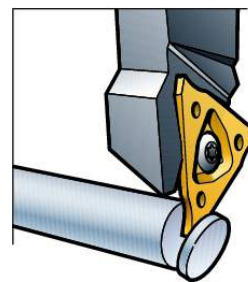
Отрезка просверленной детали

Убедитесь, что отрезная пластина не выйдет в отверстие, где находится конус. В этом случае режущая кромка будет работать не всей шириной, что приведет к выкрашиванию и снижению стойкости.



Отрезка прутков малого диаметра

Необходимо стремиться к минимизации сил резания. Выбирайте пластину CoroCut минимально возможной ширины и острую режущую кромку, такую как у геометрий CS и CF.

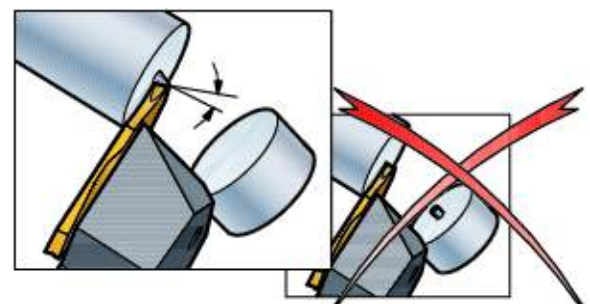


Отрезка без бобышки

Для предотвращения появления или минимизации бобышек и заусенцев необходимо выбирать пластину с минимальным значением угла в плане. Исполнение пластины выбирается таким образом, чтобы бобышка оставалась на заготовке.

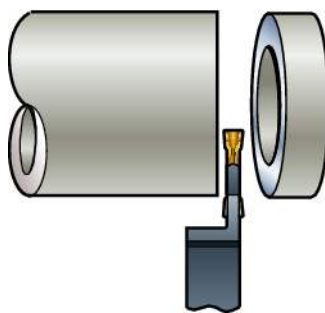
Главный угол в плане 5° имеют пластины с геометриями CF, CM и CR. Углы 10° и 15° - пластины с геометрией CS.

Обратите внимание, что большой угол в плане вызывает большие силы резания, что может привести к снижению качества обработки и снижению стойкости пластины.



Отрезка труб

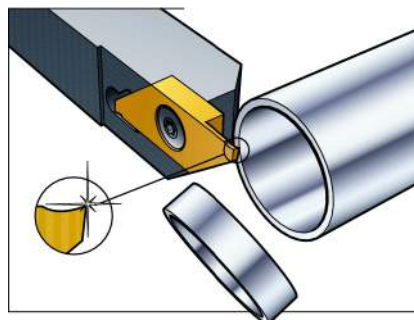
Мы рекомендуем использовать по возможности самую узкую пластину для экономичного расхода обрабатываемого материала и минимизации сил резания, а также с целью экономного потребления природных ресурсов.



Отрезка тонкостенных труб

Стремитесь к минимизации усилий резания. Для этого используйте пластины наименьшей ширины и с максимально острой режущей кромкой, например геометрии CS или CF.

Высокоточные пластины CoroCut XS имеют минимальную ширину равную 0.7 мм и, соответственно, их работа характеризуется минимальными усилиями резания.



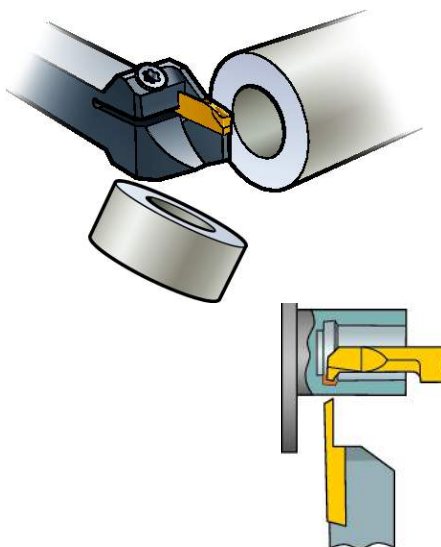
Как избежать заусенцев при отрезке

Для минимизации бобышки на детали выбирайте шлифованные пластины правого или левого исполнения с минимально возможным значением угла в плане.

Главный угол в плане 5° имеют пластины с геометриями CF, CM и CR, а углы 10° и 15° - пластины геометрии CS.

Обращаем внимание, что большой угол в плане хорошо справляется с бобышкой, но он может привести к снижению качества обработки и стойкости пластины.

Для минимизации заусенцев на внутреннем диаметре используйте специальные пластины CoroCut XS для прорезки и предварительной обработки обратных фасок.

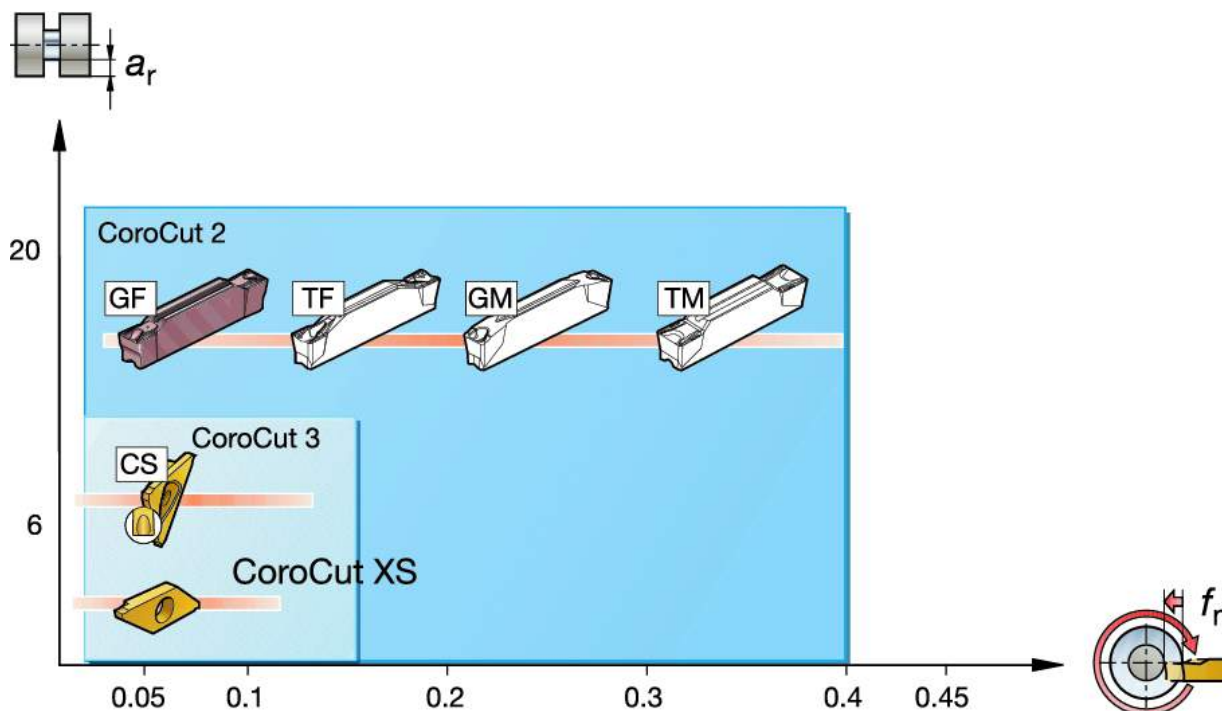


Обработка канавок

Обработка канавок за одно врезание является наиболее экономичным и производительным методом. Однако его применение нецелесообразно, когда глубина требуемой канавки больше её ширины. В этом случае рекомендуется обработка за несколько врезаний.



Выбор инструмента



Первый выбор для обработки разного типа канавок это двухлезвийные пластины CoroCut. Рекомендуется выбирать геометрию GF для работы на низких подачах, а геометрию GM – на высоких. Пластины обеспечивают прекрасное стружкоформирование и отличное качество поверхности.

Обработка точных канавок

Для обработки канавок повышенной точности рекомендуются двухлезвийные пластины CoroCut с геометрией GF. Эти пластины работают с низкими силами резания и благодаря острой режущей кромке обеспечивают хорошее качество поверхности.




	CoroCut® 2	CoroCut® 3	CoroCut® XS
Ширина пластины, мм			
0,5 - 2,0			•
0,5 - 3,0		•	
1,5 - 15	•		
Основной выбор для средней подачи	P -GM / GC4225	-GS / GC1125	-MAGR / GC1025
	M -GM / GC1125	-GS / GC1125	-MAGR / GC1025
	K -GM / GC3115	-GS / GC1125	
	N -GM / H13A	-GS / GC1125	-MAGR / GC1025
	S	-GF / GC1125	-GS / GC1125

Таблица выше содержит информацию о возможных комбинациях геометрий и сплавов пластин CoroCut, приведенных в зависимости от их ширины.

Обработка вязких материалов

Для обеспечения надежного стружкоотвода выбирайте 2-лезвийные пластины CoroCut с геометрией GM.

Эта геометрия гарантирует прекрасное стружкодробление и получение поверхности высокого качества.

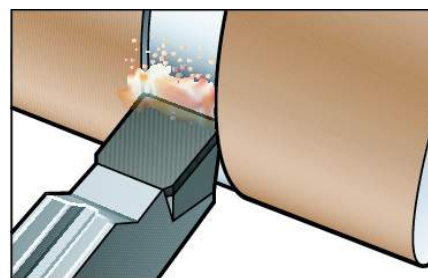
Мелкоразмерная обработка

Для мелкоразмерной обработки используйте пластины CoroCut XS. Пластины небольшой ширины - идеальное решение для работы с малыми глубинами резания и подачами.

Обработка материалов высокой твердости

Для работы с материалами высокой твердости мы рекомендуем двухлезвийные пластины CoroCut с геометрией GE.

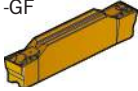
Данные пластины обеспечат высокую размерную точность и отличное качество поверхности.

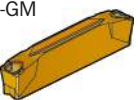


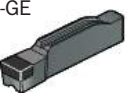
Используйте пластины CoroCut для обработки закаленных материалов

Рекомендации по выбору геометрии пластины



CoroCut® 1- и 2-лезвийные


-GF  Обработка высокоточных канавок с низкими подачами. Низкие силы резания и хорошее качество поверхности. Выпускается как двухлезвийная пластина CoroCut. Доступна для заказа в исполнении Tailor Made.

-GM  Обработка канавок во всех материалах со средними подачами. Небольшая ширина стружки и хорошее качество поверхности. Выпускается как двухлезвийная пластина CoroCut.


-GE  Пластина с кубическим нитридом бора для обработки канавок в закаленных материалах. Высокая точность и качество обработки. Выпускается как однолезвийная пластина CoroCut.

CoroCut® 3

-GS  **-RS**  Первый выбор для отрезки и прорезки канавок минимальной ширины, подходит для большинства материалов. Хорошее стружкодробление в нормальных условиях резания.

-CS  Открытая геометрия с особо острой режущей кромкой. Рекомендуется для обработки низкоуглеродистых сталей на самых низких режимах.

CoroCut® XS

-MAGR  Прорезка канавок в мелкоразмерных заготовках. Доступны пластины левого (L) и правого (R) исполнения с геометрией.

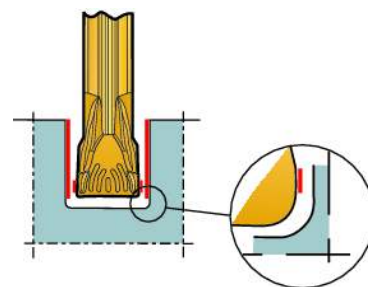
Практические рекомендации

Обработка канавок за один проход

Обработка канавок за один проход это наиболее производительный и эффективный метод получения канавок.

Пластины геометрии GF имеют допуск на ширину в пределах ± 0.02 мм и рекомендуются для работы с самыми низкими подачами. Геометрия GM предназначена для работы со средними подачами.

Пластины геометрии TF имеют зачистные боковые режущие кромки, которые обеспечивают высокое качество стенок получаемой канавки.



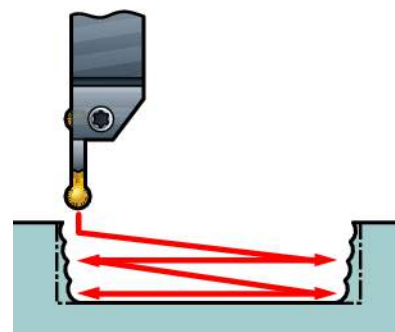
геометрия TF имеет зачистные боковые режущие кромки, обеспечивающие высокое качество стенок канавки.

Плавное врезание под углом

Точение с плавным врезанием под углом обеспечивает небольшие радиальные силы и снижает риск возникновения вибраций. Данный метод характеризуется хорошим стружкообразованием и минимальным риском образования проточин.

Для этого метода мы рекомендуем круглые пластины геометрии RO или RM и работать с повышенными значениями подач, что повысит производительность обработки.

Однако точение вразгонку ведет к увеличению числа проходов в два раза.



Врезание под углом

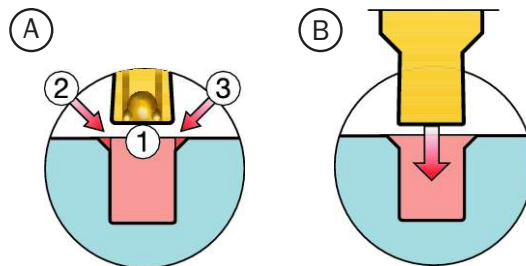
Снятие фасок

При обработке канавок с высокими требованиями зачастую необходимо снять фаски.

Первый возможный способ - формирование фаски при помощи дополнительных проходов стандартной пластиной CoroCut GF, см. рис. А.

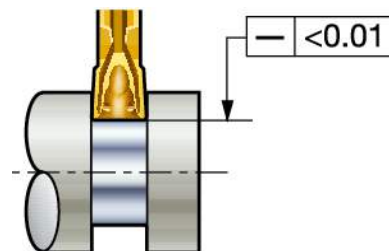
Более производительным методом является использование фасонных пластин (Tailor Made), имеющих специальный профиль, см. рис. В.

Подробную информацию о программе Tailor Made см. в главе Дополнительные возможности на стр. В67.



Получение плоского дна канавки

Иногда при обработке радиальных канавок необходимо получить плоское дно и высокое качество стенок. В этом случае мы рекомендуем применять пластины CoroCut 1 и 2 с геометриями GF, GM, CR и TM, которые гарантированно обеспечат вышеперечисленные требования.



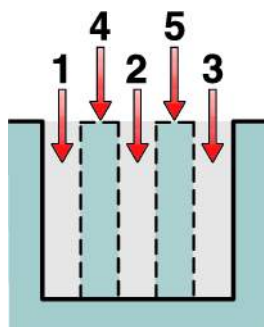
Используйте CoroCut GF, GM, CM и TM для получения плоского дна канавки..

Точение в несколько осевых врезаний

Наиболее предпочтительным методом обработки канавки, при условии что ее глубина превышает ширину, является точение за несколько врезаний.

Обработка канавки осуществляется за несколько врезаний пластины, с образованием остаточных колец материала, которые удаляются при последующих проходах. При удалении колец в работе не участвуют углы пластины, и сход стружки происходит непосредственно по центру пластины в середине стружколома.

Рекомендуемая ширина промежуточных колец 0.6–0.8 от ширины пластины.

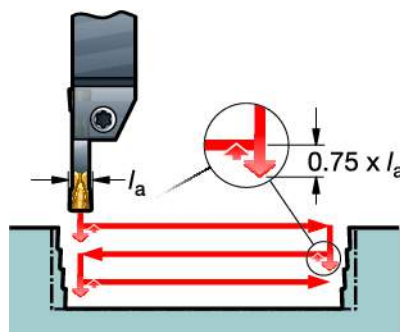


Многопроходное врезание

Плунжерное точение

Для плунжерного точения и точения вразгонку мы рекомендуем выбирать геометрии TF и TM, так как они специально предназначены для точения с осевой и радиальной подачей.

Осевая глубина резания не должна превышать 75% ширины режущей пластины.

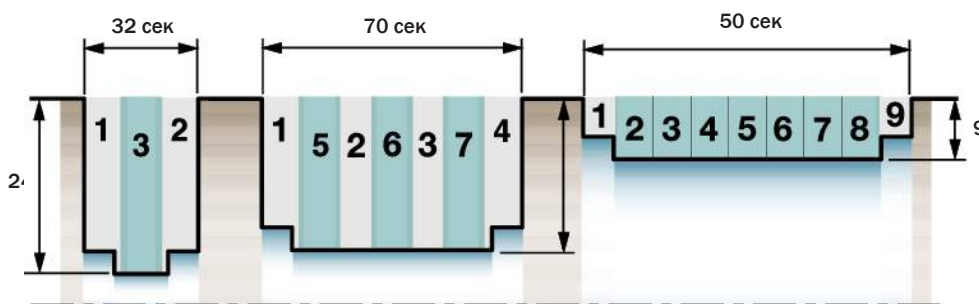


Операция плунжерного точения

Сравнение по времени обработки

Иллюстрации ниже показывают сравнение между многопроходным врезанием и плунжерным точением.

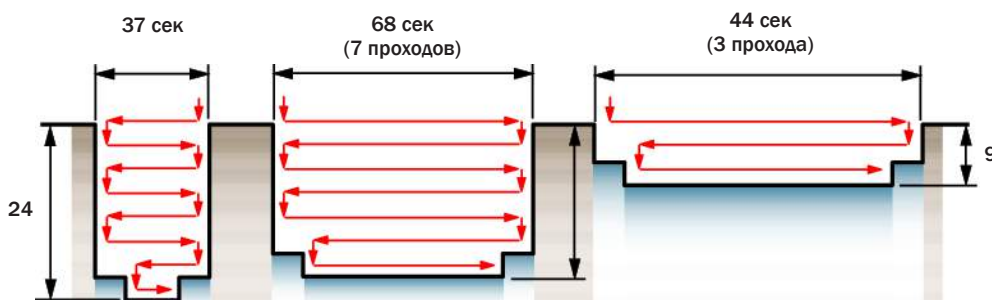
Многопроходное врезание



Ширина пластины 6 мм

Направление подачи
Подача 0,2 мм/об

Плунжерное точение



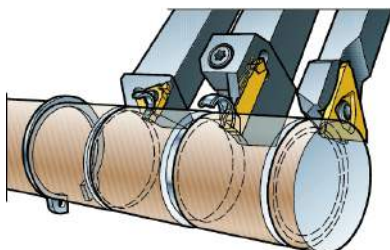
Ширина пластины 6 мм
Глубина резания 3 мм

Направление подачи
Подача 0,2 мм/об




Направление подачи
Подача – осевая –
0,3 мм/об

Обработка канавок под стопорные кольца

Обработка канавок под стопорные кольца на различных деталях типа вал встречается достаточно часто. Выбор инструмента для подобного типа операций определяется шириной канавки.



Выбор инструмента

Ширина стопорного кольца (l_a), мм	Допуск на канавку (H13), мм	Канавка под стопорное кольцо, мм	T-Max U-Lock® 154.0 	CoroCut®3 	CoroCut® 2-edges 
0.5	-0 / +0.14	0.5 – 0.64		•	
0.7	-0 / +0.14	0.7 – 0.84		•	
0.8	-0 / +0.14	0.8 – 0.94		•	
0.9	-0 / +0.14	0.9 – 1.04		•	
1.1	-0 / +0.14	1.1 – 1.24	•	•	
1.3	-0 / +0.14	1.3 – 1.44	•	•	
1.6	-0 / +0.14	1.6 – 1.74	•	•	
1.85	-0 / +0.14	1.85 – 1.99	•	•	•
2.15	-0 / +0.14	2.15 – 2.29	•	•	•
2.65	-0 / +0.14	2.65 – 2.79	•	•	•
3.15	-0 / +0.18	3.15 – 3.33	•	•	•
4.15	-0 / +0.18	4.15 – 4.33	•		•
5.15	-0 / +0.18	5.15 – 5.33			•
Первый выбор			P GC1020	-GS / GC1125	-GF / GC1125
			M GC1020	-GS / GC1125	-GF / GC1125
			K GC1020	-GS / GC1125	-GF / GC1125
			N GC1020	-GS / GC1125	-GF / GC1125
			S GC1020	-GS / GC1125	-GF / GC1125
			H GC1020	-GS / GC1125	

Для более экономичной обработки используйте трехкромочные пластины U-Lock 154.0. Пластины имеют острую кромку и обеспечивают высокое качество при обработке канавок. В качестве альтернативы мы предлагаем двухлезвийные пластины CoroCut с геометрией GF. Они характеризуются низкими усилиями резания и низкой шероховатостью обработанной поверхности благодаря остроте режущей кромки.

Обработка небольших канавок под стопорные кольца

Для данного типа операций рекомендуются пластины CoroCut3 геометрии GS. Минимально возможная ширина канавки 0.50 мм.

Фрезерование канавок под стопорные кольца

Получить канавку под стопорное кольцо на невращающейся детали можно при помощи канавочных фрез типа CoroMill 327 и CoroMill 328.

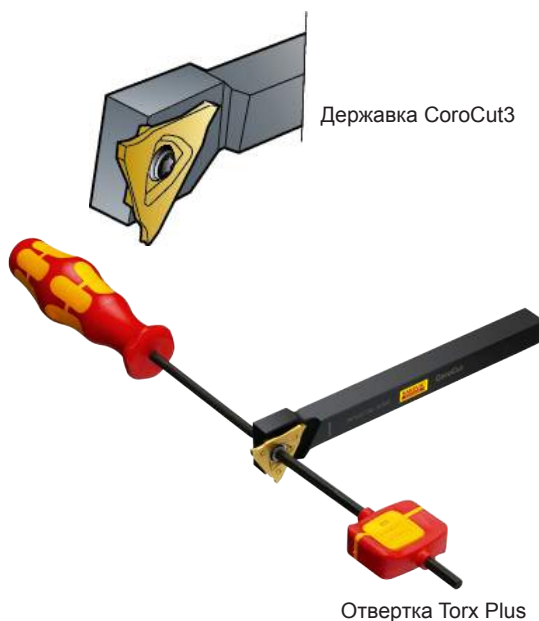
Более подробную информацию об этих фрезеях см. в разделе Фрезерование, глава D.

Рекомендации по выбору державок

Пластины U-Lock 154.0 предназначены для использования в державках U-Lock с опорной пластиной с углом наклона 0°.

Пластины U-Lock 154.0 также могут быть использованы в инструменте с системой Coromant Capto.

Державки семейства CoroCut3 доступны в правом и левом исполнении. Ориентиром для подбора державки и соответствующей пластины служит посадочный размер пластины. Также может быть использован инструмент системы Coromant Capto и режущие головки SL. Более подробная информация в разделе Инструментальная оснастка/Оборудование, глава G.



Рекомендации по выбору геометрии пластины

T-Max U-Lock® 154.0



Пластины T-Max U-Lock представлены с одной геометрией правого или левого исполнения.

Пластины правого исполнения подходят к правым державкам для наружной обработки и левым державкам для внутренней обработки.

Пластины левого исполнения подходят к левым державкам для наружной обработки и правым державкам для внутренней обработки.

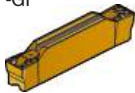
CoroCut® 3



Первый выбор для обработки небольших канавок под стопорные кольца, подходит для большинства материалов. Хорошее стружкодробление в нормальных условиях резания.

CoroCut® 2-лезвийные

-GF



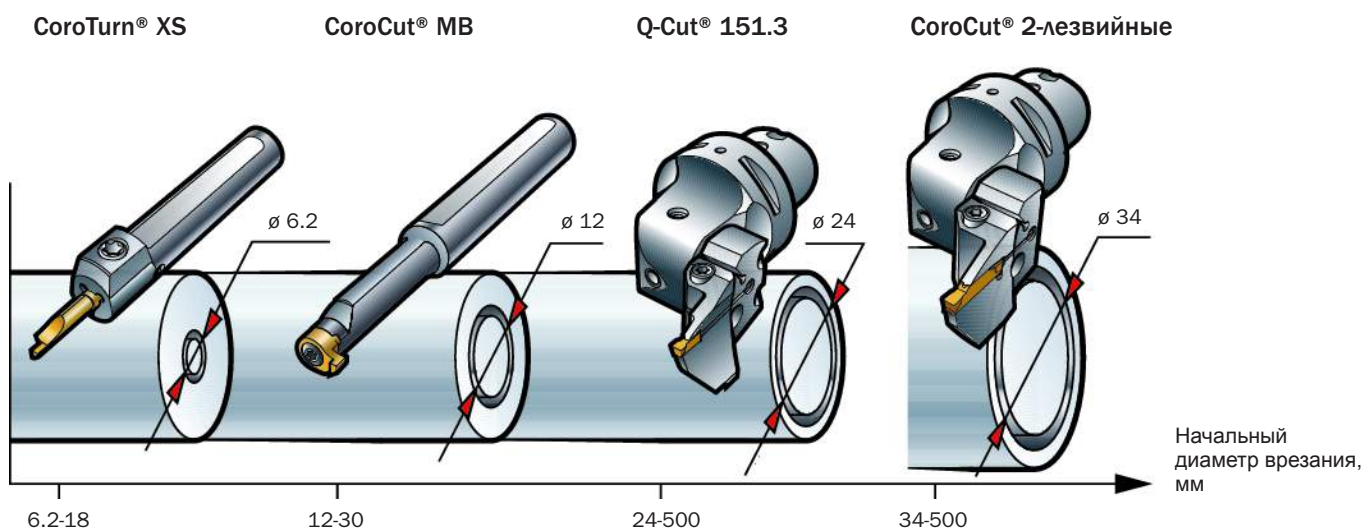
Обработка канавок под стопорные кольца на больших диаметрах. Низкие силы резания и высокое качество поверхности. Выпускается как двухлезвийная пластина CoroCut. Пластины данного типа могут быть заказаны в рамках программы Tailor Made.

Обработка торцевых канавок

При выборе инструмента для обработки торцевых канавок особое внимание уделяется державке. Для того, чтобы поместиться в канавке, которую он будет изготавливать, инструмент должен быть изогнут.



Выбор инструмента







На иллюстрации выше показаны геометрии пластин CoroCut, CoroTurn и Q-Cut применительно к диаметрам торцевых канавок.

В качестве первого выбора мы рекомендуем двухлезвийные пластины CoroCut. Геометрия TF рекомендуется для работы на низких подачах, геометрия GM для средних подач и геометрия RM для обработки радиусов на дне канавки.

Пластины TF и GM отличаются позитивной геометрией, что снижает риск наростообразования. Геометрия TF также характеризуется хорошим стружкодроблением, а благодаря технологии Wireg может быть достигнуто высокое качество обработанной поверхности.

Геометрия RM гарантирует непревзойденное стружкоформирование и хорошее качество поверхности.

Альтернативой является пластина Q-Cut 151.3 с геометрией 7G для работы со средними подачами. Работу пластины характеризуют низкие силы резания и отсутствие вибраций.

	CoroTurn® XS	CoroCut® MB	Q-Cut® 151.3	CoroCut® 2-лезвийные
Диаметр первого врезания, мм				
6,2 - 18	•			
12 - 30		•		
24 - 500			•	
34 - 500				•
Основной выбор для средней подачи	P GC1025	GC1025	-7G / GC1125	-TF / GC1125
	M GC1025	GC1025	-7G / GC2135	-TF / GC2135
	K		-7G / GC3020	-TF / GC4225
	N GC1025	GC1025		-TF / H13A
	S GC1025	GC1025	-7G / GC1125	-TF / H13A

В таблице выше показаны геометрии пластин CoroCut, CoroTurn и Q-Cut и марки сплавов применительно к диаметрам торцевых канавок.

Средние диаметры – 24 - 500 мм

Для средних диаметров используйте Q-Cut 151.3 с геометрией 7G или 7P. Первый выбор - геометрия 7G, с зачистным эффектом Wireg для чистоты поверхности. Обе геометрии обеспечивают хорошее стружкодробление.

Малые диаметры – 6,2 - 30 мм

Для малых диаметров используйте систему CoroTurn XS или CoroCut MB. Обе пластины имеют острые режущие кромки для хороших результатов на низких подачах.

CoroTurn XS предназначена для прецизионной обработки на диаметрах от 6,2 до 18 мм.

CoroCut MB предназначена для диаметров от 12 до 30 мм.

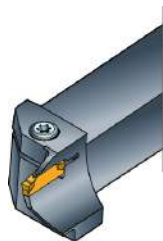
Рекомендации по выбору державок

Выбирайте специализированные для торцевых канавок цельные державки CoroCut правого или левого исполнения RF/LF (прямая державка 0°) или RG/LG (угловая державка 90°). Диаметр первого врезания от 34–400 мм.

Для канавок глубиной до 4.5 мм существуют специальный тип державок для обработки неглубоких канавок. Они могут быть правого и левого исполнения с углом 7°, 45° или 70°.

Наряду с инструментом системы Coromant Capto и державками прямоугольного сечения, возможно использование режущих головок типа CoroCut SL, позволяющих собирать большое число разнообразных инструментальных наладок.

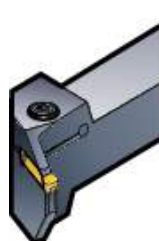
Подробная информация о головках CoroCut SL см. на стр. B58.



Державка RF/LF



Державка RG/LG

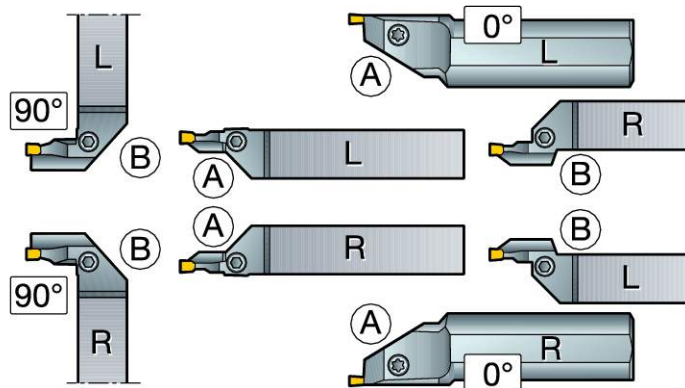
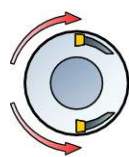
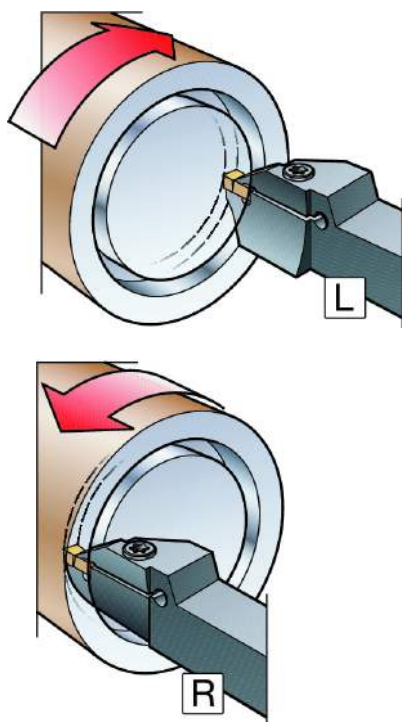


Державка с углом 70°



CoroCut SL

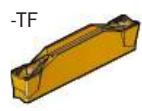
Правильно выбирайте инструмент (А или В исполнение, правое или левое) в соответствии с настройкой Вашего станка и направлением вращения заготовки. См. приведенный рисунок.




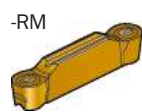
R = Правое исполнение
 L = Левое исполнение
 A = A исполнение
 B = B исполнение

Рекомендации по выбору геометрии пластины


CoroCut® 2-лезвийные


-TF  Первый выбор для всех токарных операций по нержавеющей стали. Низкие подачи и хороший отвод стружки. Хорошее качество поверхности благодаря зачистной геометрии. Выпускается как одно- и двухлезвийная пластина CoroCut.

-GM  Нарезание канавок со средней подачей во всех материалах. Уменьшает ширину стружки и дает хорошие поверхности. Выпускается как двухлезвийная пластина CoroCut.


-RM  Средние подачи и хорошая чистота поверхности. Выпускается как одно- и двухлезвийная пластина CoroCut.

Q-Cut® 151.3


-7G  Первый выбор для обработки торцевых канавок. Средние подачи и хорошая чистота поверхности благодаря зачистной геометрии.


-7P  Средние подачи и удовлетворительное стружколомание в осевом и радиальном направлении. Хорошая чистота обработанной поверхности.

CoroTurn® XS

CXS...F  Вставка для обработки торцевых канавок, правое исполнение

CoroCut® MB

MB-09FA  Пластина для обработки торцевых канавок исполнения А.

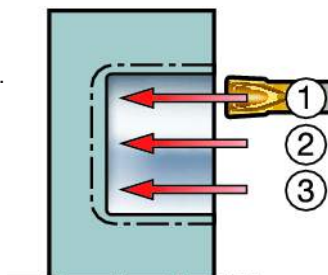
MB-09FB  Пластина для обработки торцевых канавок исполнения В.

Практические рекомендации

Черновая обработка

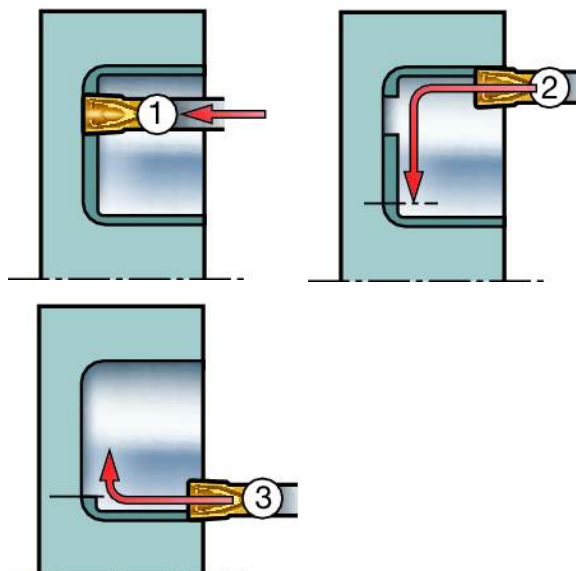
При черновой обработке первый проход (1) должен производиться на максимальном диаметре. Он обеспечивает стружкозавивание, но не стружкодробление.

Последующие проходы (2) и (3) пластина снимает припуски, равные 50–80% ее ширины. На этих проходах обеспечивается хорошее стружкодробление и подача может быть немного увеличена.



Чистовая обработка

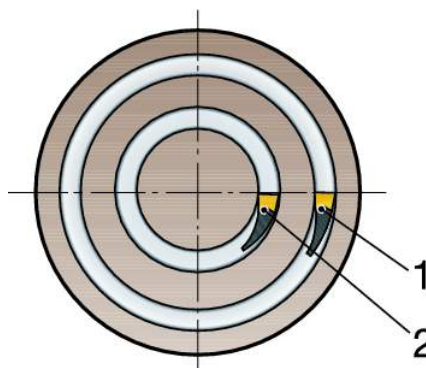
При чистовой обработке первый проход (1) выполняйте в пределах заданного диапазона диаметров. Второй проход (2) обеспечивает окончательный диаметр. Всегда ведите обработку контура канавки и ее дна в направлении от периферии к центру и вглубь. Третий проход (3) - формирование внутреннего диаметра.



Правильный выбор инструмента

Убедитесь, что для данного диапазона диаметров выбран правильный инструмент.

1. Если лезвие корпуса затирает обрабатываемую поверхность по внутреннему диаметру, то возможно неверно выбран инструмент или не выдержана параллельность.
2. Если лезвие корпуса затирает обрабатываемую поверхность по наружному диаметру, то возможно также неверно выбран инструмент или не выдержана параллельность.



Профильная обработка

Профильная обработка подразумевает изготовление деталей довольно сложной формы, и инструмент CoroCut прекрасно справляется с этой задачей. Он также заменяет несколько инструментов, поскольку способен точить в любую сторону, в результате чего сокращается количество смен инструмента и освобождается пространство инструментального магазина станка. Использование пластин для обработки профиля это эффективный способ удалить большое количество материала за короткое время.



Точение

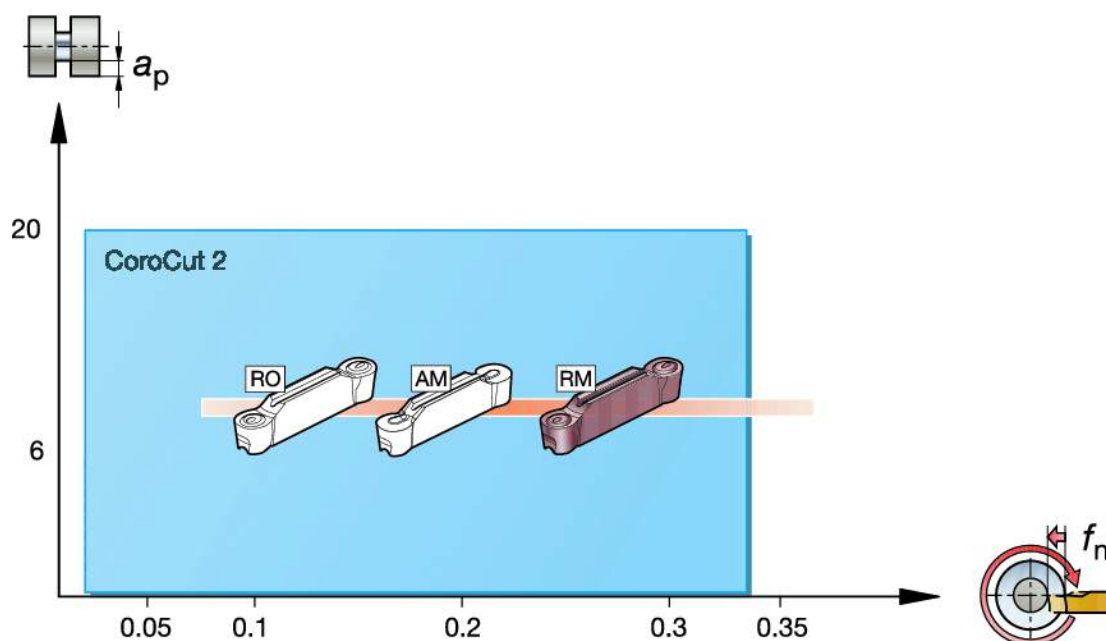
B

Отрезка и обработка канавок

C

Нарезание резьбы

Выбор инструмента



D

Фрезерование

E

Сверление

F

Расширение

G

Инструментальная оснастка

Чрезвычайная стабильность системы CoroCut предоставляет широкие возможности по увеличению режимов резания. Пластины круглой формы имеют специализированные геометрии, например, геометрия RM предназначена для средних подач и тяжелых условий обработки, а острогромочная геометрия RO для обработки нержавеющей сталей и других вязких материалов.

H

Материалы

I

Информация/указатель

CoroCut® 2



Основной выбор для средней подачи	P	-RM / GC4225
	M	-RM / GC1125
	K	-RM / GC4225
	N	-AM / GC1005
	S	-RO / S05F
	H	-RE / CB7015

В таблице выше показаны геометрии и марки сплавов двухлезвийных пластин CoroCut.

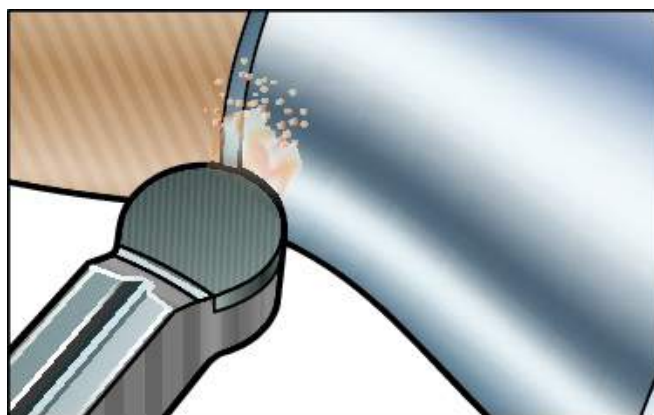


Цветные металлы

Геометрия AM, будучи самой острой, рекомендуется для обработки цветных металлов. Эта двухлезвийная пластина CoroCut обеспечивает хороший стружкоотвод и высокое качество поверхности.

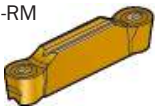
Сверхтвердые материалы


Для обработки закаленных сталей мы рекомендуем однолезвийную пластину CoroCut с геометрией RE со вставкой из кубического нитрида бора.

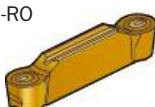



Рекомендации по выбору геометрии пластины

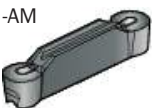
CoroCut® 1- и 2-лезвийные

-RM  Геометрия первого выбора для профильной обработки. Средние подачи и хорошая чистота поверхности. Выпускается как одно- и двухлезвийная пластина CoroCut.

-RS  Пластина со вставкой из поликристаллического алмаза для чистовой профильной обработки цветных металлов. Высокая производительность и хорошая чистота поверхности. Выпускается как однолезвийная пластина CoroCut.

-RO  Оптимизированная геометрия для профильной обработки нержавеющей стали, жаропрочных сплавов и вязких материалов. Хороший отвод стружки при низких подачах и малой глубине резания. Выпускается как однолезвийная пластина CoroCut.

-RE  Пластина со вставкой из кубического нитрида бора для профильной обработки закаленных сталей. Выдающаяся производительность и хорошее качество поверхности. Выпускается как однолезвийная пластина CoroCut.

-AM  Первый выбор для профильной обработки цветных металлов. Хороший стружкоотвод и чистота поверхности. Выпускается как двухлезвийная пластина CoroCut.

Практические рекомендации

Охватывание режущей кромки

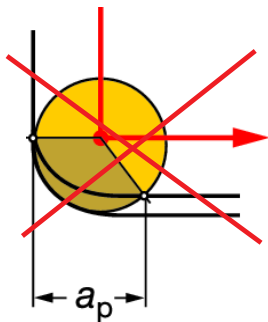
При врезании или обработке углов круглыми пластинами возникает эффект известный как охватывание режущей кромки. Большая часть режущей кромки контактирует с заготовкой, что вызывает увеличение усилий резания, поэтому следует снижать подачу.

Однако, если подачу уменьшить слишком сильно, могут возникнуть вибрации. Поэтому для обработки радиусов сопряжения на дне канавки рекомендуется использовать пластины с минимально возможным радиусом сопряжения относительно величины радиуса сопряжения.

Если радиус при вершине пластины равен радиусу на обрабатываемой детали, то рекомендуется применять прерывистое резание для снижения риска возникновения вибраций.

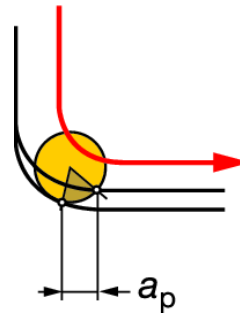
Радиус пластины \geq Радиус на заготовке

Не рекомендуется



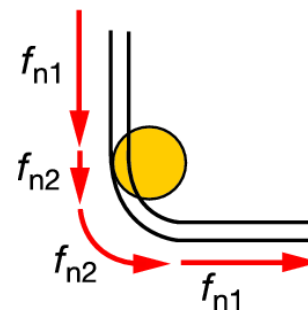
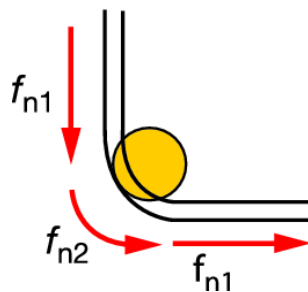
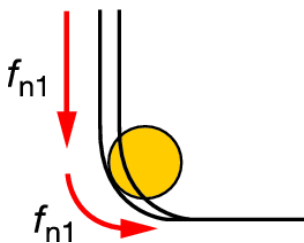
Радиус пластины $<$ Радиус на заготовке

Рекомендуется



f_{n1} = подача по оси z – макс. толщина стружки 0,15–0,40 мм

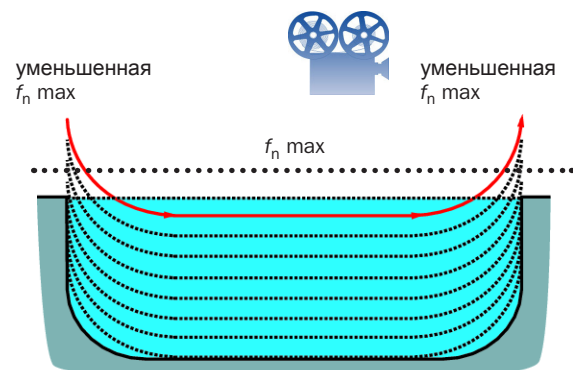
f_{n2} = обработка радиуса – 50% макс. толщины стружки



Профильная обработка/обработка карманов – трохойдальное точение по HRSA

- При входе в резание снижайте подачу.
- Увеличьте подачу до $f_n \max$ для линейных проходов.
- При выходе из резания снижайте подачу.

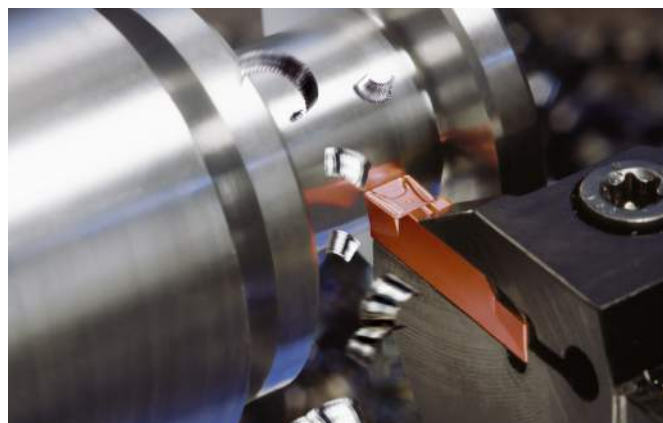
Подробная информация в руководстве по обработке жаропрочных сплавов.



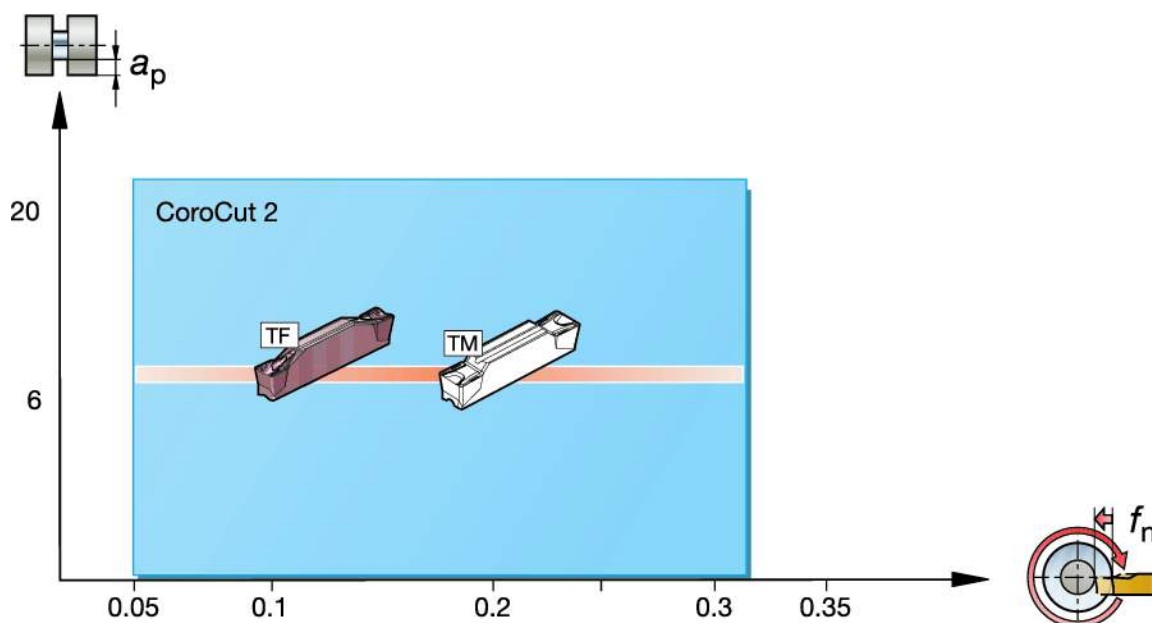
Точение

Типичные методы обработки широких канавок или выемок: многопроходное врезание, плунжерное точение и точение с врезанием под углом. Все эти методы относятся к черновым, поэтому полученные ими канавки требуют последующей чистовой обработки.

Существует следующее правило: если ширина канавки меньше ее глубины, то предпочтительным методом обработки является многопроходное врезание, в противном случае необходимо выбирать плунжерное точение. В случае обработки тонкостенной и нежесткой заготовки следует использовать плавное врезание под углом.



Выбор инструмента



Первым выбором для данного типа операция являются двухлезвийные пластины CoroCut. Мы рекомендуем выбирать геометрию TF для низких подач и геометрию TM для подач более высоких. Обе геометрии обеспечивают стойкость к наростообразованию.

	CoroCut® 2	
Первый выбор	P	-TF / GC1125
	M	-TF / GC2135
	K	-TF / GC4225
	N	-TF / H13A
	S	-TF / GC1105

CoroCut® 2



Геометрии и марки сплавов для двухлезвийных пластин CoroCut.

Плунжерное точение

Для плунжерного точения используйте 2-лезвийные пластины CoroCut с геометрией TF. Они обеспечивают хороший отвод стружки и высокую чистоту поверхности благодаря наличию зачистной кромки Wiper.

Рекомендации по выбору державок

CoroCut имеет тавровую и V-образную конструкцию для исключительной стабильности.

Примечание: Размер гнезда державки должен соответствовать размеру гнезда пластины.

Типоразмер гнезда державки		Возможный типоразмер пластины	
D		D	 База с ребром пластин CoroCut
E		E, F, G	
F		F, G	
G		G	
H		H, J, K	
J		J, K	
K		K	
L		K	
M		M	
R		R	

Примечание: При установке более широкой пластины в гнездо для меньшей пластины, не забудьте уменьшить подачу и/или a_p .

Рекомендации по выбору геометрии пластины

CoroCut® 1- и 2-лезвийные

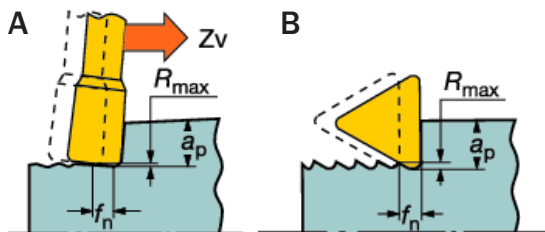
-TF		Первый выбор для всех токарных операций по нержавеющей стали. Низкие подачи и хороший отвод стружки. Высокое качество поверхности благодаря геометрии Wiper. Выпускается как одно- и двухлезвийная пластина CoroCut.
-TM		Большинство токарных операций на средних подачах. Выпускается как двухлезвийная пластина CoroCut.

Практические рекомендации

Качество поверхности при продольном точении

При использовании пластин CoroCut с зачистным эффектом для продольного точения качество обработанной поверхности значительно возрастает.

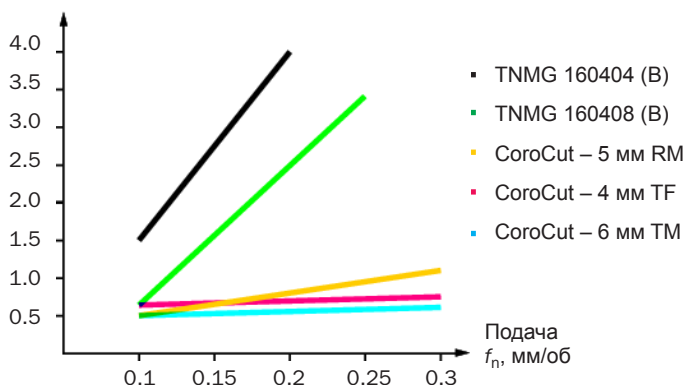
Наилучшим образом зачистной эффект проявляется при правильном сочетании подачи, глубины резания и отклонения лезвия. Шероховатость R_a ниже 0,5 мкм может быть получена на оборудовании высокой жесткости.



Сравнение между пластиной CoroCut (A) и обычной токарной пластиной (B). Сравнение по шероховатости приведено на графике.

Сравнение по шероховатости поверхности

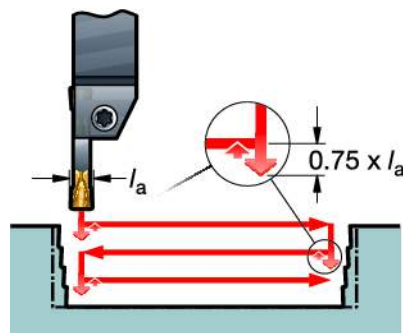
Чистота поверхности
 R_a , мкм



Плунжерное точение

Геометрии TF и TM следует использовать для плунжерного точения и точения вразгонку, так как они специально предназначены для точения с осевой и радиальной подачей.

Глубина резания при осевом точении не должна превышать 0,75 x ширины пластины, l_a .

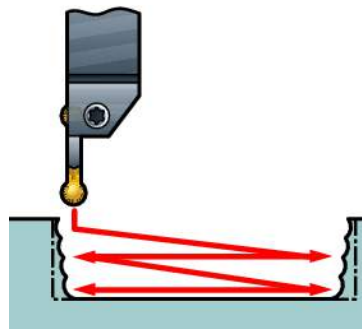


Точение в разгонку

Точение с плавным врезанием под углом обеспечивает небольшие радиальные силы и снижает риск возникновения вибраций. Также этот способ характеризуется хорошим стружкообразованием и пониженным риском образования проточин.

Для этого метода мы рекомендуем использовать круглые пластины геометрии RO или RM и работать с повышенными значениями подач, что повысит производительность обработки.

Однако точение вразгонку ведет к увеличению числа проходов в два раза.

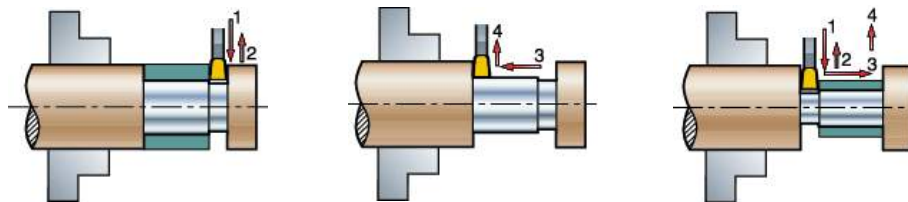


Рекомендуемая последовательность переходов при черновой обработке

Для получения плоского дна и высокого качества стенок канавки необходимо придерживаться следующей последовательности.

Продолжать последовательность проходов до достижения нужной глубины.

Для получения хорошего качества поверхности необходимо выполнить чистовую обработку.

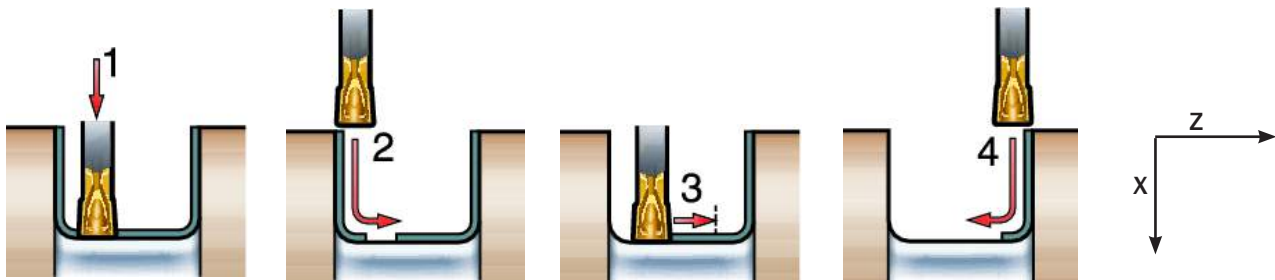


1. Радиальное врезание на требуемую глубину + 0,2 мм (до 0,75 x ширины пластины).
2. Отвести радиально на 0,2 мм.
3. Точить в осевом направлении "от стенки".
4. Отвести радиально на 0,5 мм.

Чистовая обработка канавок

Особое внимание необходимо уделить обработке радиусов на дне канавки. Перемещение инструмента происходит преимущественно в направлении продольной оси Z.

При этом вдоль основной режущей кромки образуется очень тонкая стружка, что может привести к затиранию и вибрациям. Чтобы избежать этого радиальная и осевая глубины резания должны быть в пределах 0.5–1.0 мм.






Обработка выборок

Для изготовления многих деталей требуются такие операции как шлифование и резьбонарезание. При шлифовании или нарезании резьбы вблизи уступа необходимо выполнить выборки для выхода инструмента. Такие канавки обычно получают специальными пластинами круглой формы.



Выбор инструмента

	CoroCut® 2		Q-Cut® 151.2
Диаметр, мм			
Малая глубина	•	•	
Большая глубина			•
Малый диаметр			•
Основной выбор для средней подачи	P	-RM / GC4225	-4U / GC235
	M	-RM / GC1125	-4U / GC235
	K	-RM / GC4225	-4U / H13A
	N	-RM / H13A	-4U / H13A
	S		-RO / S05F
		-RO / S05F	-4U / H13A

В таблице приведены геометрии и марки сплавов пластин CoroCut и Q-Cut.

Большая глубина врезания

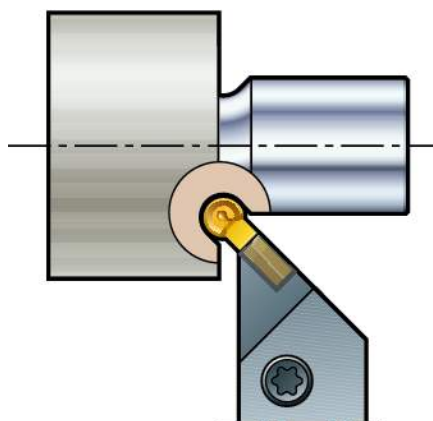
Для больших значений зазора по глубине Q-Cut 151.2 с геометрией 4U - это лучший выбор. Пластины имеют большой задний угол, что допускает поднутрение малых диаметров.

Небольшая глубина врезания

Для обработки с небольшой глубиной используйте 1- или 2- лезвийные пластины CoroCut с геометриями RO или RM.

Геометрия RO рекомендуется для обработки нержавеющей стали, жаропрочных сплавов и других вязких материалов.

Обе геометрии обеспечивают прекрасный отвод стружки на низких подачах и небольшой глубине резания.



Q-Cut 151.2 для больших глубин врезания $\varnothing \geq 23$ мм

Рекомендации по выбору державок

Используйте державки CoroCut типа RX/LX с углом 7° , 45° или 70° .



Державка RX/LX

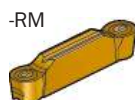
Для наружной обработки пластинами Q-Cut используйте резцовые головки Coromant Capto или державки типа RS/LS151.22.



Резцовая головка RS/LS151.22

Рекомендации по выбору геометрии пластины

CoroCut® 2-лезвийные



-RM

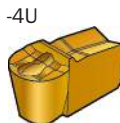
Геометрия первого выбора. Средние подачи и хорошая чистота поверхности. Выпускается как одно- и двухлезвийная пластина CoroCut.



-RO

Оптимизированная геометрия для обработки нержавеющей стали, жаропрочных сплавов и вязких материалов. Хороший отвод стружки на низких подачах и при небольшой глубине. Выпускается как двухлезвийная пластина CoroCut.

Q-Cut® 151.2



-4U

Первый выбор для большой глубины врезания. Также подходит для обработки диаметров до 23 мм..

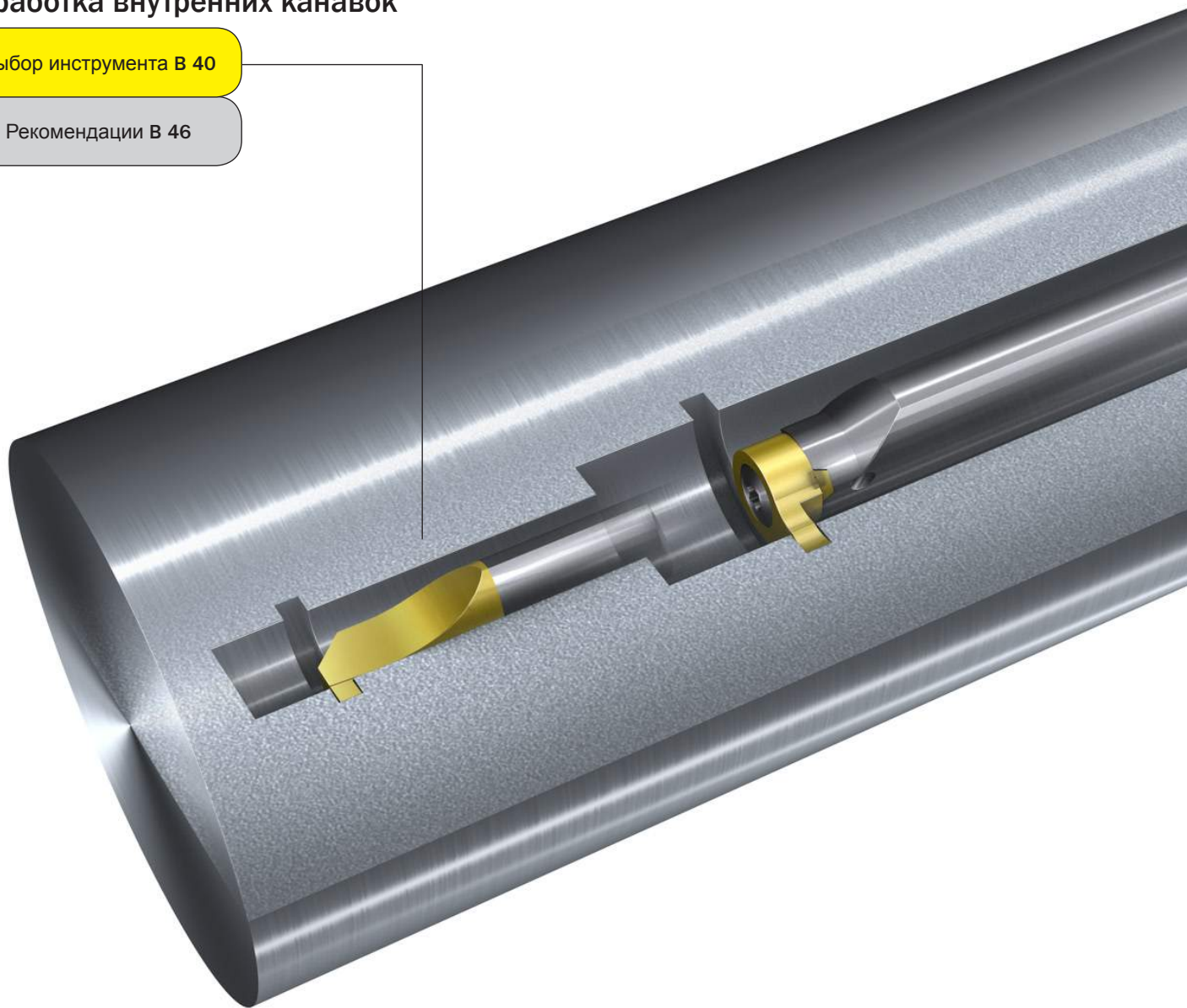
Внутренняя обработка канавок

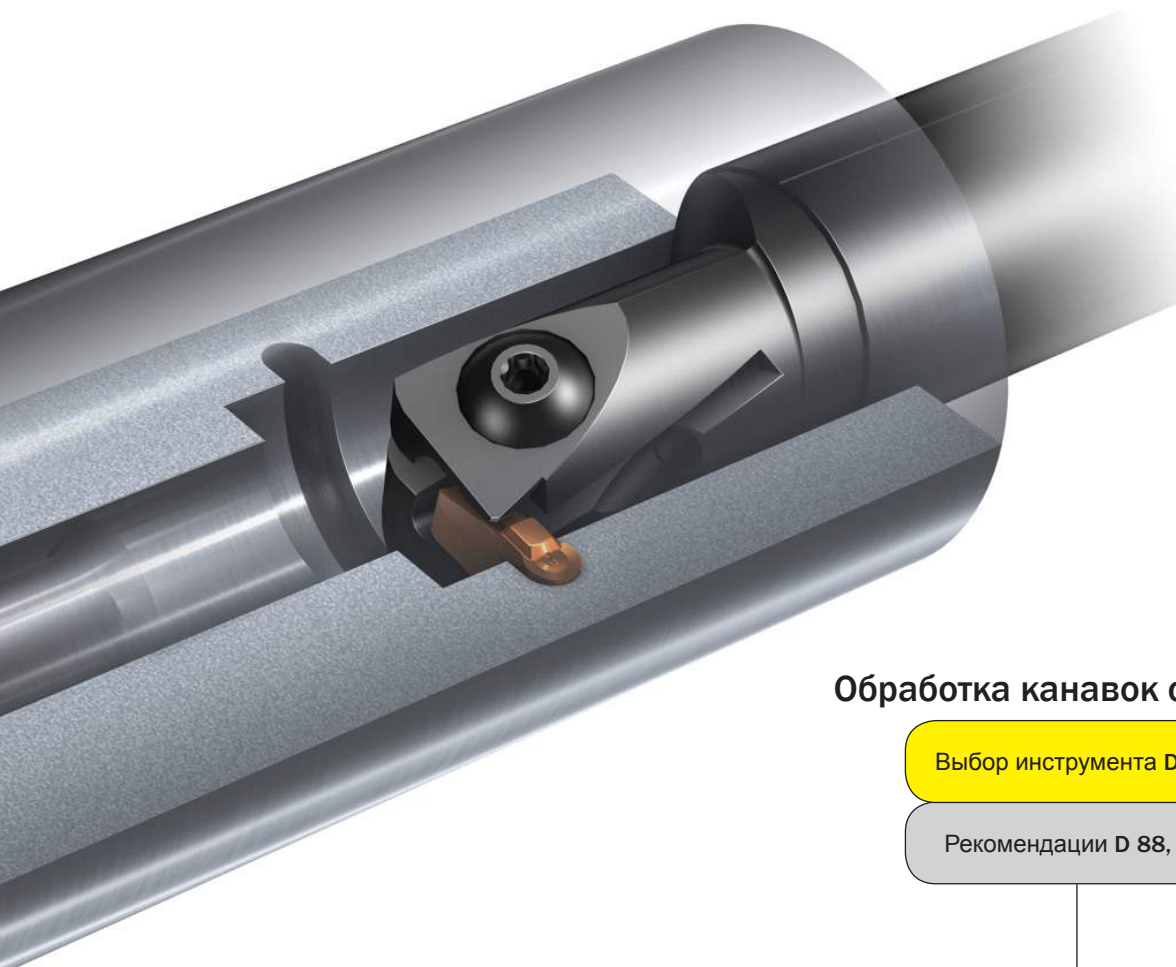
Обзор технологических решений

Обработка внутренних канавок

Выбор инструмента В 40

Рекомендации В 46

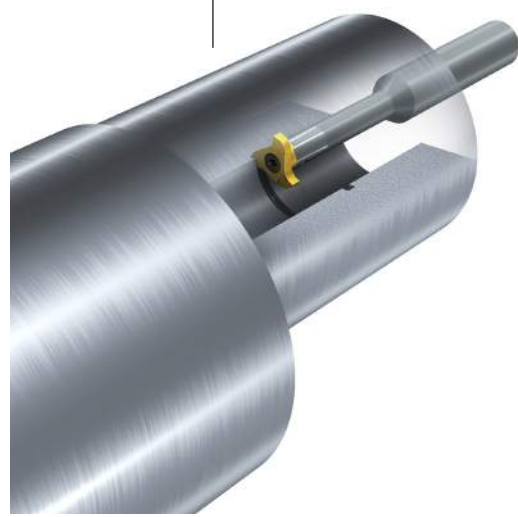




Обработка канавок с помощью фрез

Выбор инструмента D 84

Рекомендации D 88, 92



Отрезка и обработка канавок

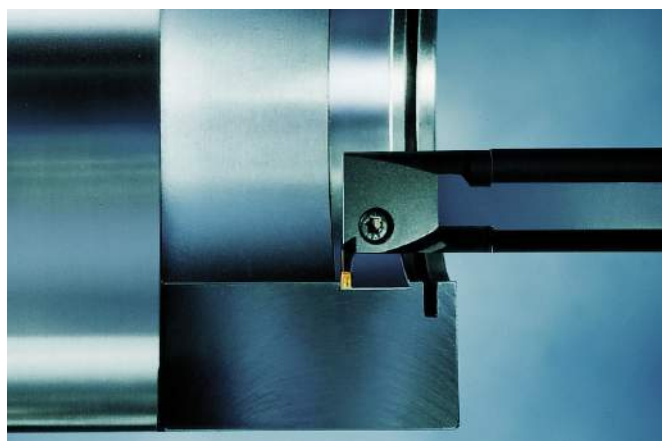
Решение проблем B 47

Обработка внутренних канавок

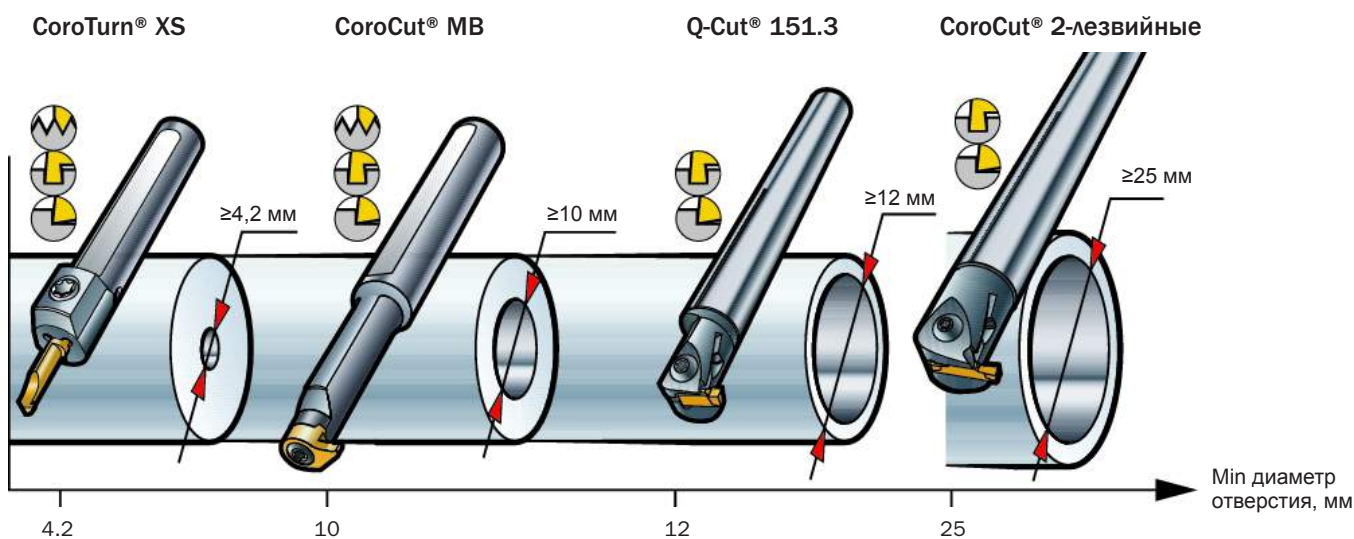
Многие детали имеют внутренние канавки. В большинстве случаев они располагаются вблизи входа в отверстие, например, канавки под стопорные кольца.

Наиболее распространенный метод обработки внутренних канавок – радиальное врезание, а для обработки широких канавок используются многопроходное радиальное врезание и плунжерное точение. Более подробную информацию см. в главе "Отрезка и обработка канавок" на стр. В19 и в главе "Точение" на стр. В32.





Иллюстрация ниже показывает варианты использования 2-лезвийных пластин систем CoroTurn XS, CoroCut MB, Q-Cut 151.3 и CoroCut для обработки канавок на различных диаметрах.



Выбор инструмента



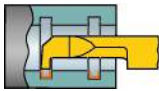
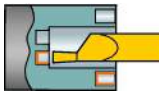
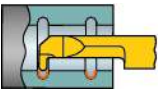
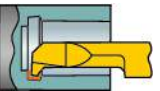




Рекомендуемые инструменты для различных диаметров внутренних канавок

	CoroTurn® XS	CoroCut® MB	Q-Cut® 151.3	CoroCut® 2
				
	Диаметр отверстия ≥ 4,2 мм	Диаметр отверстия ≥ 10 мм	Диаметр отверстия ≥ 12 мм	Диаметр отверстия ≥ 25 мм
Обработка канавок	•	•	•	•
Обработка торцевых канавок	•	•	•	•
Профильная обработка	•	•	•	•
Точение				•

Методы обработки различными пластинами

Диаметр отверстия более 4,2 мм – CoroTurn® XS

Используйте CoroTurn XS для обработки канавок, торцевых канавок, профильной обработки и фаски под отрезку

	Обработка канавок	Обработка торцевых канавок	Профильная обработка	Предварительная отрезка
				
Низкие подачи	CXS-04G CXS-05G CXS-06G CXS-07G	CXS-06F	CXS-04R CXS-05R CXS-06R CXS-07R	CXS-05GX
				
Первый выбор для рекомендуемой подачи	P	GC1025		
	M	GC1025		
	K			
	N	GC1025		
	S	GC1025		

Геометрии и марки сплавов пластин CoroTurn XS по отношению к методу обработки

Рекомендации по выбору геометрии пластины

Размер пластины, мм

Тип операции



04 = 4 мм

05 = 5 мм

06 = 6 мм

07 = 7 мм

G = Обработка канавок

F = Обработка торцевых канавок

R = Пластина полного радиуса для профильной обработки

GX = Обработка фаски под отрезку

Обработка канавок

Пластины шириной от 0,78 до 2,0 мм для обработки канавок общего назначения и канавок под стопорные кольца различной длины для максимальной стабильности.

Обработка торцевых канавок

Пластины для торцевых канавок для диаметров отверстия от 6,2 мм с шириной пластины от 1 до 3 мм. Максимальная глубина резания для этих пластин - 6 мм.

Профильная обработка

Круглые пластины для внутреннего профилирования и обработки канавок шириной от 1 до 2 мм.

Обработка фаски под отрезку

Пластины для получения фаски под 45° внутри отверстия перед отрезкой детали.

Диаметр отверстия более 10 мм – CoroCut® MB

Используйте CoroCut MB для обработки канавок, торцевых канавок, профильной обработки и фаски под отрезку

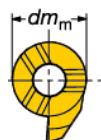
	Обработка канавок	Обработка торцевых канавок	Профильная обработка	Предварительная отрезка
Низкие подачи	MB-07G MB-09G	MB-09FA MB-09FB	MB-07R MB-09R	MB-07GX
Первый выбор для рекомендуемой подачи	P	GC1025		
	M	GC1025		
	K			
	N	GC1025		
	S	GC1025		

Геометрии и марки сплавов пластин CoroCut MB по отношению к методу обработки

Рекомендации по выбору геометрии пластины

Размер пластины, мм

Тип операции



07 = 7 мм, min отверстие Ø 10 мм

09 = 9 мм, min отверстие Ø 14 мм

G = Обработка канавок

FA = Обработка торцевых канавок, исполнение A

FB = F Обработка торцевых канавок, исполнение B

R = Пластина полного радиуса для профильной обработки

GX = Обработка фаски под отрезку

Обработка канавок

Пластины шириной от 1 до 3 мм для обработки канавок общего назначения и шириной от 0,73 до 1,7 мм для канавок под стопорные кольца.

Обработка торцевых канавок

Пластины для диаметров канавок от 14 мм с шириной от 1 до 3 мм. Максимальная глубина резания для этих пластин - 5 мм.

Профильная обработка

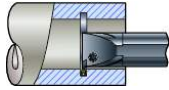
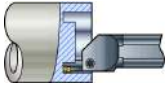
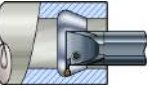

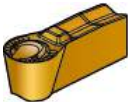

Круглые пластины для внутреннего профилирования и обработки канавок шириной от 0,8 до 3 мм.

Обработка фаски под отрезку

Пластины для получения фаски под 45° внутри отверстия перед отрезкой детали.

Диаметр отверстия более 12 мм – Q-Cut® 151.3

Используйте Q-Cut 151.3 для обработки канавок, торцевых канавок и профильной обработки.

	Обработка высокоточных канавок	Обработка торцевых канавок	Профильная обработка
			
Низкие подачи	-4G 		-7P 
Средние подачи		-7G 	
Первый выбор для рекомендуемой подачи	P -4G / GC1125	-7G / GC1125	-7P / GC1125
	M -4G / GC1125	-7G / GC2135	-7P / GC1125
	K -4G / H13A	-7G / GC3020	-7P / GC4225
	N -4G / H13A		
	S -4G / H13A	-7G / GC1125	-7P / GC1125

Геометрии и марки сплавов пластин Q-Cut 151.3 по отношению к методу обработки

Обработка канавок

Для обработки высокоточных канавок с малыми подачами используйте геометрию 4G. Эта геометрия режущей пластины обеспечивает малые усилия резания и хороший отвод стружки.

Обработка торцевых канавок

Используйте геометрию 7G для обработки торцевых канавок со средними подачами. Геометрия Wireg обеспечит хороший отвод стружки и высокую чистоту обработанной поверхности.

Профильная обработка

Используйте геометрию 7P для профильной обработки с малыми подачами. Геометрия отличается хорошим отводом стружки в осевом и радиальном направлении.

Диаметр отверстия более 25 мм – CoroCut® 2-лезвийные

Используйте 2-лезвийные пластины CoroCut для обработки канавок, торцевых канавок, профильной обработки и точения



Чистовая обработка	-GF		-GF			-TF		
Получистовая обработка		-GM		-TF	-RM		-TM	
Первый выбор	P	-GF / GC1125	-GM / GC4225	-GF / GC1125	-TF / GC1125	-RM / GC4225	-TF / GC1125	-TM / GC4225
	M	-GF / GC1125	-GM / GC1125	-GF / GC1125	-TF / GC2135	-RM / GC1125	-TF / GC2135	-TM / GC2135
	K	-GF / GC1125	-GM / GC3115	-GF / GC1125	-TF / GC4225	-RM / GC4225	-TF / GC4225	-TM / GC4225
	N	-GF / H13A	-GM / H13A	-GF / H13A	-TF / H13A	-RM / H13A	-TF / H13A	-TM / H13A
	S	-GF / GC1125		-GF / H13A	-TF / GC1105	-RO / S05F	-TF / H13A	-TM / H13A

Геометрии и марки сплавов пластин CoroCut по отношению к методу обработки

Обработка канавок

Используйте геометрию GF для обработки канавок с малыми подачами и геометрию GM для средних подач. Пластины GF можно заказать и как Tailor Made, причем обе пластины дают хорошую чистоту поверхности.

Обработка торцевых канавок

Используйте геометрию GF для обработки торцевых канавок с малыми подачами и геометрию TF для средних подач. Пластины GF можно заказать в специальном исполнении, а пластины TF обеспечивают хороший отвод стружки и качество поверхности благодаря геометрии Wiper.

Профильная обработка

Используйте геометрию RM для средних подач и тяжелых условий. Она дает хороший отвод стружки и чистоту поверхности.

Точение

Используйте геометрию TF для точения с малыми подачами и геометрию TM для средних подач. Пластины с геометрией TF обеспечивают хороший отвод стружки и чистоту поверхности благодаря геометрии Wiper. Обе пластины имеют положительную геометрию, которая устраняет риск образования нароста на режущей кромке.

Рекомендации по выбору державки

Внутренние оправки для 2-лезвийных CoroCut®

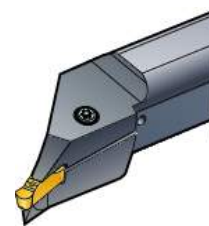
Используйте для обработки внутренних канавок оправки RAG/LAG. Эти оправки выпускаются в правом и левом исполнении диаметром от 16 до 50 мм и оправки с углом 20° для внутренней профильной обработки.

Оправки имеют отверстия для внутренней подачи СОЖ.

Оправки диаметром до 25 мм – цилиндрические, приспособлены для использования со втулками EasyFix. Оправки диаметром более 25 мм имеют лыски.



Канавочная оправка



Оправка для профильной обработки

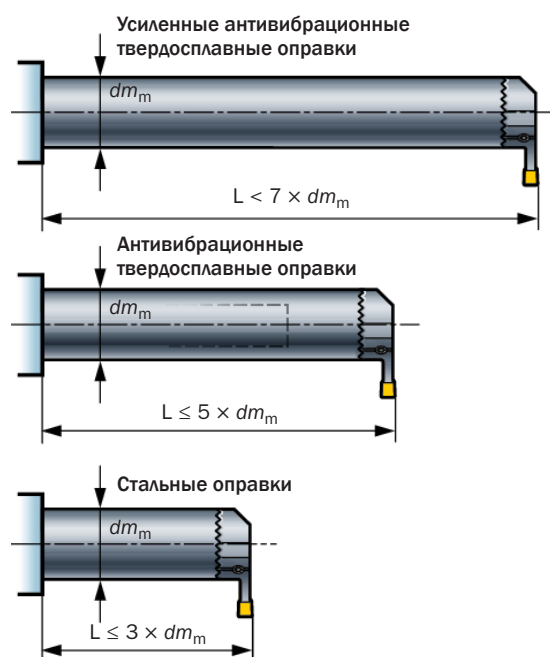
Цельные твердосплавные и антивибрационные оправки

Жесткость всей системы – это ключевой фактор обеспечения обработки без вибраций. Она зависит от вылета инструмента и от того, насколько глубоко в отверстии обрабатывается канавка. Во избежание риска возникновения вибрации выбирайте максимально возможный диаметр оправки, но с учетом обеспечения беспрепятственной эвакуации стружки из зоны резания.

Вылет инструмента не должен превышать 3 x D для стальных и 5 x D для цельных твердосплавных расточных оправок.

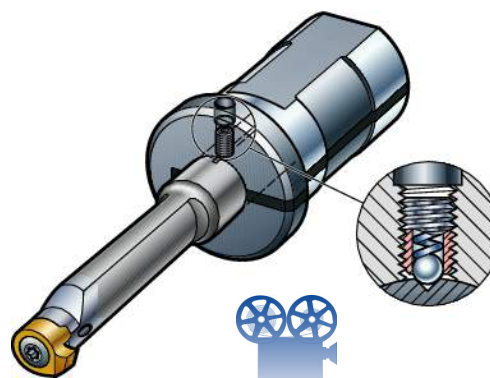
При работе антивибрационными расточными оправками не рекомендуется превышать вылет 5 x D, а для усиленных твердосплавных антивибрационных оправок – до 7 x D.

В целях снижения вибраций старайтесь всегда использовать острокромочные пластины и разумные режимы обработки.



Используйте втулки EasyFix для точного позиционирования режущей кромки по высоте.

Дополнительную информацию см. в разделе "Инструментальная оснастка/Оборудование", глава G.



Easy Fix

Рекомендации по выбору геометрии пластины

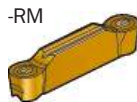
CoroCut® 1- и 2-лезвийные



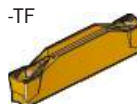
Небольшая подача для прецизионной обработки канавок. Малое усилие резания и хорошая чистота поверхности. Выпускается как двухлезвийная пластина CoroCut. Можно заказать как Tailor Made.



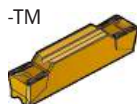
-GM
Обработка канавок со средней подачей во всех материалах. Отличное формирование стружки. Низкая шероховатость обработанной поверхности благодаря усадке стружки в ширину. Выпускается как двухлезвийная пластина CoroCut.



-RM
Первый выбор для профильной обработки. Отличное стружкообразование даже на малых подачах и глубинах резания. Хорошая чистота обработанной поверхности. Выпускаются одно- и двухлезвийные пластины CoroCut.



-TF
Первый выбор для всех операций точения нержавеющей сталей. Хорошее формирование стружки и чистота обработанной поверхности. Боковые режущие кромки с эффектом Wiper. Выпускаются одно- и двухлезвийные пластины CoroCut.



-TM
Средние подачи для точения. Положительная геометрия уменьшает вероятность наростообразования. Выпускается как двухлезвийная пластина CoroCut.

CoroCut® 151.3



-4G
Альтернативный выбор для обработки внутренних канавок в отверстиях малого диаметра. Малые усилия резания и хороший отвод стружки при обработке большинства материалов.



-7G
Первый выбор для обработки торцевых канавок. Средние подачи Хорошая чистота поверхности благодаря режущим кромкам с геометрией Wiper.



-7P
Основной выбор для профильной обработки и нарезания торцевых канавок. Средняя подача для хорошего отвода стружки в осевом и радиальном направлении. Хорошая чистота обработанной поверхности.

Практические рекомендации

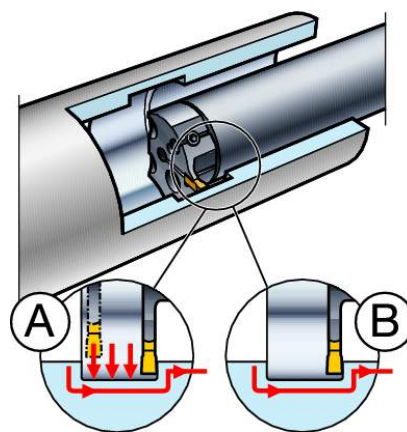
Устранение вибраций

Чтобы устранить вибрации, оснастка должна иметь как можно более короткий вылет с самой положительной для резания геометрией. Поэтому используйте пластины с острой геометрией GF или TF.

Вибрации можно также устранить, используя несколько врезаний с более узкой пластиной, с последующим чистовым проходом. См. иллюстрацию (А).

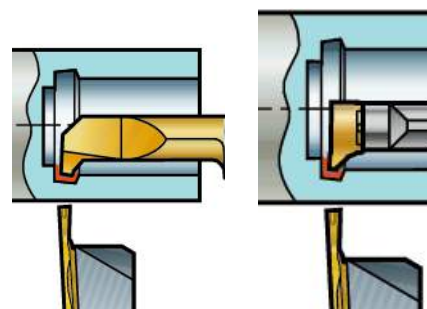
Канавку можно также обработать и за один проход, используя плунжерное точение. Для обеспечения хорошей эвакуации стружки направление подачи при точении должно быть от дна отверстия к его входу. См. иллюстрацию (В) р.

Используйте втулки EasyFix для точного позиционирования режущей кромки по высоте. Подробную информацию о втулках EasyFix см. в "Основном каталоге".



Обработка фаски под отрезку без заусенцев

Используйте пластину CoroTurn XS или CoroCut MB для обработки фаски под 45° внутри перед отрезкой детали.

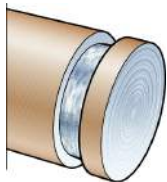


Решение проблем

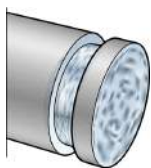
Отрезка и обработка канавок

Причина

Низкое качество поверхности



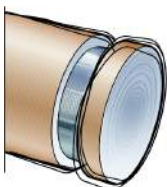
Низкое качество поверхности на алюминии



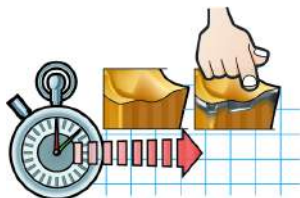
Неудовлетворительное стружкодробление



Вибрации



Низкая стойкость инструмента



Устранение

- Используйте короткий и жесткий инструмент
- Обеспечьте отвод стружки от обработанной поверхности за счет правильно подобранной геометрии пластины
- Проверьте рекомендации по выбору скорости / подачи
- Используйте геометрию Wiper
- Проверьте правильность установки инструмента
- Выберите пластину с самой острой режущей кромкой
- Используйте геометрию обеспечивающую хороший отвод стружки
- Выберите специальную эмульсионную СОЖ для данного материала
- Измените геометрию
- Выберите большую подачу
- Используйте прерывистую подачу
- Увеличьте подачу СОЖ
- Используйте жесткую оснастку
- Проверьте рекомендации по выбору скорости / подачи
- Используйте меньший вылет
- Измените геометрию
- Проверьте состояние инструмента
- Проверьте правильность установки инструмента
- Проверьте точность установки по высоте центров
- Проверьте угол между инструментом и осью вращения детали
- Проверьте состояние режущего лезвия державки. Если оно изношено, пластина может быть нежестко закреплена в гнезде.

Решение проблем

Отрезка и обработка канавок

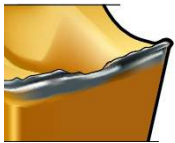
Тщательное наблюдение

Для достижения максимальной экономической эффективности использования инструмента, высокого качества детали и оптимальных режимов обработки необходимо тщательно следить за состоянием режущей кромки пластины.

Основной причиной преждевременного износа режущей кромки при малой скорости резания является возникновение нароста, а при завышенной скорости резания – пластическая деформация, износ по задней поверхности и кратерный износ.

Причина

Решение

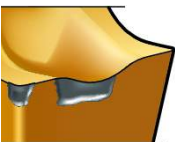


Наростообразование

1. Слишком низкая температура режущей кромки.
2. Неверно выбранная геометрия или сплав.

1. Увеличьте скорость резания и/или подачу.
2. Выберите геометрию с более острой кромкой. Предпочтительно сплав с покрытием PVD.

При отрезке прутка и по нержавеющей стали почти невозможно избежать нароста. Важно свести это явление к минимуму, используя вышеперечисленные решения.



Выкрашивания/
Поломка

1. Слишком твердый сплав.
2. Слишком слабая геометрия.
3. Недостаток жесткости.
4. Завышены режимы резания.

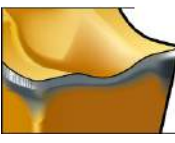
1. Выберите более прочный сплав.
2. Выберите более прочную геометрию.
3. Уменьшите вылет. Проверьте высоту центра.
4. Уменьшите режимы резания.



Пластическая деформация (ПД)

1. Слишком высокая температура в зоне резания.
2. Неверно выбран сплав.
3. Недостаток СОЖ.

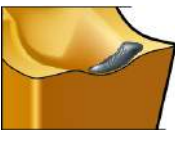
1. Уменьшите скорость резания и/или подачу.
2. Выберите более износостойкий сплав.
3. Увеличьте подачу СОЖ.



Износ по задней поверхности

1. Слишком высокая скорость резания.
2. Слишком мягкий сплав.
3. Недостаток СОЖ.

1. Уменьшите скорость резания.
2. Выберите более износостойкий сплав.
3. Увеличьте подачу СОЖ.



Лункообразование

1. Скорость резания слишком высокая.
2. Слишком мягкий сплав.
3. Подача слишком большая.
4. Недостаток СОЖ.

1. Уменьшите скорость резания.
2. Выберите более износостойкий сплав.
3. Уменьшите подачу.
4. Увеличьте подачу СОЖ.



Образование проточин

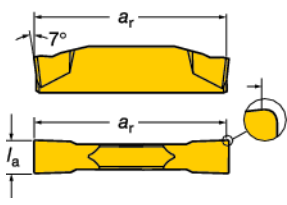
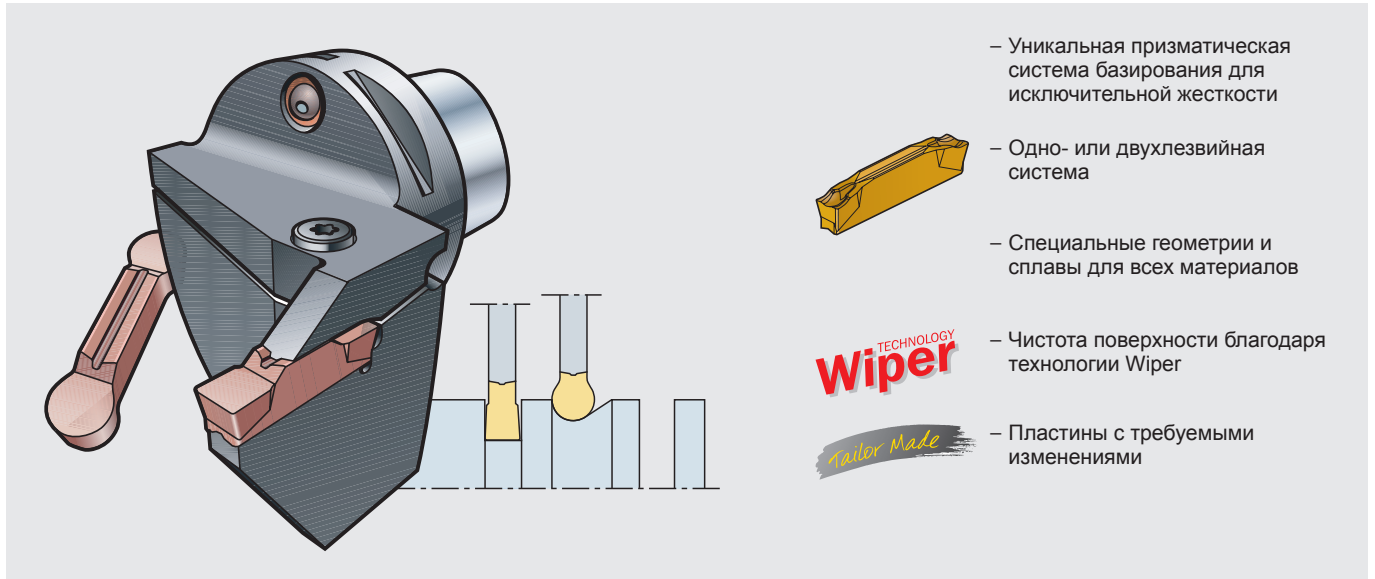
1. Химический износ на глубине резания.
2. Слишком высокая температура режущей кромки.

1. Варьируйте глубину резания.
2. Уменьшите скорость резания.

Ассортимент – Отрезка и обработка канавок



CoroCut® 1- и 2-лезвийные



Ширина пластины, l_a , мм

	Размер гнезда пластины	Ширина пластины, l_a , мм	Макс. глубина резания, a_r , для пластины CoroCut 2, мм
	D	1.5	12.9
	E	2	19
	F	2.5	18.9
	G	3	18.8
	H	4	23.7
	J	5	23.6
	K	6	23.5
	L	8	28.4
	M	9 - 11	-
	R	15	-

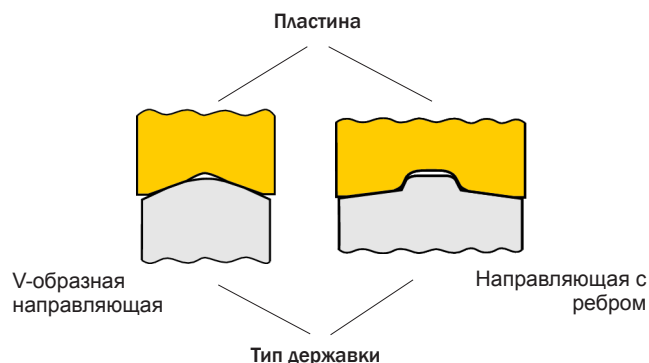
Область применения

Стр.	Отрезка В 14	Обработка канавок В 19	Точение В 32	Контурная обработка В 29	Контурная обработка алюминия В 30
Чистовая обработка Низкая подача	-CF	-GF	-TF		
Получистовая обработка Средняя подача	-CM	-GM	-TM	-RM	-AM
Черновая обработка Высокая подача	-CR				
Оптимизированная геометрия для улучшенного отвода стружки				-RO	
Острокромочная геометрия	-CS			-RS	-RS
Округление режущей кромки		-GE		-RE	

Рекомендации по выбору державки

Система CoroCut имеет призматическую с ребром и V-образную конструкцию для обеспечения высокой жесткости соединения.

Примечание: размер гнезда державки должен соответствовать размеру гнезда пластины. В противном случае используйте длинную пластину, установленную с возможно коротким вылетом во избежание вибрации и отклонения.



Рекомендации по выбору марки сплава

Универсальные марки сплавов

ISO



GC1125

Первый выбор для отрезки труб, канавочных и токарных операций. Хорошо работает по низкоуглеродистым и другим мягким материалам.

Скорости резания от малых до средних.

Универсальные марки сплавов

ISO



GC2135 – первый выбор для нержавеющей стали

Для операций, требующих высокой прочности, таких как прерывистое резание и отрезка до центра. Скорости резания от малых до средних.



GC1145

Для операций, требующих особо высокой прочности, таких как прерывистое резание и отрезка до центра по нержавеющей стали. Малые скорости резания.



GC3115

Сплав с высокой износостойкостью для нарезания канавок и точения при стабильных условиях. Эффективен также для твердых сталей. Высокие скорости резания.



GC4225 – первый выбор для чугуна

Превосходное сочетание высокой износостойкости и хорошей надежности кромки. Следует использовать для канавочных, токарных и отрезных операций при стабильных условиях. Скорости резания от средних до высоких.

HRSA

ISO



GC1105

Высокая износостойкость в сочетании с острыми кромками. Следует использовать для чистовой обработки с жесткими допусками жаропрочных сплавов и нержавеющей стали.

Алюминий и жаропрочные сплавы

ISO



GC1005

Наиболее подходит для черновой обработки алюминия.

ISO



H10

Хорошая острота кромки для обработки алюминиевых и жаропрочных сплавов.

Цветные металлы и титан

ISO



H13A

Хорошая износостойкость и прочность в сочетании с остротой кромки. Следует использовать для цветных металлов и титановых сплавов.

CoroCut® 3-лезвийные

Точение

В Отрезка и обработка канавок

С Нарезание резьбы

Д Фрезерование

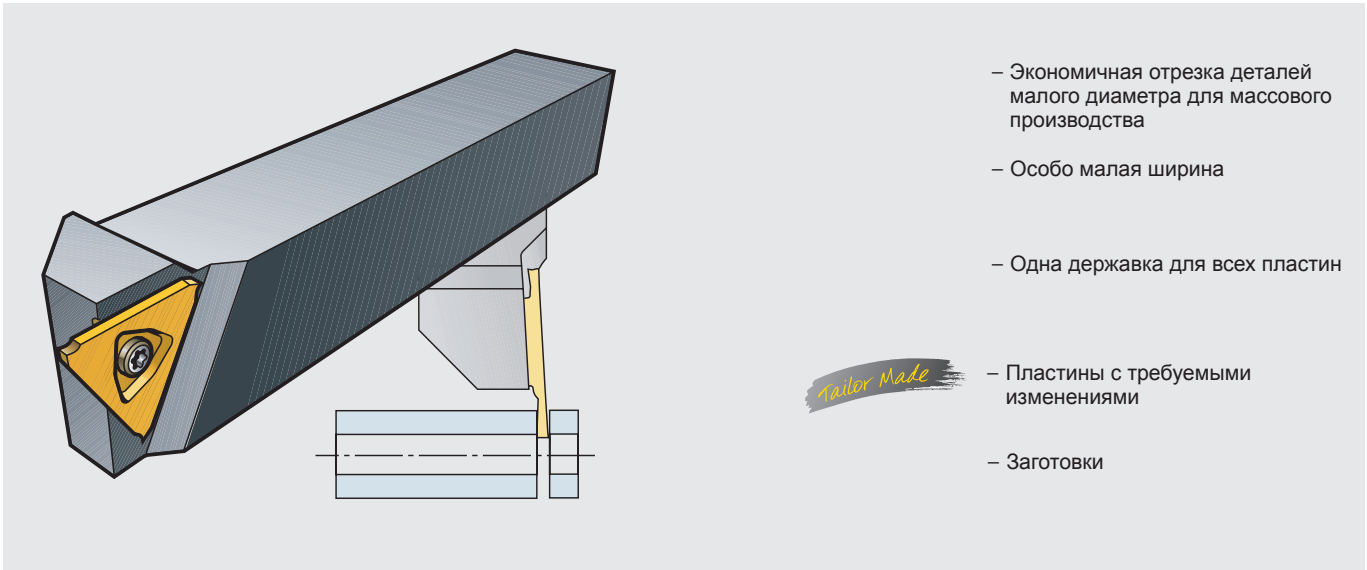
Е Сверление

Ф Растачивание

Г Инструментальная оснастка

Н Материалы

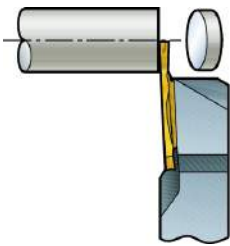
И Информация/указатель



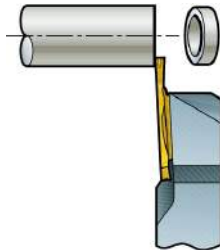
- Экономичная отрезка деталей малого диаметра для массового производства
- Особо малая ширина
- Одна державка для всех пластин
- Пластины с требуемыми изменениями
- Заготовки

Область применения

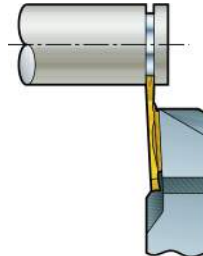
Отрезка прутков
В 14



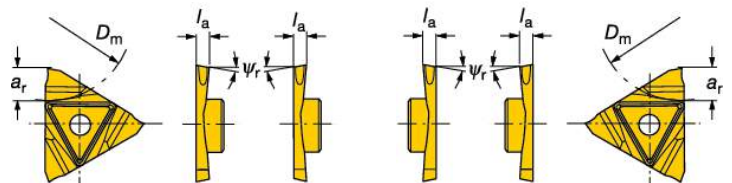
Отрезка труб
В 14



Обработка канавок под стопорные кольца
В 23



CM и CS Отрезка Ширина пластины, l_a , мм	GS Обработка канавок под стопорное кольцо Ширина пластины, l_a , мм
1.0	0.5 до 2.0
1.5	2.4
2.0	2.5
	2.7
	3.0



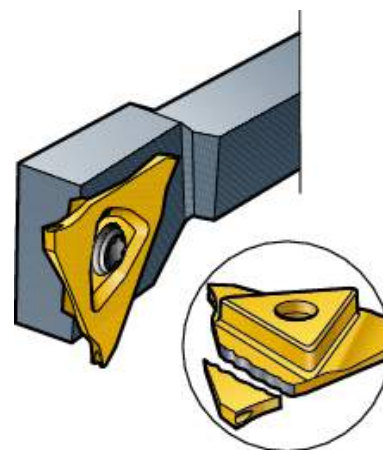
Правое исполнение (Т)

Левое исполнение (U)

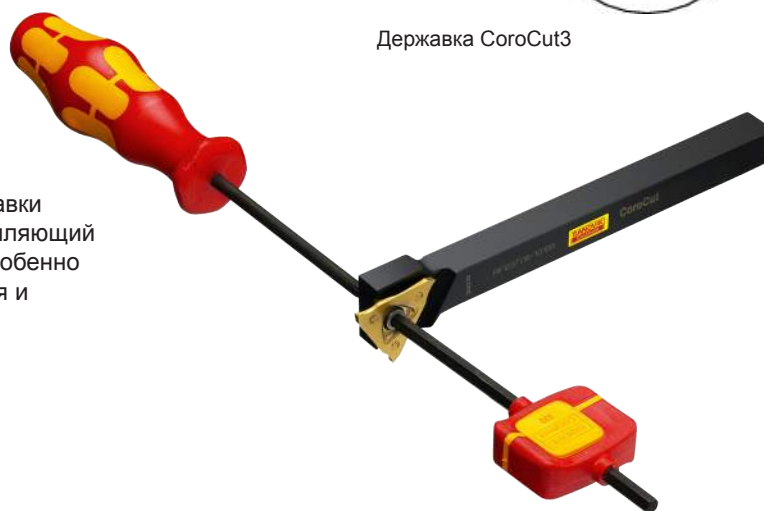
Рекомендации по выбору державки

Державки CoroCut3 изготавливаются в правом и левом исполнениях. Выбирайте посадочный размер пластины так, чтобы он соответствовал как державке, так и пластине.

Система закрепления построена на прочном и стабильном сопряжении между державкой и пластиной. Одна державка может использоваться со всеми пластинами различной ширины. Поломка пластины не влияет на механизм закрепления. Поверните пластину, и станок можно снова запускать.



Державка CoroCut3



Ключ Torx plus

Для простого и быстрого поворота пластины у державки CoroCut3 с прямоугольным хвостовиком винт, закрепляющий пластину, доступен с обеих сторон державки. Это особенно полезно для станков-автоматов продольного точения и многошпиндельных станков.

Рекомендации по выбору марки сплава

Универсальные марки сплавов

ISO

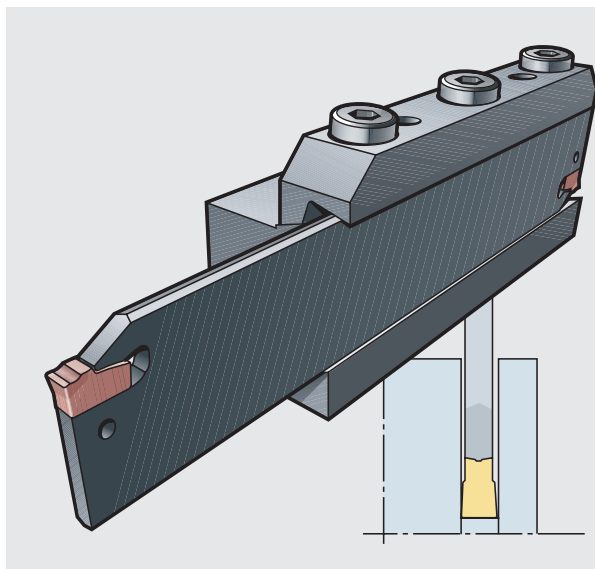


GC1125

Первый выбор для отрезки труб, канавочных и токарных операций. Хорошо работает по низкоуглеродистым сталям и другим мягким материалам.

Скорости резания от малых до средних.

T-Max Q-Cut® 151.2



– Специальные геометрии и сплавы для всех материалов

Wiper^{TECHNOLOGY}

– Хорошая чистота поверхности благодаря технологии Wiper

Tooler Made

– Пластины с требуемыми изменениями

– Заготовки

Область применения

Стр.	Отрезка B 14	Обработка канавок	Обработка торцевых канавок B 25	Точение	Контурная обработка	Контурная обработка алюминия
Чистовая обработка Малая подача	-7E	-4G		-5T		
Получистовая обработка Средняя подача	-5E	-5G	-7G	-4T	-5P	F-P
Черновая обработка Высокая подача	-4E					
Оптимизированная геометрия для улучшенного отвода стружки			-4G		-4P	
Острокромочная геометрия	-5F				F-P	F-P
Округление режущей кромки		E-G			E-P	

Рекомендации по выбору державки

Используйте режущие головки CoroTurn SL и адаптеры для отрезных лезвий Q-Cut. См. "Основной каталог".

Рекомендации по выбору марки сплава

Универсальные марки сплавов

ISO



GC1125

Первый выбор для отрезки труб, канавочных и токарных операций. Хорошо работает по низкоуглеродистым сталям и другим мягким материалам.

Скорости резания от малых до средних.



GC2135 - первый выбор для нержавеющей стали

Для операций, требующих высокой прочности, таких как прерывистое резание и отрезка до центра.

Скорости резания от малых до средних.



GC1145

Для операций, требующих особо высокой прочности, таких как прерывистое резание и отрезка до центра по нержавеющей стали.

Малые скорости резания.



GC235

Отрезные и канавочные операции по стали, требующие прочности. Подходит для малых скоростей и неблагоприятных условий.



ST525

Сплав на основе карбидов титана с чрезвычайно высокой стойкостью к окислению и образованию нароста. Для обработки канавок в деталях из низколегированной стали, требующих высокого качества поверхности, в относительно хороших условиях. Умеренные скорости резания и подачи.



GC3020

Особенно рекомендуется для обработки канавок и точения в стабильных условиях. Благодаря высокой красностойкости эффективен при обработке закаленных сталей. Применяйте при высоких скоростях резания в хороших условиях.

Чугун

ISO



GC4225

Превосходное сочетание высокой износостойкости и прочности кромки. Следует использовать для канавочных, токарных и отрезных операций при стабильных условиях.

Скорости резания от средних до высоких.

Алюминий и жаропрочные сплавы

ISO



CD10

Чрезвычайно износостойкий сплав, дающий очень хорошую чистоту поверхности. Применяйте для цветных металлов и неметаллических материалов.



GC1005

Наиболее подходит для черновой обработки алюминия.

Цветные металлы и титан

ISO



H13A

Хорошая износостойкость и прочность в сочетании с остротой кромки. Применяйте для цветных металлов и титановых сплавов.

Материалы высокой твердости

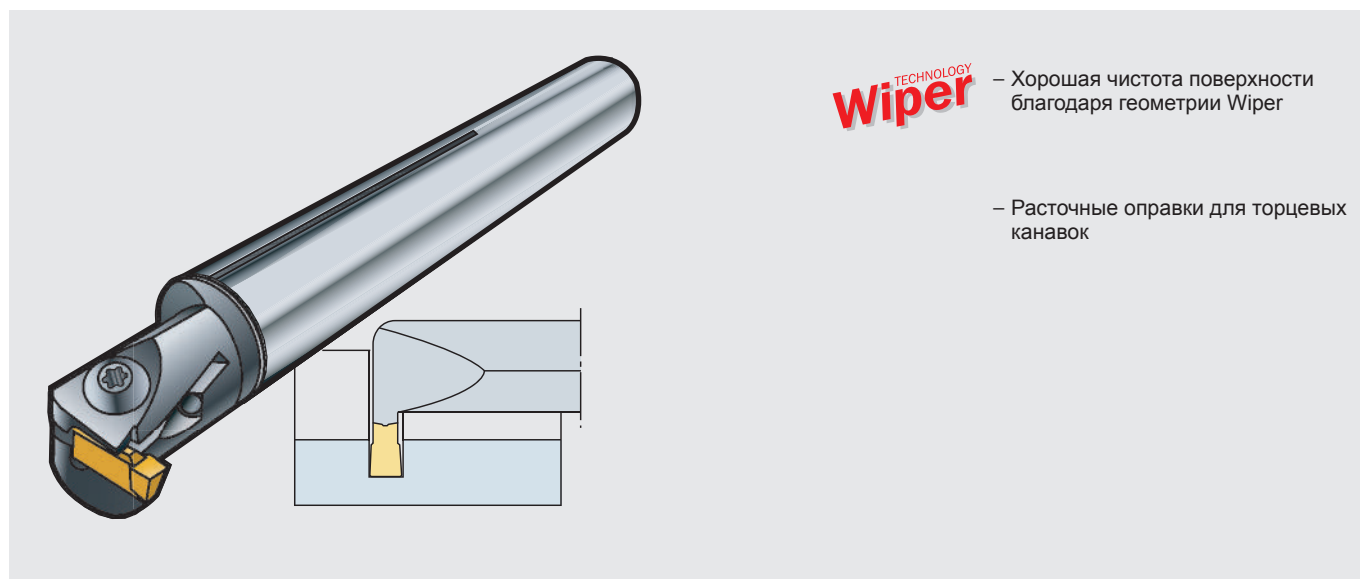
ISO



CB20

Композит на основе КНБ. Применяйте для обработки закаленных материалов с ограниченной подачей и глубиной резания. Упраздняет операции шлифовки.

T-Max Q-Cut® 151.3



Область применения

Стр.	Прецизионная обработка канавок	Обработка торцевых канавок В 25	Профильная обработка
Низкие подачи	-4G 		-7P 
Средние подачи		-7G 	

Рекомендации по выбору державки

Пластина Q-Cut 151.3 с геометриями 7G и 7P может использоваться только с державками типа R/L 151.37 или оправками типа R/L 151.32. Используйте режущие головки CoroTurn SL и адаптеры для отрезных лезвий Q-Cut. См. "Основной каталог".

Рекомендации по выбору марки сплава

Универсальные марки сплавов

ISO



GC1125

Первый выбор для отрезки труб, канавочных и токарных операций. Хорошо работает по низкоуглеродистым сталям и другим материалам, склонным к налипанию.

Скорости резания от малых до средних.

ISO



GC235

Отрезные и канавочные операции по стали, требующие прочности. Подходит для малых скоростей и неблагоприятных условий.



GC2135 - первый выбор для нержавеющей стали

Для операций, требующих высокой прочности, таких как прерывистое резание и отрезка до центра.

Скорости резания от малых до средних.



GC3020

Особенно рекомендуется для обработки канавок и точения в стабильных условиях. Благодаря высокой красностойкости эффективен при обработке закаленных сталей.

Следует применять при высоких скоростях резания в хороших условиях.



GC1145

Для операций, требующих особо высокой прочности, таких как прерывистое резание и отрезка до центра по нержавеющей стали.

Малые скорости резания.



GC3115

Сплав с высокой износостойкостью для обработки канавок и точения при стабильных условиях.

Также эффективен и для обработки закаленных сталей.

Высокие скорости резания.

Чугун

ISO



GC4225

Превосходное сочетание высокой износостойкости и прочности кромки. Следует использовать для канавочных, токарных и отрезных операций при стабильных условиях.

Скорости резания от средних до высоких.

Цветные металлы и титан

ISO



H13A

Хорошая износостойкость и прочность в сочетании с высокой остротой режущей кромки. Следует использовать для цветных металлов и титановых сплавов.

CoroTurn® SL



CoroCut SL - это универсальная модульная система, предназначенная для создания большого количества различных инструментальных решений по обработке канавок.

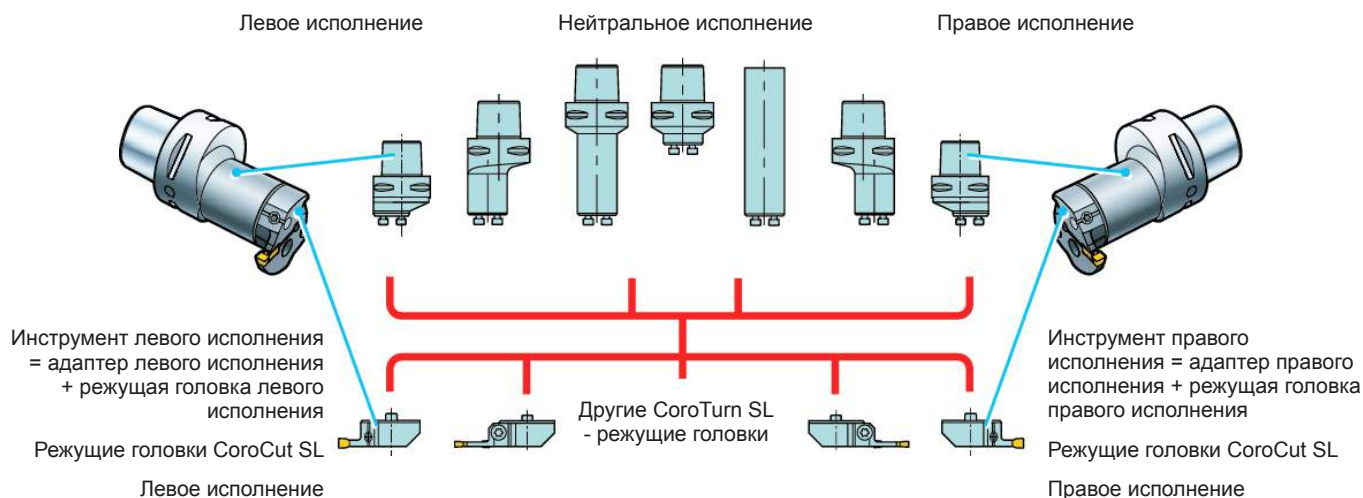
Система состоит из режущих головок для обработки радиальных и торцевых канавок, как для наружной, так и для внутренней обработки. Режущие головки для CoroCut и Q-Cut.

- CoroCut для радиальных и торцевых канавок
- CoroCut 3 для экономичной обработки неглубоких канавок
- CoroCut XS для высокоточных канавок
- Q-Cut 151.2 для глубоких канавок
- Q-Cut 151.3 для малых внутренних диаметров

Наружная обработка



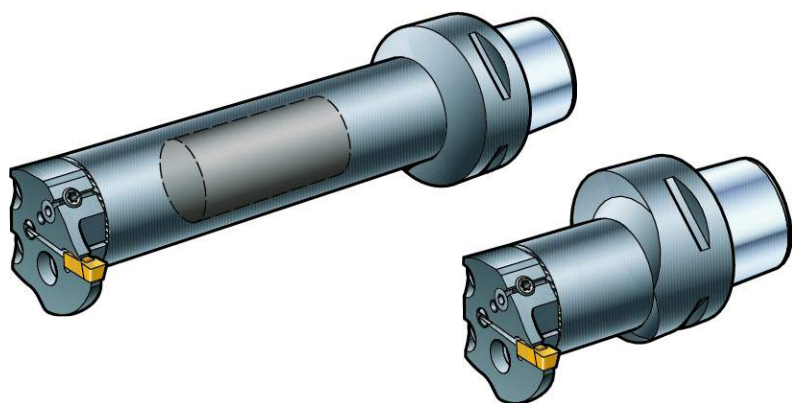
Внутренняя обработка



Система CoroCut SL включает адаптеры с углами 0°, 90° и 45° с Coromant Capto и державки прямоугольного сечения.

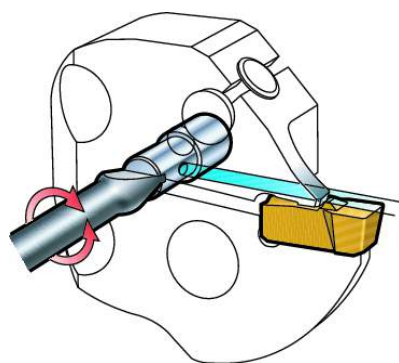
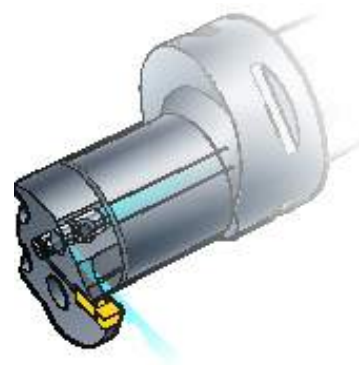
Отрезные пластины можно устанавливать на переходниках 570 как цельных стальных, так и на антивибрационных оправках.

С целью предотвращения вибраций всегда выбирайте оправку с минимальным вылетом.



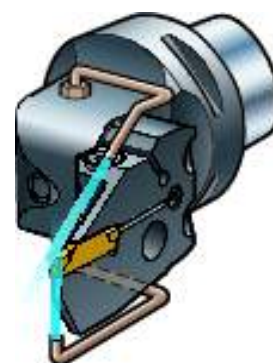
Подвод СОЖ – хорошая эвакуация стружки и повышенная стойкость

Головки имеют возможность направления струи охлаждающей жидкости непосредственно на режущую кромку. Возможен подвод дополнительного внешнего охлаждения, позволяющего омыwać пластину и сверху и снизу.

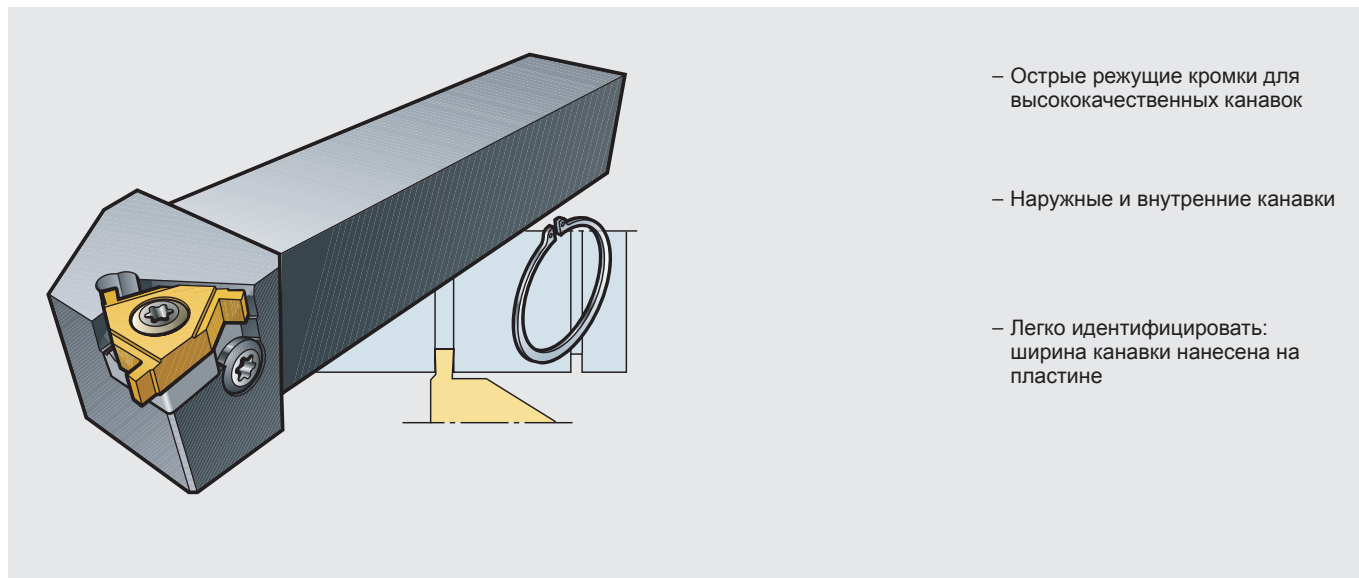


Режущие головки CoroCut SL и Q-Cut SL имеют встроенную трубку для подвода СОЖ. Трубка имеет боковое отверстие для направления СОЖ непосредственно на режущую кромку. Для замены трубки и регулировки направления потока СОЖ используйте отвертку.

Адаптеры Coromant Capto поставляются с заглушками сверху и снизу, которые можно удалить и заменить трубками для подвода СОЖ. Это может увеличить стойкость режущей пластины или делает возможным повысить скорость резания. Трубки для подвода СОЖ заказываются отдельно как запасные части. Подгонка трубок для СОЖ (сделанных из меди) выполняется индивидуально.



T-Max U-Lock® 154.0



– Острые режущие кромки для высококачественных канавок

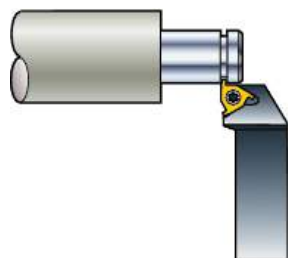
– Наружные и внутренние канавки

– Легко идентифицировать: ширина канавки нанесена на пластине

Область применения

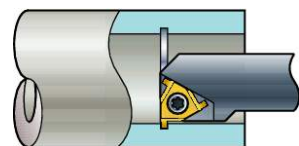
Наружная обработка канавки под стопорное кольцо

B 23

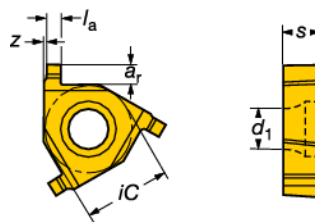


Внутренняя обработка канавки под стопорное кольцо

B 23



Ширина пластины, l_a , мм	Макс. глубина резания, a_r , мм	Глубина стопорного кольца, мм	
1.10	0.7	0,5	11
1.10	0.7	0,5	16
1.30	1.6	0,9	16
1.60	1.85	1,2	16
1.85	1.85	1,4	16
2.15	1.85	1,7	16
1.85	2.2	1,4	22
2.15	2.2	1,7	22
2.65	2.2	1,9	22
3.15	2.2	2,0	22
4.15	2.6	2,9	22



Рекомендации по выбору марки сплава

Универсальные марки сплавов

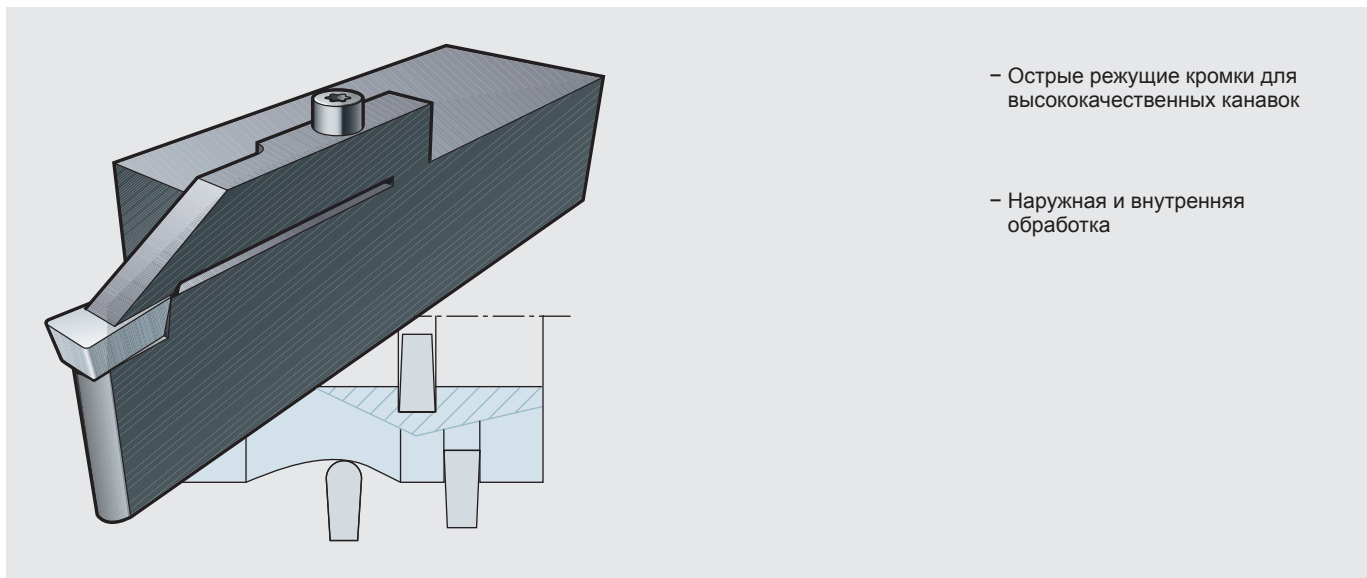
ISO



GC1020

Универсальный сплав с покрытием PVD для обработки большинства материалов. Хорошая износостойкость и высокая острота режущих кромок. Небольшие подачи.

T-Max® керамика



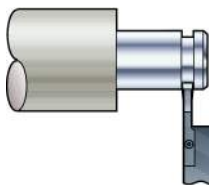
- Острые режущие кромки для высококачественных канавок
- Наружная и внутренняя обработка

Область применения

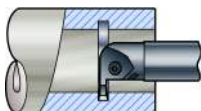
Профильная обработка



Обработка канавок



Внутренняя обработка



	Ширина пластины, l_a , мм	Размер гнезда ¹⁾
Обработка канавок	3.17	1
	4.75	2
	6.35	3
	7.93	4
	9.52	4
Профильная обработка	3.17	1
	4.75	2
	6.35	3

Рекомендации по выбору державки

Используйте державки с хвостовиком прямоугольного сечения или расточные оправки с винтовым зажимом, предназначенные для керамических пластин T-Max. Убедитесь, что размер гнезда на державке соответствует размеру пластины ¹⁾.

Рекомендации по выбору марки сплава

Жаропрочные сплавы и закаленные стали

ISO

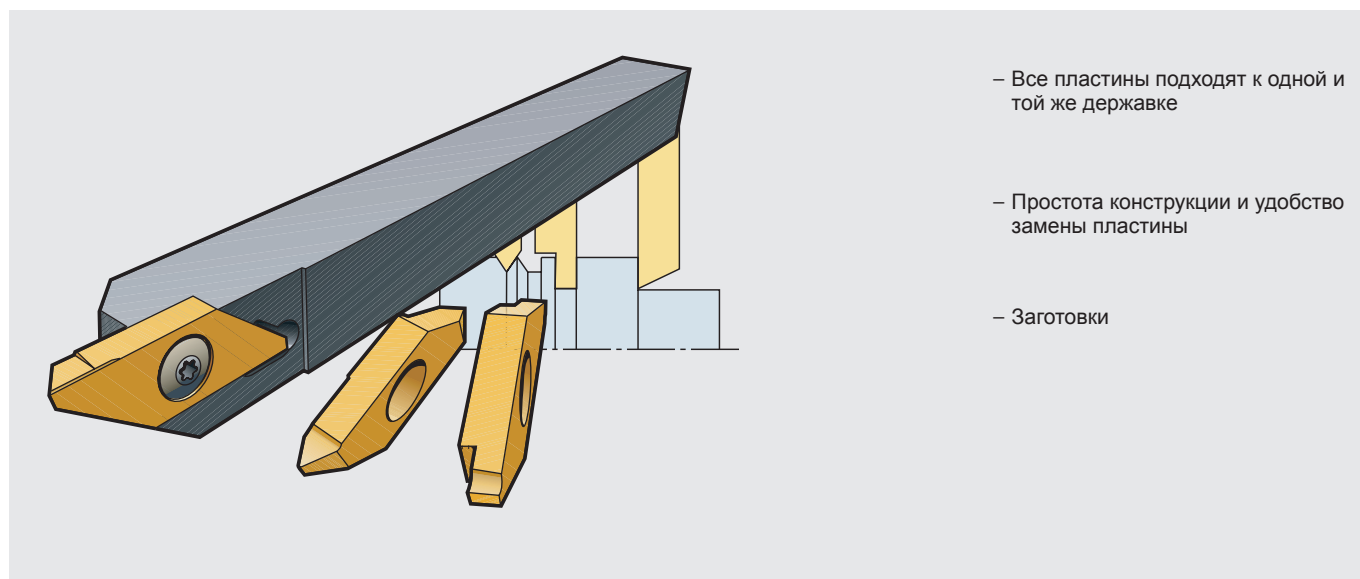


CC670

Керамика на основе карбида кремния, усиленная волокнами оксида алюминия. Рекомендуется для обработки жаропрочных сплавов и закаленных сталей.

А
 Точение
 В
 Отрезка и обработка канавок
 С
 Нарезание резьбы
 D
 Фрезерование
 E
 Сверление
 F
 Растачивание
 G
 Инструментальная оснастка
 H
 Материалы
 I
 Информация/указатель

CoroCut®XS



– Все пластины подходят к одной и той же державке

– Простота конструкции и удобство замены пластины

– Заготовки

Область применения

		Ширина пластины, l_a , мм	Макс. глубина резания, a_r , мм		
Стр. В 14	Отрезка	0.70	4.3		
		1.00	6.3		
		1.50	6.3		
		2.00	8.2		
		2.00	8.5		
		2.50	8.2		
Стр. В 19	Обработка канавок	0.50	1.3		
		0.75	2.5		
		1.00	2.7		
		1.25	2.7		
		1.50	3.7		
		1.75	3.7		
		2.00	3.7		
		2.50	3.7		
		Низкие подачи	MACR		
			MAGR		

Рекомендации по выбору державки

Все пластины подходят к державкам CoroCut XS с хвостовиком прямоугольного сечения. Доступны также для режущих головок CoroTurn SL. См. "Инструментальная оснастка/Оборудование", глава G.

Рекомендации по выбору марки сплава

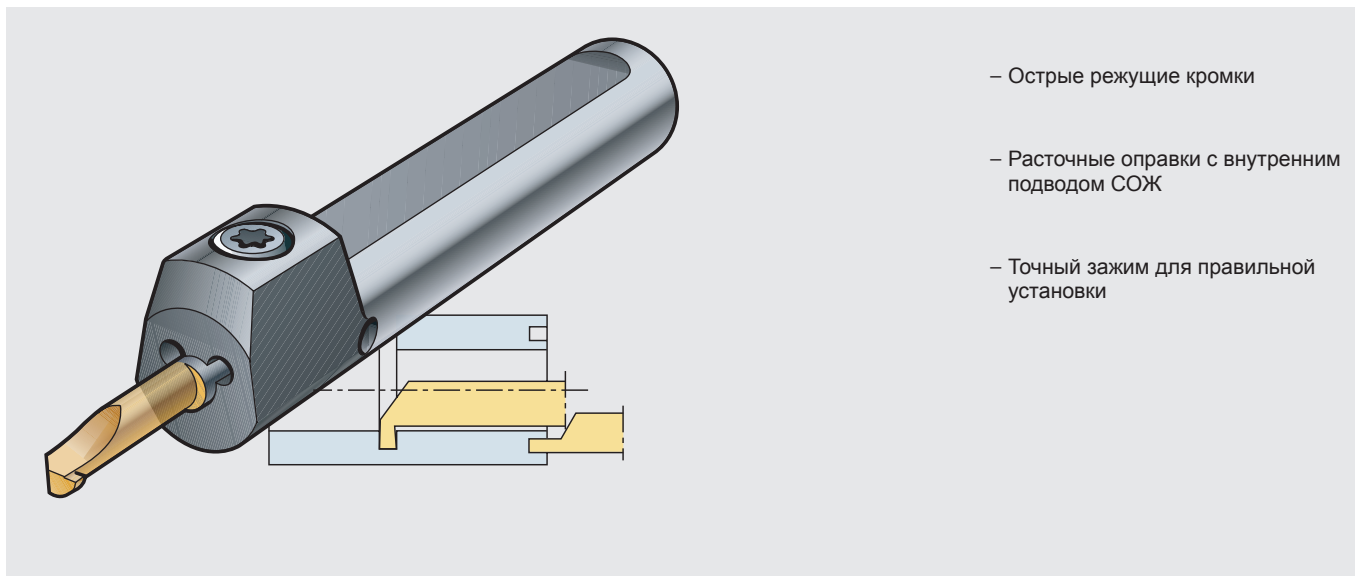
ISO



GC1025

Универсальный сплав для обработки большинства материалов. Тонкое покрытие обеспечивает остроту режущим кромкам. Скорости резания от малых до средних.

CoroTurn®XS



- Острые режущие кромки
- Расточные оправки с внутренним подводом СОЖ
- Точный зажим для правильной установки

Область применения

Стр.	Обработка канавок В 40	Обработка торцевых канавок В 40	Профильная обработка В 40	Обработка фаски под отрезку В 40
Низкие подачи	CXS-..G 	CXS-..F 	CXS-..R 	CXS-..GX

Рекомендации по выбору геометрии вставки

Размер вставки, мм



- 04 = 4 мм
- 05 = 5 мм
- 06 = 6 мм
- 07 = 7 мм

Тип операции

- G = Обработка канавок
- F = Обработка торцевых канавок
- R = Пластина полного радиуса для профильной обработки
- GX = Обработка фаски под отрезку

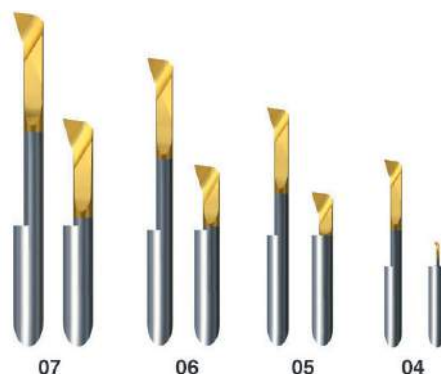
А
Точение
В
Отрезка и обработка канавок
С
Нарезание резьбы
D
Фрезерование
E
Сверление
F
Растачивание
G
Инструментальная оснастка
H
Материалы
I
Информация/указатель

CoroTurn®XS

Рекомендации по выбору державки

Инструментальная система CoroTurn XS имеет четыре размера вставок, предназначенных для отверстий различных диаметров. Имеется также ряд различных длин для специальных применений. Однако первым выбором всегда должен быть вылет самый короткий из возможных.

Резцовые вставки имеют внутренний подвод СОЖ.

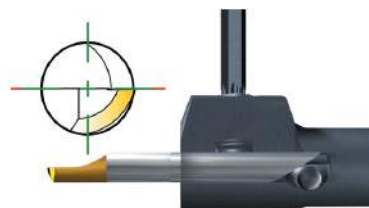


В ассортимент оправок CoroTurn XS входят державки с хвостовиками прямоугольного сечения для работы на станках-автоматах продольного точения, расточные оправки и Coromant Capto. Дополнительную информацию см. "Инструментальная оснастка/Оборудование", глава G.



Точность позиционирования

Резцовые вставки CoroTurn XS устанавливаются в оправку с высокой точностью, благодаря установочному штифту, который фиксирует режущую кромку точно по высоте оси центров.



Рекомендации по выбору марки сплава

ISO



GC1025

Универсальный сплав для большинства обрабатываемых материалов. Тонкое покрытие позволяет сохранить острыми режущие кромки.

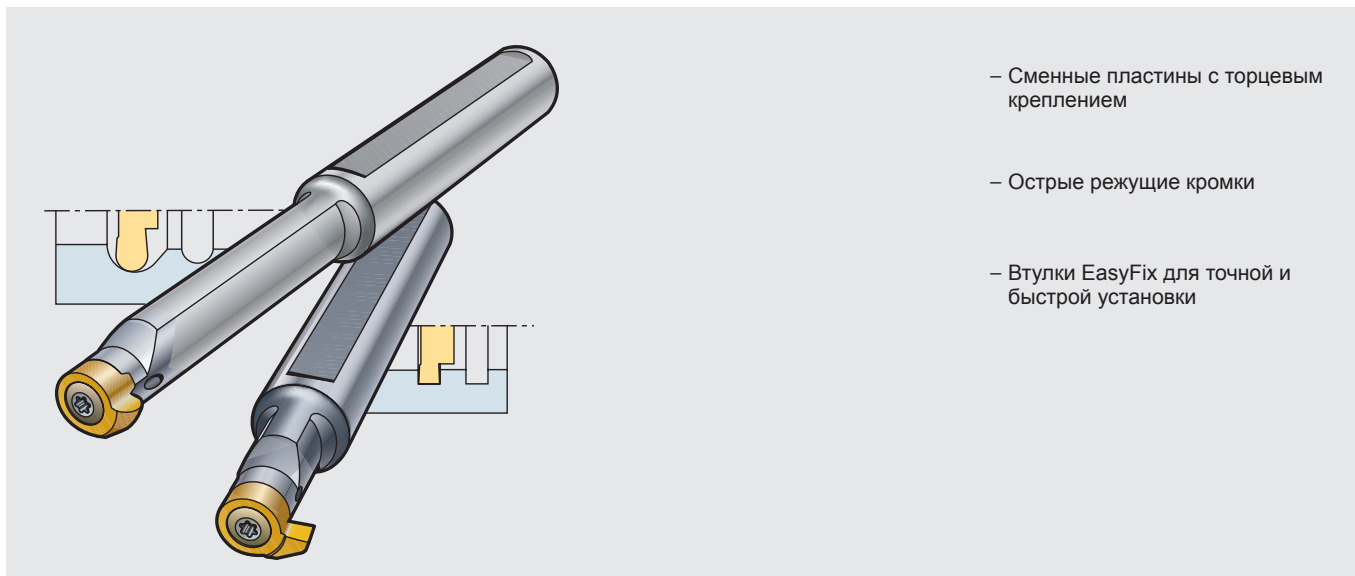
Скорости резания от малых до средних.

H10F

Твердый сплав без покрытия.

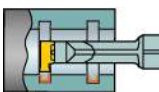


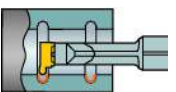

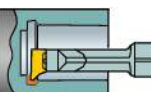

Высокая острота кромки для обработки алюминиевых сплавов и жаропрочных сплавов.

CoroCut® MB



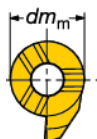
- Сменные пластины с торцевым креплением
- Острые режущие кромки
- Втулки EasyFix для точной и быстрой установки

Область применения

Стр.	Обработка канавок B 40	Обработка торцевых канавок B 40	Профильная обработка B 40	Обработка фаски под отрезку B 40
Низкие подачи	 MB-07G MB-09G 	 MB-09FA MB-09FB 	 MB-07R MB-09R 	 MB-07GX 

Рекомендации по выбору геометрии пластины

Размер пластины, мм



07 = 7 мм, мин. отверстие \varnothing 10 мм
 09 = 9 мм, мин. отверстие \varnothing 14 мм

Тип операции

- G = Обработка канавок
- FA = Обработка торцевых канавок, исполнение А
- FB = Обработка торцевых канавок, исполнение В
- R = Пластина полного радиуса для профильной обработки
- GX = Обработка фаски под отрезку

А
 Точение
 В
 Отрезка и обработка канавок
 С
 Нарезание резьбы
 D
 Фрезерование
 E
 Сверление
 F
 Растачивание
 G
 Инструментальная оснастка
 H
 Материалы
 I
 Информация/указатель

CoroCut®MB

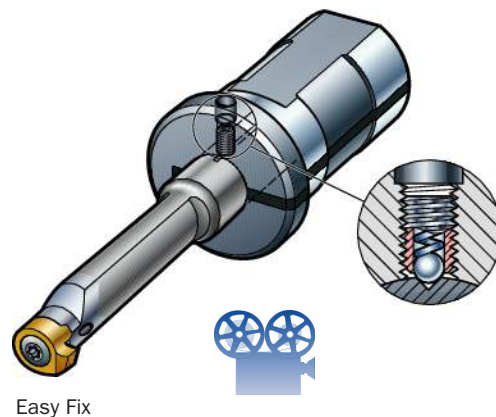
Рекомендации по выбору державки

Два исполнения державок:

- Стальные оправки с хвостовиком для вылета до 3 x D.
- Твердосплавные хвостовики для вылета до 5,5 x D.

Обе конструкции имеют отверстия для подачи СОЖ.

Используйте втулки EasyFix для быстрой и точной установки режущей кромки по высоте оси центров. Дополнительную информацию см. в "Основном каталоге".



Рекомендации по выбору марки сплава

ISO



GC1025

Универсальный сплав для большинства обрабатываемых материалов. Тонкое покрытие позволяет сохранить острыми режущие кромки.

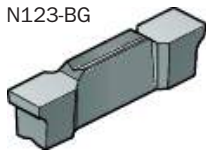
Скорости резания от малых до средних.

Дополнительные возможности

Заготовки

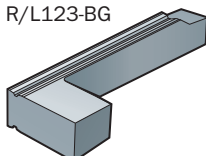
CoroCut® 1- и 2-лезвийные

N123-BG



CoroCut 2-лезвийная заготовка для большинства материалов.

R/L123-BG

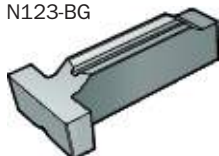


CoroCut 1-лезвийная заготовка под 90° для большинства материалов.

R/L123-BG

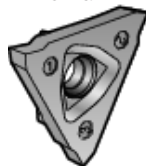


N123-BG



CoroCut® 3-лезвийные

N123-BG

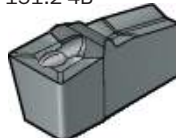


H10F

Твердый сплав без покрытия. Высокая острота кромки для обработки алюминиевых и жаропрочных сплавов.

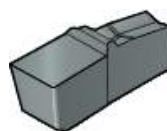
T-Max Q-Cut® 151.2

151.2-4B



Канавочная пластина для большинства материалов.

151.2-3B



Альтернативная канавочная пластина для большинства материалов. Больше, чем 4B.

CoroCut® XS

MAXR/L



H10F

Твердый сплав без покрытия. Высокая острота кромки для обработки алюминиевых и жаропрочных сплавов.

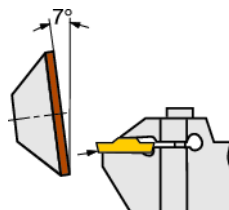
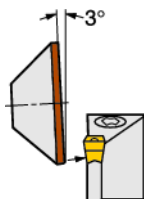
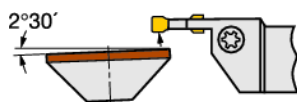
Изготовление специальных пластин из стандартных заготовок шлифованием

Зернистость: US Mesh 170-240 (75–55 мкм).

Связка: металлическая

Концентрация: 75–100

Рекомендуемые углы заточки канавочных пластин показаны на эскизах ниже.



Tailor Made

Нередко в производстве встречаются специальные канавки, соответствующие особым требованиям по форме и размеру. Используя Tailor Made можно добиться значительного повышения производительности и обработать канавки, которые невозможно сделать стандартным инструментом.

Мы изменим пластины и державки таким образом, чтобы они полностью соответствовали специфическим требованиям вашей детали.

Свяжитесь с вашим региональным представителем Sandvik Coromant, и он в кратчайшие сроки предоставит вам полное коммерческое предложение с ценой и сроком поставки.

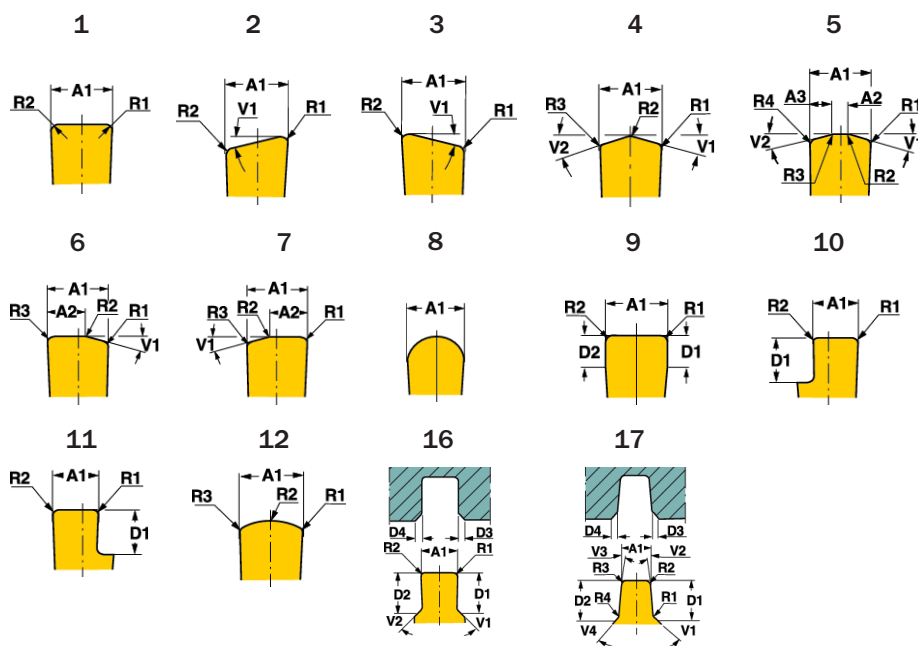
При обработке канавок в массовом производстве или в случае, когда канавка имеет одну из самых распространенных форм с двумя фасками (вариант 16), то использование пластин Tailor Made снизит время обработки до 50%.



Пластины

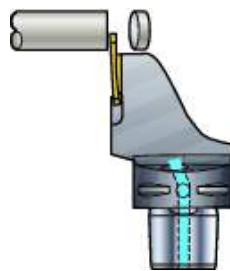
Для пластины необходимо выбирать вариант формы (см. ниже) и размеры в соответствии с "Основным каталогом".

Варианты формы пластины



Державки

Как обычные державки, так и Coromant Capto имеются в различных вариантах и для различных применений.

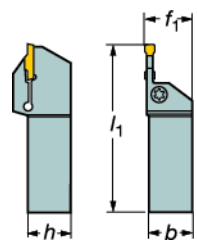


Инструменты CoroCut и T-MAX Q-Cut для отрезки и обработки канавок

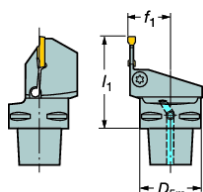
Тип державки

Возможные варианты

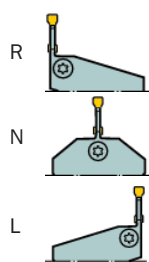
Державки с хвостовиком



Coromant Capto



Конструкция инструмента

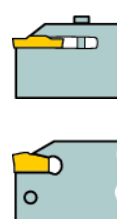


Тип державки

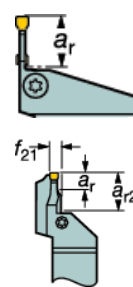


Tailor Made

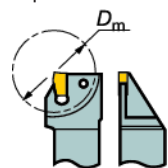
Система крепления



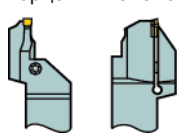
Ограничения станка



Усиленное исполнение для отрезки



Усиленное исполнение для торцевых канавок



Тип корпусной вставки



Угол при контурной обработке

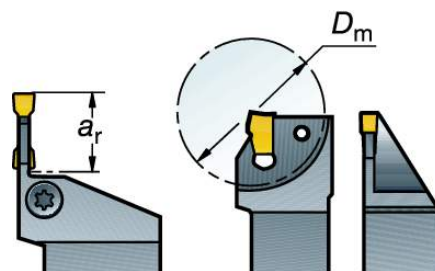


Практические рекомендации

Отрезка прутков

Державки, изготовленные по Tailor Made, с оптимизированным размером a_r , позволяют использовать более высокие режимы резания и увеличивают стойкость инструмента.

Усиленные отрезные лезвия, с оптимизированным вылетом, соответствующим диаметру отрезаемой детали, позволяют применять более высокие режимы резания и увеличивают стойкость инструмента при отрезке, что повышает производительность данной операции.



Специальные инструменты

Для еще более сложных инструментов наш отдел по проектированию и изготовлению специального инструмента может создавать пластины и державки, удовлетворяющие любым специальным требованиям.

Свяжитесь с вашим региональным Sandvik Coromant для получения более подробной информации..



Информация о сплавах

В семейство CoroCut входит множество различных марок твердых сплавов, для всех типов обрабатываемых материалов. От очень износостойкого GC3115 до самого прочного на рынке сплава GC2145.

Представлены также пластины со вставками из кубического нитрида бора (CB7015) и поликристаллического алмаза CD10).

Применение		Прочность	Первый выбор	Износостойкость
Отрезка прутков	P	GC2135	GC1125	GC4225
	M	GC1145	GC2135	GC1125
	K	GC1125	GC4225	GC3115
Отрезка труб	P	GC2135	GC1125	GC4225
	M	GC2135	GC1125	GC1105
	K	GC1125	GC4225	GC3115
Точение	P	GC1125	GC4225	GC3115
	M	GC2135	GC1125	GC1105
	K	GC4225	GC3115	
	N	H13A	GC1005	CD10
	S	GC1125	GC1105	S05F
	H		CB7015	
Профильная обработка	P	GC1125	GC4225	GC3115
	M	GC2135	GC1125	GC1105
	K	GC1125	GC4225	GC3115
	N	GC1005	GC1005	CD10
	S	GC1125	GC1105	S05F
	H		CB7015	
Обработка канавок	P	GC1125	GC4225	GC3115
	M	GC2135	GC1125	GC1105
	K	GC4225	GC3115	H13A
	N	GC1125	GC1005	CD10
	S	GC1125	GC1105	
	H		CB7015	
Обработка торцевых канавок	P	GC2135	GC1125	GC4225
	M	GC1145	GC2135	GC1125
	K	GC1125	GC4225	GC3115
	N	GC1125	GC1005	CD10
	S	GC2135	GC1125	GC1105
	H		CB7015	
Обработка выборок	P		GC1125	
	M		GC1125	
	K		GC1125	
	N		H13A	
	S		H13A	

Эти марки сплавов предназначены для самых сложных случаев обработки канавок и отрезки.

Сплавы

GC3115

- На базе твердой подложки, покрытие MT-CVD со слоем TiCN-Al₂O₃.
- Марка с высокой износостойкостью для нарезания канавок и точения при стабильных условиях.
- Эффективна также для твердых сталей.
- Высокие скорости резания.

GC4225 – первый выбор для чугуна

- На базе твердой подложки, полученной градиентным спеканием, с покрытием MT-CVD со слоем TiCN-Al₂O₃-TiN (черно-желтая).
- Универсальная марка для ISO-P и ISO-K с превосходным сочетанием высокой износостойкости и хорошей надежности кромки. Следует использовать для канавочных, токарных и отрезных операций при стабильных условиях.
- Скорости резания от средних до высоких.

GC1125 – универсальная марка

- Мелкозернистая подложка, покрытие PVD со слоем TiAlN.
- Превосходная разносторонняя марка для всех областей ISO. Первый выбор для отрезания труб, канавочных и токарных операций, хорошо работает по низкоуглеродистым сталям и другим наволакивающимся материалам.
- Скорости резания от малых до средних.
- Если вы отрезаете до центра по нержавеющей стали, используйте GC2135.

GC2135 – первый выбор для нержавеющей стали

- Марка с покрытием MT-CVD со слоем TiCN-Al₂O₃-TiN.
- Марка для операций, требующих прочности, таких как отрезание до центра и прерывистое резание.
- Скорости резания от малых до средних.

P ISO P = Сталь

M ISO M = Нержавеющая сталь

K ISO K = Чугун

N ISO N = Цветные металлы

S ISO S = Жаростойкие суперсплавы

H ISO H = Материалы высокой твердости

GC1145

- Самая прочная подложка на рынке, покрытие PVD со слоем TiAlN.
- Для операций, требующих особо высокой прочности, таких как прерывистое резание и отрезка до центра по нержавеющей стали.
- Малые скорости резания.

S05F

- С покрытием MT-CVD, слой TiCN-Al₂O₃-TiN на подложке из мелкозернистого карбида. Для обработки, от обдирки до чистовой обработки, материалов HRSA.

GC1005

- Мелкозернистая карбидовая подложка, покрытие PVD со слоем TiAlN.
- Наиболее подходит для черновой обработки алюминия.

H10

- Твердосплавная марка без покрытия.
- Хорошая острота кромки для обработки алюминиевых сплавов и жаростойких суперсплавов (HRSA).

Марка H13A – первый выбор для цветных металлов

- Твердосплавная марка без покрытия.
- Хорошая износостойкость и прочность в сочетании с остротой кромки.
- Следует использовать для цветных металлов и титановых сплавов.

GC1105 – первый выбор для HRSA

- Мелкозернистая карбидная подложка, покрытие PVD со слоем TiN-TiAlN.
- Износостойкая марка в сочетании с острыми кромками. Следует использовать для чистовой обработки с жесткими допусками по HRSA и нержавеющей стали.

CD10 – первый выбор для чистовой обработки алюминия

- Марка с поликристаллическим алмазом (PCD).
- Чрезвычайно износостойкая марка, дающая очень хорошую чистоту поверхности. Следует использовать только для цветных металлов.

CB7015 - первый выбор для закаленных материалов

- Высококачественный композит с кубическим нитридом бора для закаленных сталей.
- Подходит как для непрерывного, так и прерывистого резания.

Рекомендации по скорости резания см. в "Основном каталоге".

CB20

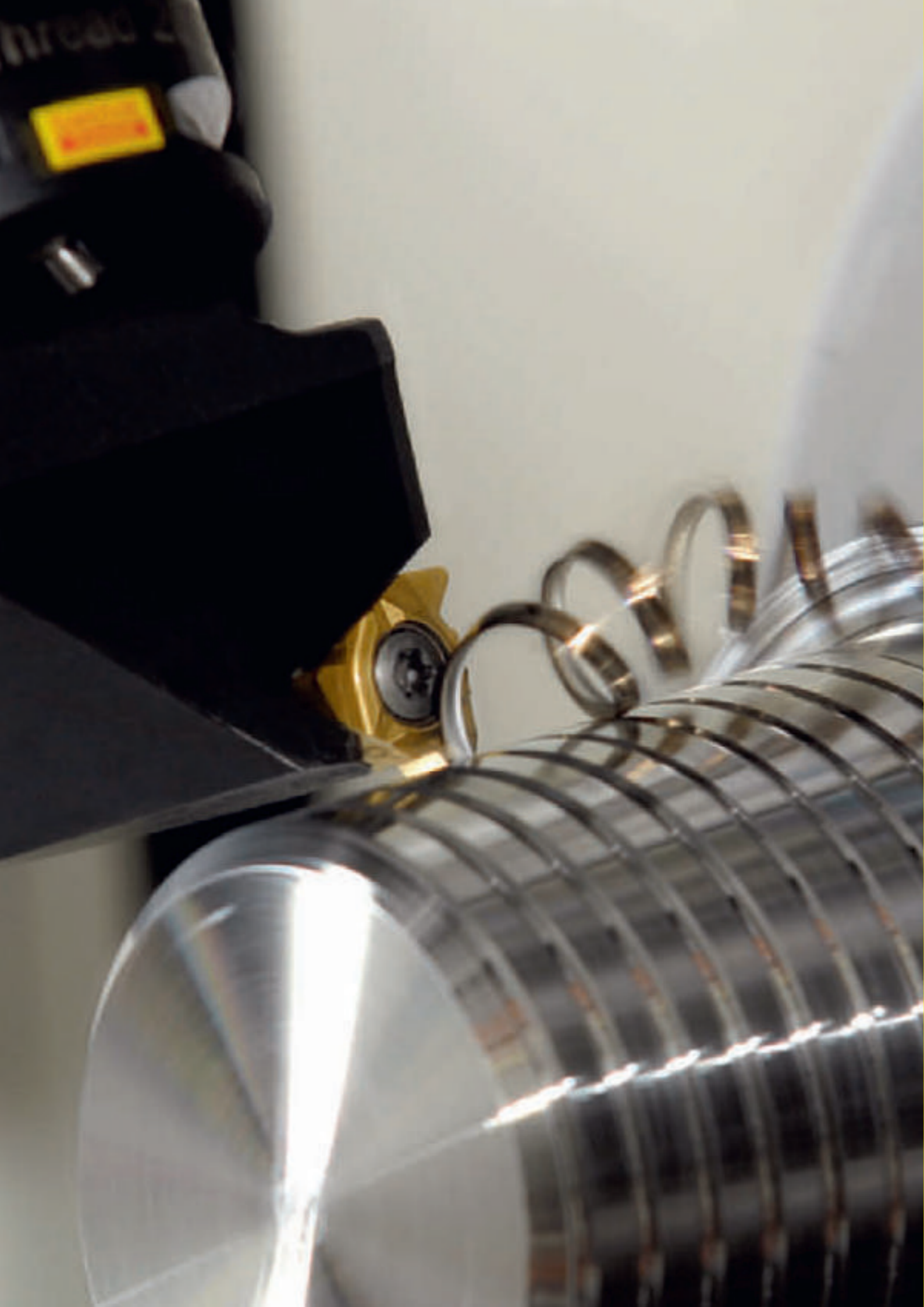
- Марка с кубическим нитридом бора (CBN).
- Износостойкая марка. Следует применять для обработки закаленных материалов с ограниченной подачей и глубиной резания. Устраняет операции шлифовки.

GC1020

- Хорошая разносторонняя марка с покрытием PVD для всех материалов. Хорошая износостойкость и острота кромок. - Малые подачи.

GC1025

- Мелкозернистая подложка, покрытие PVD со слоем TiAlN.
- Превосходная разносторонняя марка для всех областей ISO. Тонкое покрытие позволяет выполнять острые кромки.
- Скорости резания от малых до средних.



НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ

Введение С 2

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

Основные положения С 3

Резьбонарезание: точение или фрезерование С 8

Нарезание резьбы точением
– основные рекомендации С 10

Наружная резьба С 22

Внутренняя резьба С 28

Решение проблем С 34



АССОРТИМЕНТ ИНСТРУМЕНТА

CoroThread™ 266 С 38

T-Max U-Lock® 166 С 41

T-Max Twin-Lock® С 43

CoroCut® XS С 44

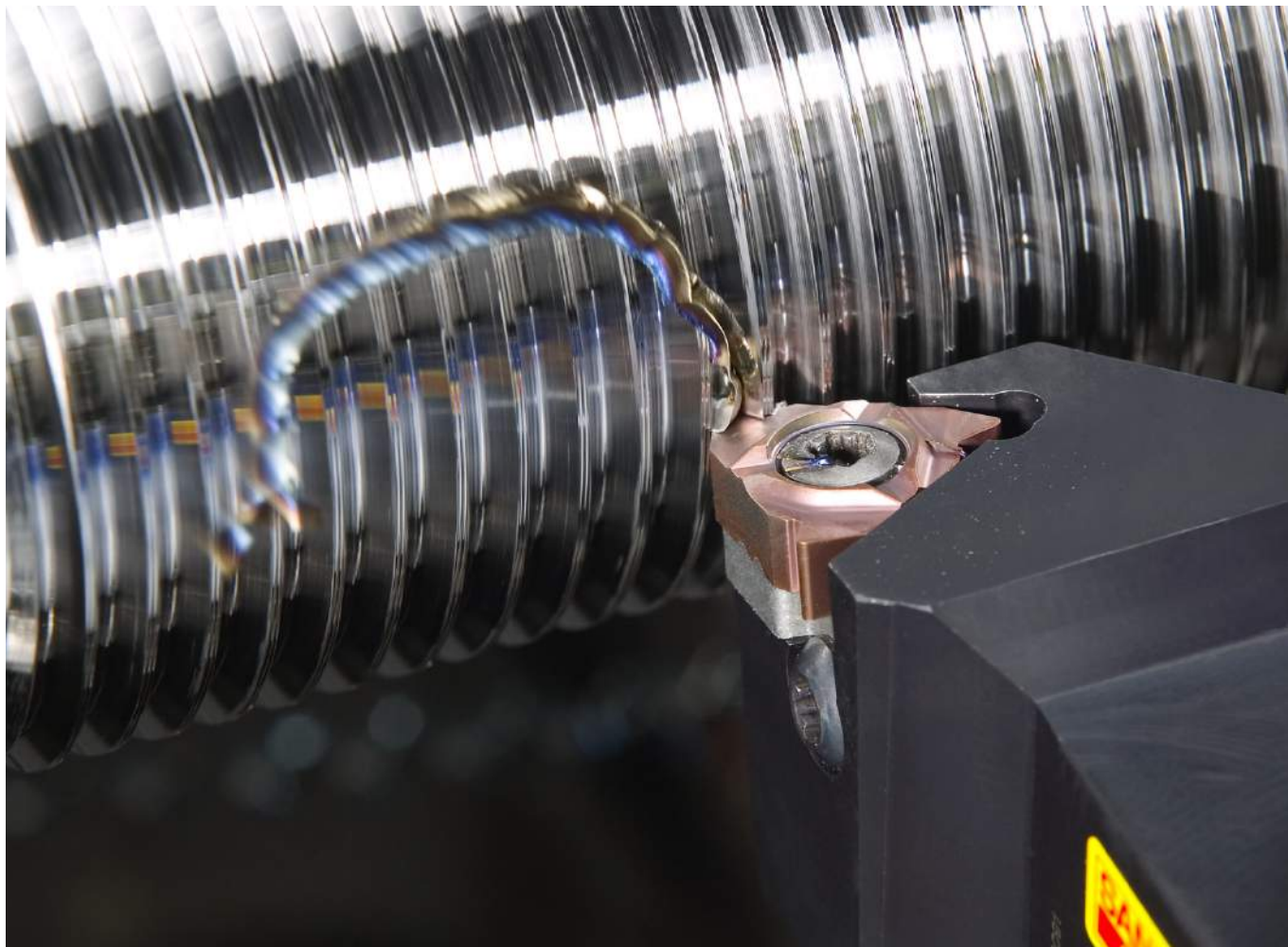
CoroCut® MB С 46

CoroTurn® XS С 48

Дополнительные возможности С 50

Информация о сплавах С 51

Резьбофрезерование D 95



Введение

Ассортимент продукции Sandvik Coromant включает большое число инструмента для резьбонарезания, среди которого лидирующую позицию по широте и универсальности применения, безусловно, занимает система CoroThread 266. В ее основе лежит ультра жесткая система закрепления пластин i-Lock, которая обеспечивает стабильно высокое качество резьб и производительность обработки. Модульная система CoroThread SL нацелена на сокращение номенклатуры используемого инструмента. Для обработки мелкогабаритных деталей существуют такие инструментальные системы как CoroTurn XS, CoroCut XS и CoroCut MB.

Альтернативным вариантом получения резьбы является резьбофрезерование, для чего существуют специально разработанные фрезы семейства CoroMill Plura и 327/328, предоставляющие возможности, как для внутренней, так и для наружной обработки.

Тенденции

Оборудование и методы обработки

- Растущие требования по качеству и стабильности параметров резьбы определяют повышенный интерес и потребность в резьбовом инструменте нового поколения, таком как сверхжесткий CoroThread 266.
- Многоцелевые станки и современные системы ЧПУ. Широкое распространение резьбофрезерования как дополнительного метода изготовления резьбы.

Обрабатываемые детали и материалы

- Увеличивается число деталей, эксплуатируемых в агрессивных средах. В связи с этим, среди обрабатываемых материалов все чаще встречаются высоколегированные, высокопрочные и нержавеющие стали. Инструмент CoroThread 266 в сочетании со сплавами нового поколения полностью удовлетворяют условиям обработки данных групп материалов.

Методы получения резьбы

Методы получения резьбы

Основными способами изготовления резьб посредством твердосплавного инструмента можно назвать точение и фрезерование. Основные определения параметров резьб приведены на стр. С6.

Нарезание резьбы точением

Получение резьбы токарным инструментом наиболее применяемый метод обработки. Поэтому ассортимент предлагаемого нами инструмента в этой области чрезвычайно разнообразен. Он включает такие системы как CoroThread 266, CoroTurn XS, CoroCut XS и MB, системы T-Max U-Lock и Twin-Lock. Основные рекомендации по выбору системы инструмента, режущих и опорных пластин, геометрии пластины, способа врезания и т.п. приведены на стр. С9. Там вы сможете подобрать инструмент, как для внутренней, так и для наружной резьбы.

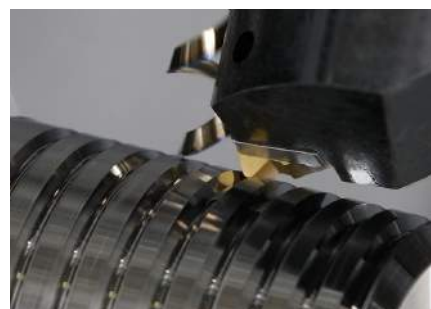
- **Наружное резьбонарезание**
Конкретные рекомендации относительно выбора инструмента для наружной резьбы и выбор оптимального метода обработки представлены на стр. С22.
- **Внутреннее резьбонарезание**
Конкретные рекомендации, касающиеся выбора инструмента для получения наружной резьбы, и выбор оптимального метода обработки представлены на стр. С28.

Резьбофрезерование

В отдельных случаях хорошей альтернативой токарному инструменту для получения резьбы выступает фреза. Предлагаемый нами в этой области инструмент вы найдете на стр. С8. Твердосплавные фрезы CoroMill Plug и CoroMill 327 и 328 имеют оптимизированные для резьбонарезания геометрии и представлены в разделе “ Фрезерование “, глава D.

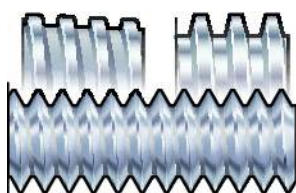
Таблица резьб

Сверла для получения отверстий под резьбу, токарный и фрезерный инструмент для различных профилей и типоразмеров резьб см. в разделе “Информация/Указатель”, глава I.

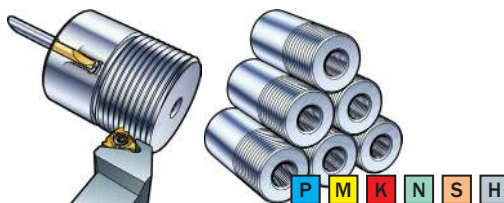


Выбор метода

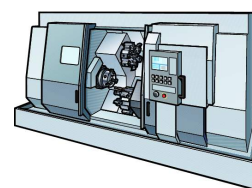
Для выбора оптимального метода обработки и инструмента следует принимать во внимание три параметра:



1. Профиль резьбы



2. Материал заготовки, форму и серийность партии



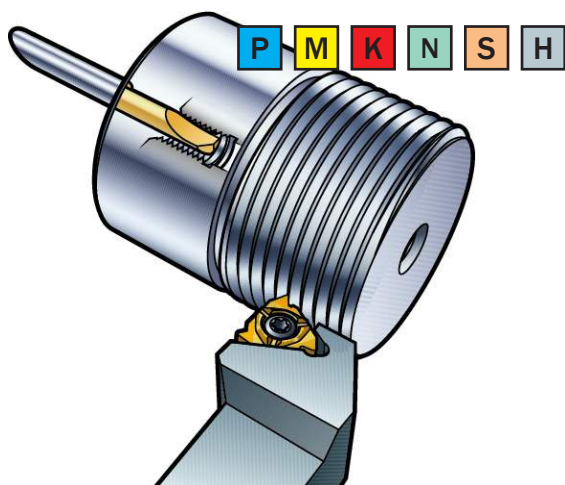
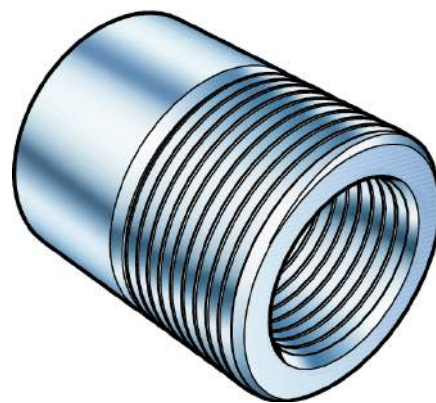
3. Характеристики оборудования

Исходные данные

1. Особенности операции – тип резьбы

Проанализируйте основные размерные параметры резьбы и требования по качеству поверхности:

- наружная или внутренняя резьба
- профиль резьбы (метрич., UN и т.п.)
- шаг резьбы
- правая или левая резьба
- число заходов
- допуск (профиль, средний диаметр)



2. Деталь

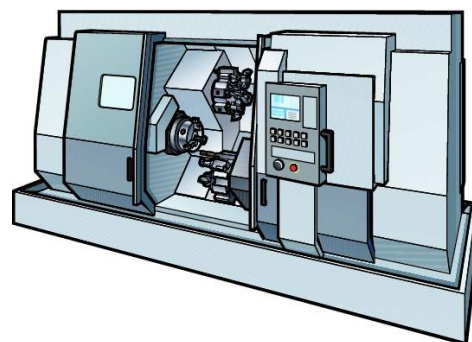
Проанализировав параметры резьбы, пора взглянуть на деталь в целом:

- Можно ли надежно закрепить деталь?
- Оцените характеристики материала по стружкообразованию.
- Размер партии. Массовое производство оправдывает применение оптимизированного инструмента для обеспечения максимальной производительности.
- Однозаходная или многозаходная резьба.

3. Станок

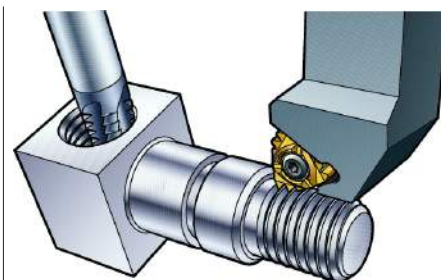
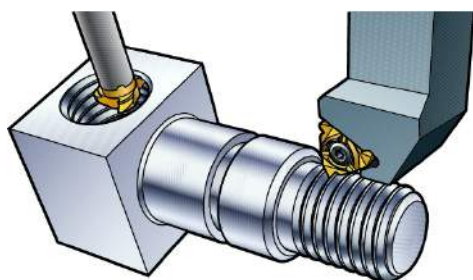
Наконец, некоторые важные соображения в отношении станка:

- Жесткость, мощность и крутящий момент; особенно важно при обработке больших диаметров
- Закрепление детали
- Расположение инструмента (перевернутое положение упрощает эвакуацию стружки)
- Цикл резьбонарезания должен быть простым для программирования
- Возможность подвода СОЖ



Выбор метода – пример

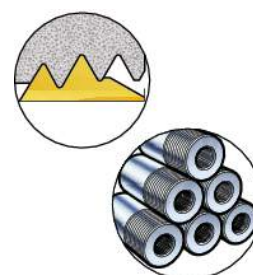
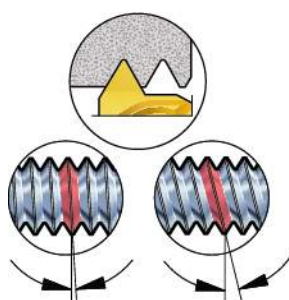
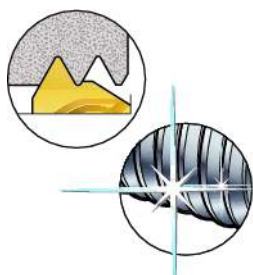
Три основных метода нарезания резьбы



Пластины с полным профилем

Пластины с неполным профилем

Многозубые пластины



Преимущества

- Полностью формируют профиль резьбы. Обеспечивается точная высота резьбы и радиусы при вершине и впадине, что гарантирует требуемую прочность резьбы.
- Высокая производительность из-за отсутствия дополнительных операций.

Недостатки

- Для каждого конкретного шага и профиля требуется отдельная пластина.

Преимущества

- Одна пластина может быть использована для определенного диапазона шагов.

Недостатки

- После операции резьбонарезания необходимо снимать заусенцы с вершин профиля.

Преимущества

- Требуется меньшее количество проходов.

Недостатки

- Необходимо больше места для выхода пластины из резания.
- Должна быть обеспечена высокая жесткость системы СПИД, так как многозубые пластины создают большие усилия резания.
- Доступны только для наиболее распространенных профилей и шагов резьб.

Стабильно высокое качество резьбы

Минимальная номенклатура инструмента

Высокая производительность в массовом производстве

Основные определения

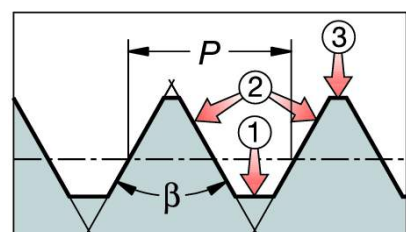
Что представляет собой резьба?

Резьба это винтовая нарезка, которая наносится по наружной или внутренней поверхности детали. По назначению резьбы подразделяют на следующие группы:

- Крепежные, предназначенные для скрепления деталей
- Крепежно-уплотняющие, служащие как для скрепления деталей, так и для предохранения от вытекания жидкостей
- Резьбы для передачи движения (в ходовых и грузовых винтах).

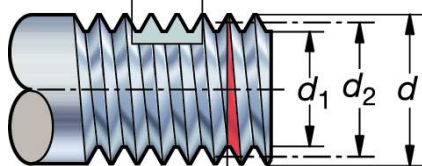
Профиль резьбы и его параметры

Геометрию резьбы определяет ее профиль, который, в свою очередь, характеризуют следующие параметры: диаметр (внутренний, средний и наружный), угол профиля, шаг и угол подъема винтовой линии резьбы.



Обозначения

1. Впадина – Поверхность, соединяющая две боковые стороны соседних зубьев.
2. Боковая сторона профиля – Поверхность, соединяющая вершину и впадину зуба.
3. Вершина – Поверхность, соединяющая две боковые стороны одного зуба.



P = Шаг, мм или ниток/дюйм

β = Угол профиля

φ = Угол подъема винтовой линии резьбы

d = Наружный диаметр наружной резьбы

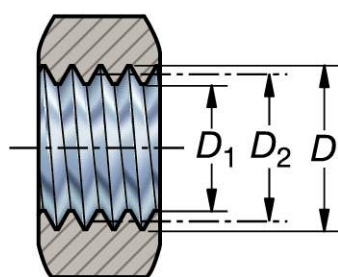
d_1 = Внутренний диаметр наружной резьбы

d_2 = Средний диаметр наружной резьбы

D = Наружный диаметр внутренней резьбы

D_1 = Внутренний диаметр внутренней резьбы

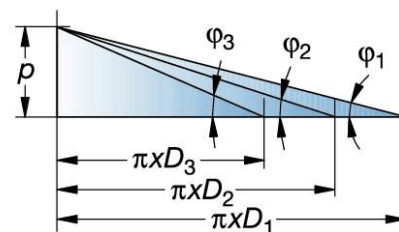
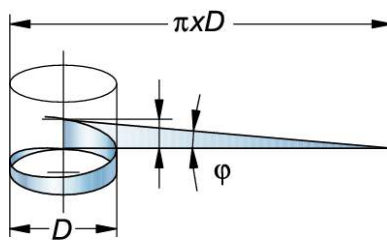
D_2 = Средний диаметр внутренней резьбы



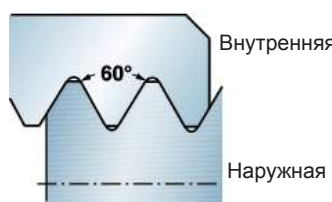
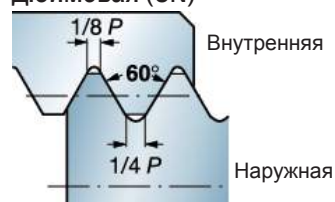
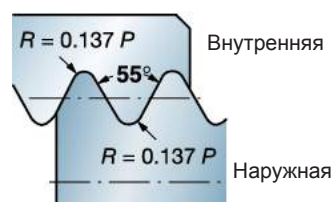
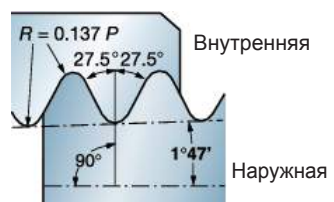
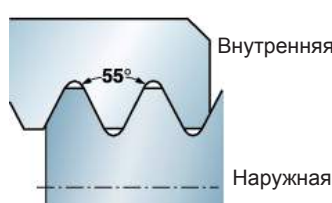
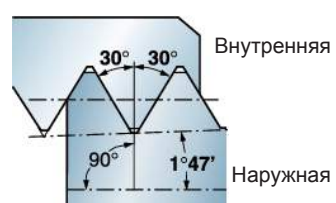
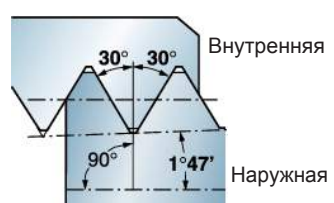
Средний диаметр резьбы, d_2 / D_2

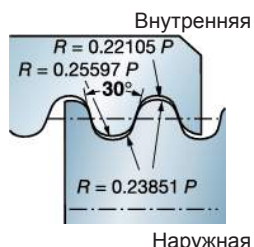
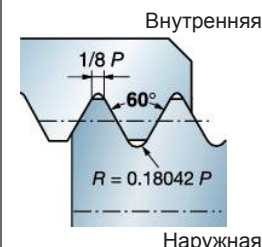
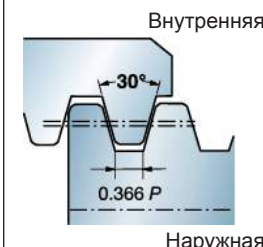
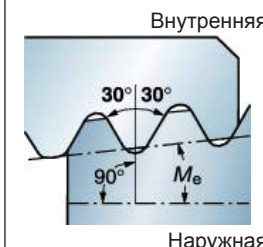

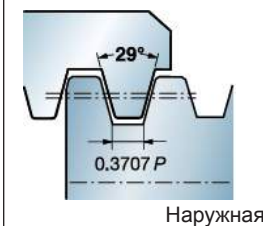
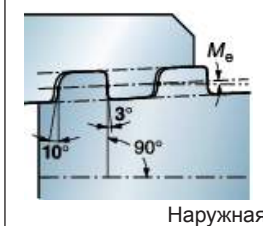
Эффективный диаметр резьбы, расположенный приблизительно посередине между наружным и внутренним диаметрами.

Основными характеристиками резьбы являются диаметр (d, D) и шаг (P), равный расстоянию между одноименными сторонами соседних профилей, измеренному в направлении оси резьбы. Соотношение параметров резьбы можно представить в виде развертки прямоугольного треугольника с детали.



Распространенные профили резьб

Резьбы общего назначения для различных отраслей промышленности	Резьбы общего назначения для различных отраслей промышленности	Фитинги и газо-, водо-, канализационная арматура	Резьбовые соединения труб в паро-, газо- и водопроводах
<p>V-профиль 60°</p>  <p>Внутренняя Наружная</p>	<p>Метрическая (ММ) Дюймовая (UN)</p>  <p>Внутренняя Наружная</p>	<p>Whitworth (WH)</p>  <p>Внутренняя Наружная</p>	<p>BSPT (PT)</p>  <p>Внутренняя Наружная</p>
<p>V-профиль 55°</p>  <p>Внутренняя Наружная</p>		<p>NPT (NT)</p>  <p>Внутренняя Наружная</p>	<p>NPTF (NF)</p>  <p>Внутренняя Наружная</p>

Трубные соединения пищевой промышленности и взрыво- и искробезопасные соединения	Резьбовые соединения аэрокосмической промышленности	Трапецидальная резьба ходовых винтов	Резьбы нефтяной и газовой промышленности	
<p>Круглая (RN)</p>  <p>Внутренняя Наружная</p>	<p>MJ UNJ (NJ)</p>  <p>Внутренняя Наружная</p>	<p>Трапецидальная (TR)</p>  <p>Внутренняя Наружная</p>	<p>API 60° V-0.038R, V-0.040 V-0.050</p>  <p>Внутренняя Наружная</p>	<p>API Круглая 60° (RD)</p>  <p>Внутренняя Наружная</p>
		<p>ACME (AC) STUB-ACME (SA)</p>  <p>Внутренняя Наружная</p>	<p>API Buttress (BU)</p>  <p>Внутренняя Наружная</p>	

А
Точение
В
Отрезка и обработка канавок
С
Нарезание резьбы
D
Фрезерование
E
Сверление
F
Расширение
G
Инструментальная оснастка
H
Материалы
I
Информация/Указатель

Резьбонарезание: точение или фрезерование

Точение резьбы

- Как правило, самый производительный метод получения резьбы.
- Возможно получение большинства профилей резьб.
- Наиболее простой и изученный метод обработки.
- Хорошее качество обработанной поверхности.
- Возможно нарезание резьбы в глубоких отверстиях с использованием antivибрационных оправок.

Резьбофрезерование

- Прерывистое резание исключает проблемы со стружкодроблением, что актуально для вязких материалов.
- Изготовление резьбы на невращающихся деталях.
- Низкие усилия резания позволяют работать с большими вылетами и обрабатывать тонкостенные детали.
- Возможность нарезать резьбу вплотную к уступу или дну отверстия.

Нарезание резьбы точением

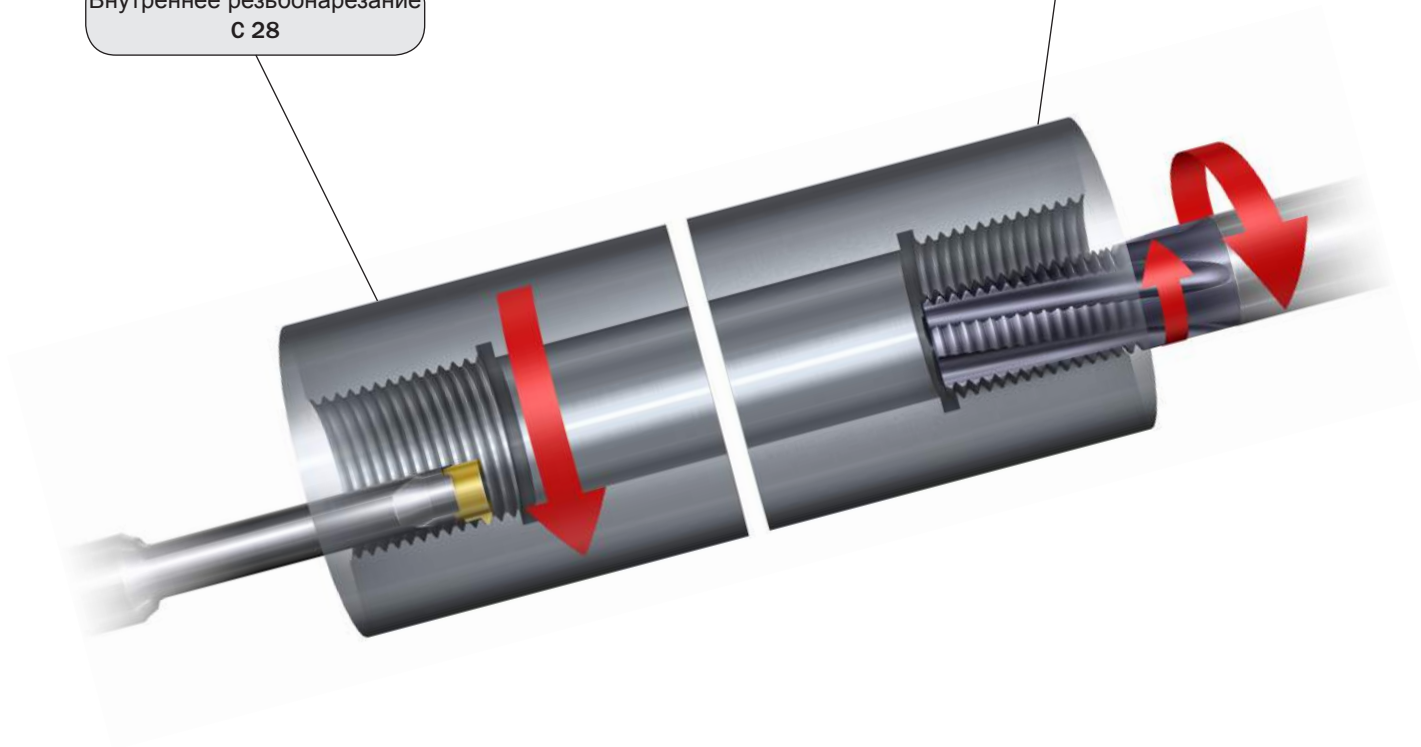
Основные рекомендации с 9

Наружное резьбонарезание с 22

Внутреннее резьбонарезание с 28

Резьбофрезерование

См. раздел "Фрезерование", глава D.



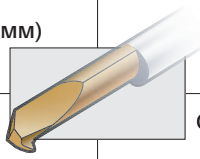
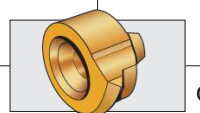
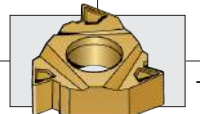

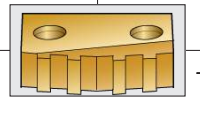
Точение резьбы – Основные рекомендации

Резьбонарезание это распространенная операция, выполняемая с высокой степенью производительности на станках с ЧПУ, в основном с использованием инструмента со сменными твердосплавными пластинами, среди которого первым выбором является CoroThread 266. Пластины могут иметь различный профиль резьбы, например, метрический, UN, Whitworth и др.

Величина подачи является ключевым фактором при нарезании резьбы. Она должна соответствовать шагу резьбы, расстоянию между соседними вершинами профиля. Существуют специальные управляющие программы для станков с ЧПУ, которые обеспечивают согласование шага резьбы и величины подачи на оборот.

Обзор программы резьбового инструмента



		Min диаметр отв. (мм)		Шаг	
		4		CoroTurn® XS	0.5 – 2 мм 32 – 18 НИТОК/ дюйм
Шаг	0.2 – 2 мм	10		CoroCut® MB	0.5 – 2.5 мм 32 – 11 НИТОК/ дюйм
		12		T-Max U-Lock 166®	0.5 – 2 мм 32 – 14 НИТОК/ дюйм
	0.5 – 3 мм 32 – 8 НИТОК/ дюйм	25		CoroThread™ 266	0.5 – 8 мм 32 – 3 НИТОК/ дюйм
	0.5 – 8 мм 32 – 3 НИТОК/ дюйм	60		T-Max Twin-Lock®	10 – 5 НИТОК/ дюйм
	10 – 5 НИТОК/ дюйм				

Системы крепления пластин

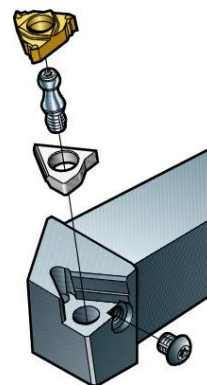
CoroThread™ 266

Инструмент нового поколения. Сверхжесткая система крепления пластины предупреждает любые ее перемещения в базовом гнезде резца. Такой эффект обеспечивается за счет уникальной формы базовых поверхностей, имеющих специальные выступы для крепления пластины.



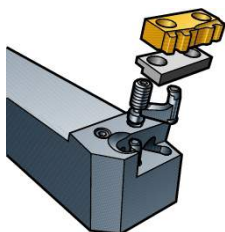
T-Max U-Lock® 166

Существует три системы крепления пластин. Первый наиболее распространенный вариант – крепление пластины быстросменным винтом (166.4). Также есть державки с креплением режущей пластины клином для нарезания наружной резьбы в стесненных условиях. И еще один возможный вариант – крепление винтом T-Max U.



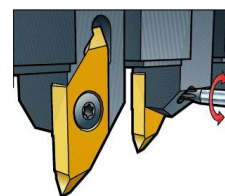
T-Max Twin-Lock®

Инструмент для резьб нефтяного и газового сортамента. Применяется в отраслях, связанных с добычей и переработкой нефти и нефтепродуктов, в частности производстве обсадных и обжимных труб и трубных соединений с большой пропускной способностью. Крепление пластин - прижим рычагом за отверстие.



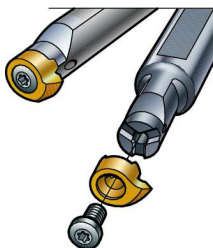
CoroCut® XS

Инструмент CoroCut XS предназначен для наружной резьбы. Крепление пластины винтом можно производить с любой стороны державки при помощи ключа Torx Plus.



CoroCut® MB

Инструмент CoroCut MB предназначен для изготовления внутренней резьбы. Жесткое торцевое крепление пластин гарантирует высокую надежность и стабильность обработки. Дополнительное преимущество обеспечивает эксцентричная головка мини оправок, имеющая овальное сечение.



CoroTurn® XS

Система CoroTurn XS разработана для внутренней обработки. Резцовые вставки позиционируются в оправке с высокой точностью, благодаря установочному штифту. Характерной особенностью данного инструмента является стабильно точное положение режущей кромки по высоте центров станка.



Выбор геометрии пластины

Геометрия A



- Скругленная режущая кромка
- Полный профиль и V-профиль
- Высокая универсальность применения
- Высокая предсказуемая стойкость
- Первый выбор для большинства материалов и типов операций
- Надежность режущей кромки

Геометрия F



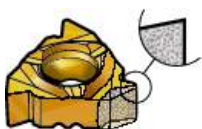
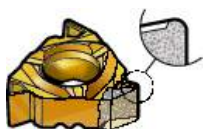
- Острая режущая кромка
- Рекомендуется для вязких или закаленных материалов
- Отсутствие налипания на режущую кромку при обработке вязких материалов и материалов, склонных к упрочнению в процессе резания
- Невысокие усилия резания и хорошее качество поверхности
- Пониженное наростообразование

Геометрия C



- Стружколомающая геометрия
- Наилучшее стружкодробление и минимальный контроль над этим процессом
- Оптимизирована для низкоуглеродистых и низколегированных сталей
- Используется только при модифицированном боковом врезании с углом врезания около 1°.

CoroThread™ 266



T-Max U-Lock® 166



T-Max Twin-Lock®



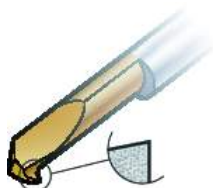
CoroCut® XS



CoroCut® MB

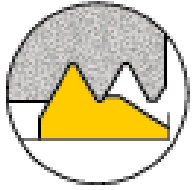


CoroTurn® XS



Типы резьбовых пластин

В программе Sandvik Coromant три типа резьбовых пластин. Выбор типа пластины зависит от технических и экономических требований к конкретной операции и наличию необходимого профиля резьбы.



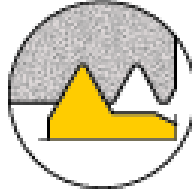
Полный профиль

Высокопроизводительное нарезание резьбы
Пластины этого типа применяются наиболее часто. Они полностью формируют профиль резьбы от внутреннего до наружного диаметра, при этом:

- обеспечивается точная высота резьбы и радиусы при вершине и впадине профиля, что гарантирует требуемую прочность резьбы;
- не требуется точная предварительная обработка диаметра под резьбу, а после операции резьбонарезания нет необходимости в снятии заусенцев;
- припуск на диаметр под резьбу должен быть 0,03-0,07 мм. Пластина обрабатывает вершину профиля резьбы;
- для каждого конкретного шага и профиля требуется отдельная пластина.

При обработке материалов, склонных к поверхностному упрочнению резанием, таких как нержавеющие стали, не следует выбирать слишком малые глубины врезания:

- пластины с полным профилем обычно имеют больший радиус при вершине, чем пластины с V-профилем, поэтому при работе с ними требуется несколько проходов.



V-профиль
– 60° и 55°

Резьбонарезание при минимальной номенклатуре инструмента

Пластины такого типа не обрабатывают вершину профиля резьбы, и поэтому необходимо точно обрабатывать диаметр прутка или отверстия перед изготовлением резьбы, при этом:

- одна пластина может быть использована для некоторого диапазона шагов при условии, что угол подъема резьб одинаковый;
- уменьшается количество пластин, хранящихся на складе;
- универсальное применение пластины с радиусом при вершине, ориентированным на наименьший шаг резьбы, ведет к уменьшению стойкости инструмента, так как каждому профилю резьбы должен соответствовать свой радиус пластины.



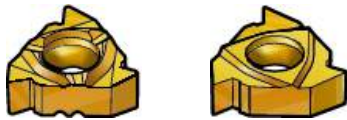
Многозубые пластины

Высокопроизводительное нарезание резьбы в массовом производстве

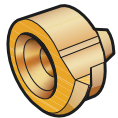
Пластины работают аналогично пластинам с полным профилем, но имеют два или более зубьев:

- уменьшение числа проходов ведет к увеличению стойкости инструмента, повышению производительности обработки и сокращению расходов;
- производительность повышается в два раза, если пластина имеет два зуба и в 3 раза, если – три;
- необходимо больше места для выхода пластины из зоны резания, поскольку больше длина рабочей части;
- должна быть обеспечена высокая жесткость системы СПИД, так как многозубые пластины создают большие усилия резания;
- доступно только для наиболее распространенных профилей и шагов резьб;
- следует строго придерживаться рекомендаций по глубине врезания. Впадина, формирующая окончательный профиль, должна доходить до конца резьбы.

CoroThread™ 266 и
T-Max U-Lock® 166



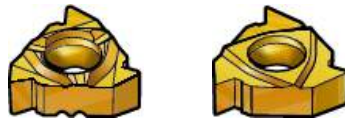
CoroCut® MB



CoroTurn® XS



CoroThread™ 266 и
T-Max U-Lock® 166



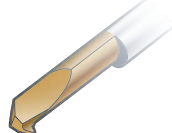
CoroCut® XS



CoroCut® MB



CoroTurn® XS



CoroThread™ 266 и
T-Max U-Lock® 166



T-Max Twin-Lock®



Выбор способа врезания

Три способа врезания - радиальное, боковое одностороннее и боковое двустороннее

При резьбонарезании есть несколько вариантов разделения припуска и врезания на новую глубину. Все они в итоге приводят к одному, но идут к этому по-разному. Методы различаются по стружкообразованию, механизму износа пластины и качеству обработанной поверхности. Выбор способа врезания зависит от типа оборудования, обрабатываемого материала, геометрии пластин и шага нарезаемой резьбы.

Одностороннее боковое врезание

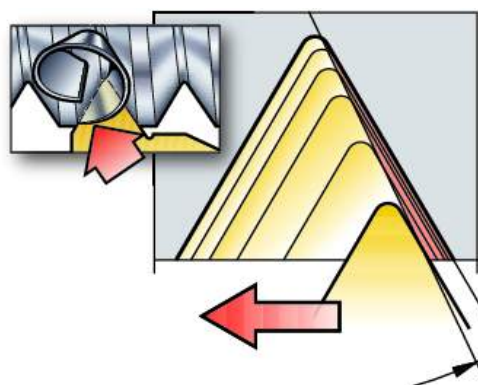
Формирование стружки как при точении

- Процесс резания напоминает обычное точение.
- Метод характеризуется минимальными вибрациями при обработке крупных резьб.
- Пластина врезается в заготовку под углом меньшим, чем угол профиля резьбы.
- На вершине пластины образуется меньшее количество тепла.
- Высокая надежность процесса обработки.

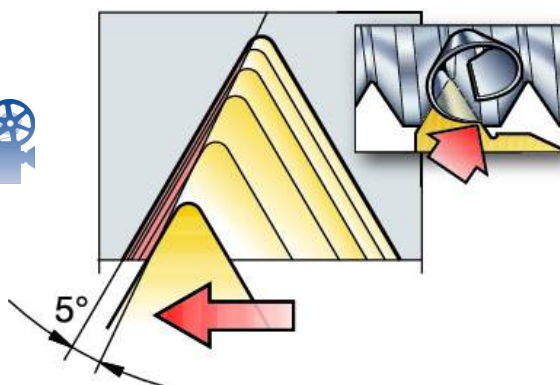
Геометрии пластин

- Для пластин геометрии С одностороннее боковое врезание с углом врезания 1° является единственно возможным способом.
- Пластины с универсальной геометрией и геометрией F должны врезаться под углом $3-5^\circ$.

Одностороннее боковое врезание



Обратное одностороннее боковое врезание (специально для внутренней резьбы)



Направление подачи

Величину осевого перемещения между врезаниями можно подсчитать по формуле: $0,5 \times$ значение радиальной подачи (a_p) для профиля резьбы 60° . Для угла 55° величина осевого перемещения равна $0,42 \times$ значение радиальной подачи. Это позволяет получить угол врезания на 5° меньше половины угла профиля резьбы.

Двустороннее боковое врезание

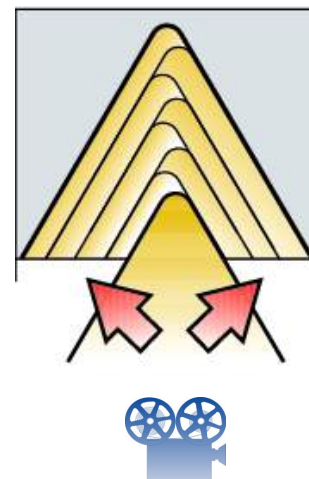
Первый выбор для обработки резьб с большим шагом

- Направление врезания изменяется для каждого последующего прохода, что способствует равномерному износу пластины.
- Черновую обработку резьбы крупного профиля рекомендуется производить стандартным токарным инструментом. А уже чистовые проходы выполнять резьбовой пластиной.
- Равномерный износ и высокая стойкость инструмента.
- В основном использовать для резьб с крупным шагом.

Недостатки

- Требуется специальное программное обеспечение и точной настройки.

Могут использоваться все геометрии: универсальная, геометрия F и C.



Радиальное врезание

Традиционный способ врезания

- Наиболее распространенный метод, а зачастую и единственно возможный, при нарезании резьбы на многих станках.
- Стружка формируется обеими сторонами режущего зуба в виде буквы V.
- Процесс износа протекает равномерно по всей длине режущей кромки.
- Метод наиболее предпочтителен для нарезания мелких резьб (с шагом < 1,5 мм).
- Первый выбор для материалов, упрочняемых обработкой, таких как нержавеющие аустенитные стали.
- Рекомендации по величине врезания приведены в таблицах.

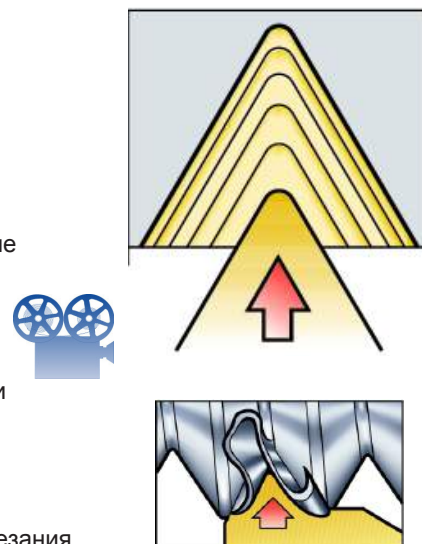
Недостатки

- Существует риск возникновения вибраций и трудностей с эвакуацией стружки при нарезании резьб с крупным шагом.

Геометрии пластин

- Могут использоваться универсальная геометрия и геометрия F.

Обратите внимание: геометрия С не подходит для работы методом радиального врезания.



Глубина врезания за проход

Глубину врезания для каждого прохода можно назначить двумя разными способами, выбор которых не зависит от принятого метода врезания (одностороннее боковое, двустороннее боковое или радиальное врезание).

1. Постоянная площадь сечения стружки

Данный способ становится все более популярным для станков нового поколения и в большинстве случаев обеспечивает максимальную производительность обработки. В зависимости от высоты профиля резьбы задается довольно большая начальная глубина врезания, которая постепенно уменьшается до 0.09 – 0.02 мм. При этом пластина испытывает равномерный износ, что благоприятно сказывается на ее стойкости.

2. Постоянная глубина врезания

Данный способ может использоваться в качестве альтернативного в случае возникновения проблем со стружкодроблением. Толщина стружки в этом случае остается постоянной. Как правило, при обработке с постоянной глубиной врезания требуется большее количество проходов. Начальное значение глубины врезания должно быть 0.12 – 0.18 мм. Конкретное значение зависит от глубины последнего прохода, которая не должна быть меньше 0.08 мм.

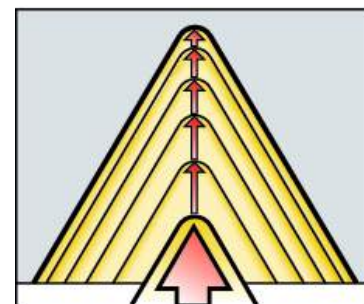
Например:

Наружная метрическая ISO резьба с шагом 2.0 мм.

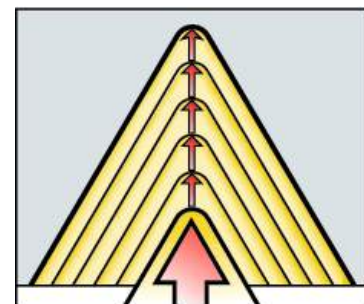
Общая глубина врезания 1.28. Соответственно $1.28 - 0.08 = 1.20$ мм или $10 \times (0.12 \text{ мм}) + 1 \times (0.08) = 1.28$ мм.

Зачистной проход

Последний проход следует сделать без врезания. Его целью является устранение погрешностей, вызванных люфтами механизма станка. Но при этом могут возникнуть трудности со стружколоманием, что в свою очередь может повлечь за собой ухудшение качества поверхности и ускоренный износ пластины.



Обработка с постепенно уменьшаемой глубиной врезания - наиболее популярный способ



Нарезание резьбы с постоянной глубиной врезания

Выбор опорной пластины

Для осуществления процесса резбонарезания с высокой точностью и обеспечения стойкости инструмента необходимо сформировать при установке пластины два угла:

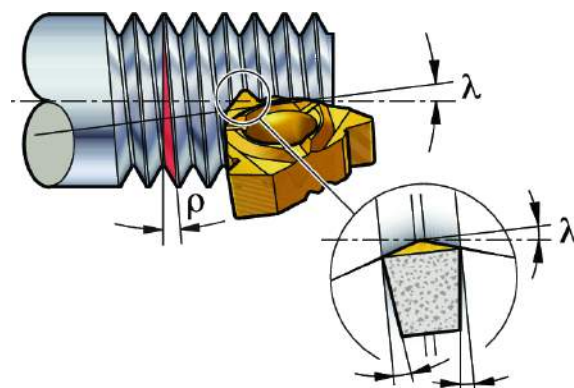
- Боковой задний угол
- Радиальный задний угол

Боковой задний угол

При нарезании резьбы очень важно обеспечить максимально возможный зазор между боковыми поверхностями режущей пластины и боковыми поверхностями профиля формируемой резьбы. При отсутствии этого зазора пластина будет «затирать» и ее стойкость будет очень низкой. Столь же низким будет и качество нарезаемой резьбы. Необходимо также стремиться к симметричности боковых задних углов, чтобы износ пластины был равномерным.

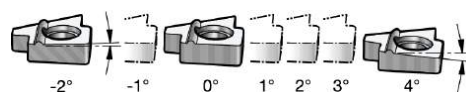
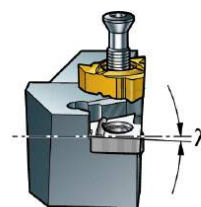
Выбор опорной пластины, обеспечивающей правильный боковой задний угол

- Подобрать нужную опорную пластину можно при заказе инструмента в «Основном каталоге».
- Угол наклона стандартной опорной пластины, входящей в комплект к державке, составляет + 1°.
- Доступны опорные пластины с углами наклона от – 2° до + 4° с дискретностью в 1°.



ρ = угол подъема резьбы λ = угол наклона режущей кромки

Необходимо обеспечить равенство угла наклона пластины и угла подъема резьбы.

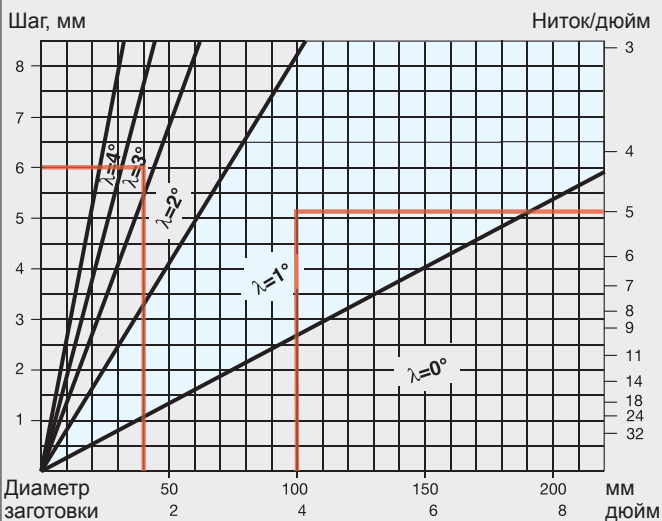


Величину бокового заднего угла можно варьировать при использовании опорных пластин с разными углами наклона.

Два альтернативных метода выбора опорной пластины:

- Воспользуйтесь диаграммой Выбор опорной пластины.
- Используйте формулу для вычисления угла наклона опорной пластины.

A. Зависимость угла наклона пластины от обрабатываемого диаметра и шага резьбы



B.

$$\tan \lambda = \frac{P}{d_2 \times \pi}$$

P = Шаг резьбы

d_2 = Средний диаметр резьбы

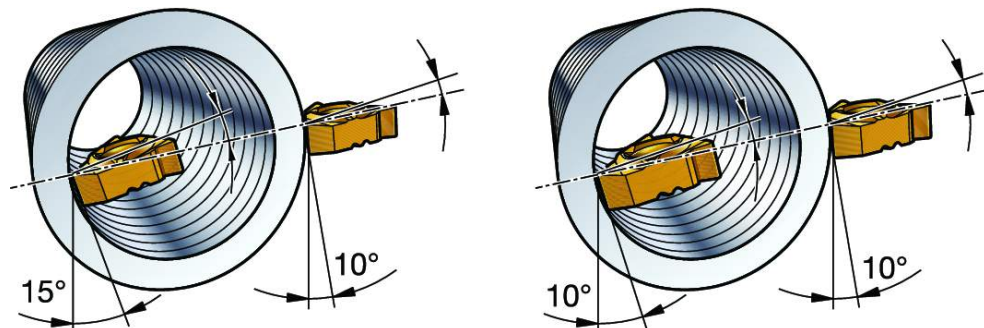
λ = Угол наклона пластины

Для получения резьбы с шагом 6 мм на заготовке диаметром 40 мм необходима опорная пластина с углом 3°. Для резьбы с шагом 5 ниток/дюйм на диаметре 4 дюйма – опорная пластина с углом 1°.

Радиальный задний угол

Для обеспечения требуемого радиального заднего угла пластину нужно наклонить на угол в 10° или 15° . Это обеспечивается наклоном державки.

Различные радиальные задние углы для наружного и внутреннего резьбонарезания:



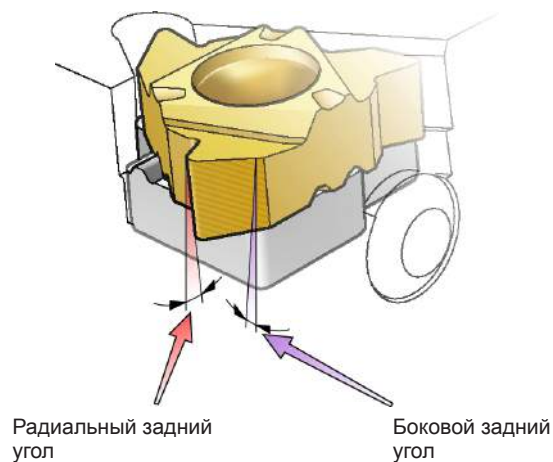
Пластины размером 11,16 и 22 мм

Пластины размером 27 мм

Радиальный задний угол

При условии выбора правильной опорной пластины – с углом наклона равным углу подъема резьбы – при обработке будет обеспечен следующий боковой задний угол:

Угол профиля резьбы	Радиальный задний угол (внутренний) 15°	Радиальный задний угол (наружный) 10°
	Боковой задний угол	Боковой задний угол
60° (MM, UN)	8°30'	6°
55° (WH)	7°	5°
30° (TR)	4°	2°30'
29° (AC, SA)	4°	2°30'
Buttress 10°/3°	2.6°/0.8°	1.8°/0.5°



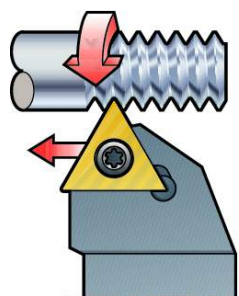
Радиальный задний угол

Боковой задний угол

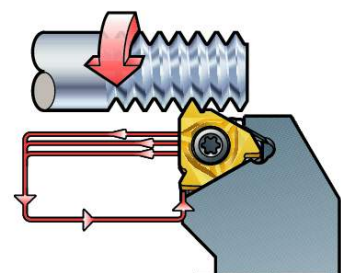
Практические советы

Повышение производительности обработки

- Повышение производительности и стойкости резьбового инструмента может быть достигнуто предварительной черновой обработкой резьбы. Для этой цели рекомендуется использовать инструмента CoroTurn TR или CoroTurn 107 с пластинами с углом 55° или 60°. А уже после этого выполнять чистовые проходы резьбовым инструментом.



Предварительная обработка инструментом CoroTurn 107



Чистовые проходы с CoroThread 266

- Использование пластин с полным профилем сокращает время обработки по сравнению с пластинами с неполным профилем. Нет необходимости в дополнительных операциях.

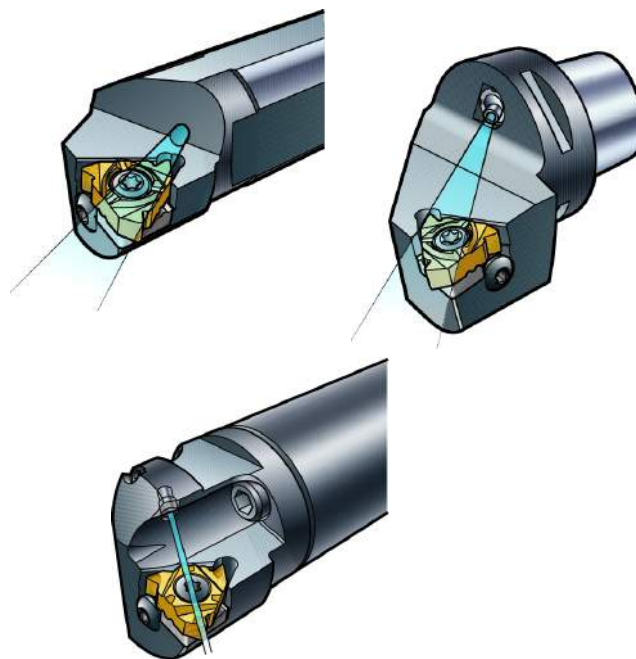
- Многозубые пластины выигрывают в производительности у полнопрофильных пластин, но они могут работать только в очень стабильных и жестких условиях и требуют дополнительного пространства для выхода пластины.

Применение СОЖ

Как и на других операциях при резьбонарезании СОЖ осуществляет свои главные функции. Удаление стружки из зоны резания, охлаждение и снижение трения. Ее использование влияет на качество обрабатываемой поверхности и на стойкость резьбового инструмента.

Рекомендации по организации подвода СОЖ:

- Используйте подвод СОЖ под высоким давлением (от 10 до 70 Бар).



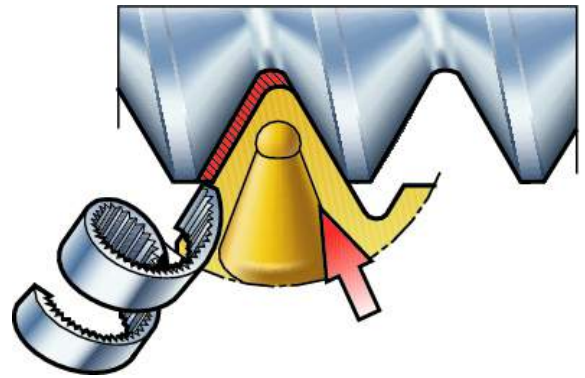
Охлаждение с инструментом системы НР

Для обеспечения оптимального контроля над стружкодроблением рекомендуется использовать инструмент с системой подачи СОЖ под высоким давлением НР.

Стружкодробление при нарезании резьбы

Стружколомание является очень важным аспектом при нарезании резьбы на станках автоматах, когда отсутствует непрерывный контроль человека над операцией. Сливная стружка может наматываться на движущиеся части станка, повреждать уже обработанные поверхности или застревать в конвейере.

С точки зрения стружколомания наиболее предпочтительным выглядит метод одностороннего бокового врезания, при котором резьбонарезание становится похожим на обычное точение. Процесс полностью контролируется, стружка ломается и нигде не застревает, обеспечивается высокое качество обработки и предсказуемая стойкость режущей кромки. В качестве рекомендуемой геометрии пластины выступает геометрия С.



Геометрия С симметрична и может быть использована для одностороннего бокового врезания вдоль любой стороны профиля. Угол врезания должен быть около 1° .

Безвибрационная обработка

Основные правила:

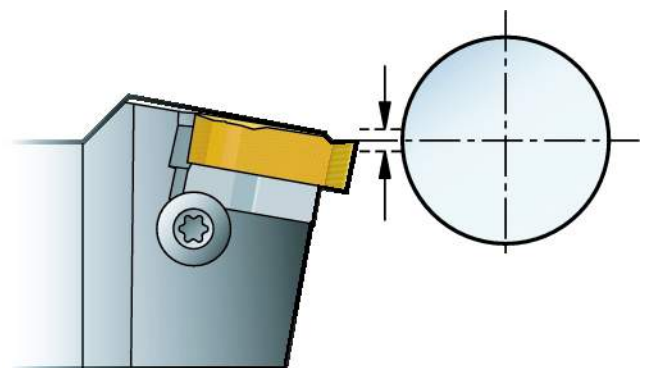
- минимизируйте вылет инструмента
- используйте антивибрационные или демпфирующие оправки
- выбирайте сверхжесткий инструмент CoroThread 266
- используйте одностороннее боковое врезание
- правильно назначайте количество проходов и глубину врезания за проход.

Настройка инструмента

Во избежание риска возникновения вибраций и для обеспечения перпендикулярности режущей кромки и поверхности резания необходимо:

- Выставлять резец точно по высоте центров станка.

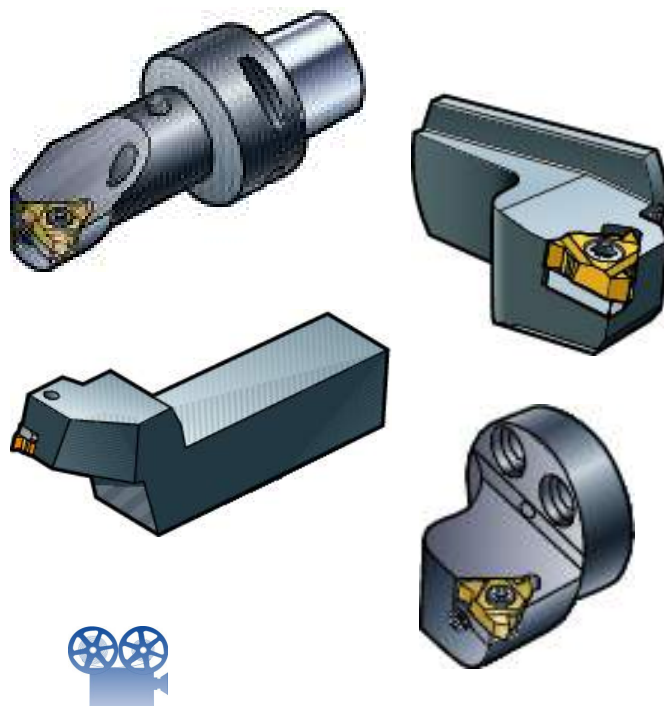
Выполняйте настройку инструмента как можно более точно.



Выбор инструмента

Основные рекомендации по выбору державки

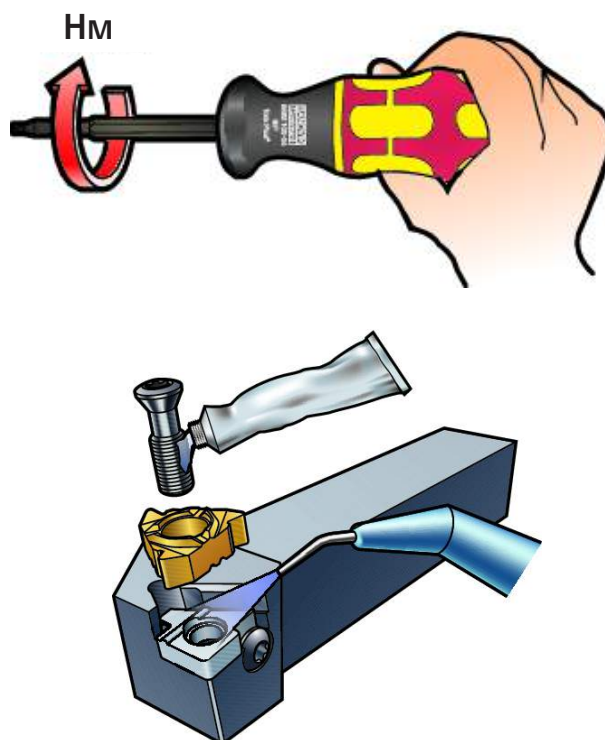
Максимальную производительность и экономичность обработки обеспечивает инструмент модульной системы Coromant Capto. Данная система гарантирует исключительную точность результатов и стабильность процесса резания и отличается широким выбором режцовых головок оправок и адаптеров. Систему Coromant Capto прекрасно дополняют разнообразные режущие головки CoroTurn SL. Более подробная информация в разделе «Инструментальная оснастка/Оборудование», глава G.



Обслуживание инструмента

Для того чтобы максимально полно ощутить преимущества нашего инструмента необходимо при закреплении пластин использовать динамометрический ключ для соблюдения правильных моментов затяжки винтов. Также на винты рекомендуется наносить смазку Molycote. Превышение значений моментов при закреплении винтов может привести к поломке пластины или самого винта. Слишком низкий момент затяжки может стать причиной вибраций в процессе обработки, что отрицательно скажется на результатах обработки. Рекомендуемые значения моментов вы можете найти в «Основном каталоге».

Регулярно меняйте износившиеся винты. Очищайте посадочные поверхности гнезда державки перед установкой пластины. Выполнение всех вышеперечисленных действий обеспечит надежность операции резьбонарезания и ожидаемые качественные результаты.

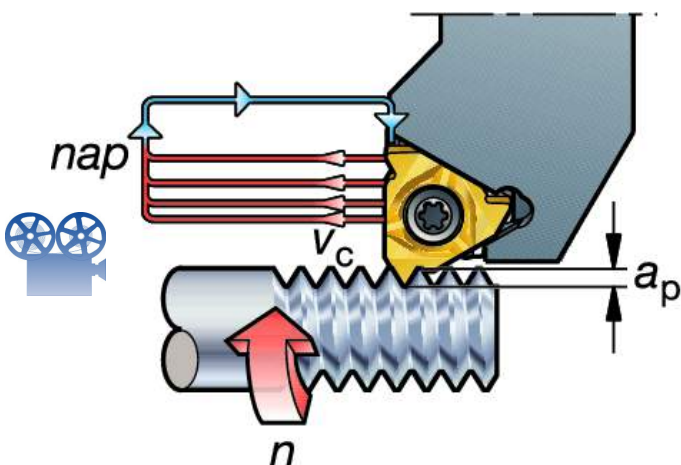


Как улучшить результаты обработки при резбонарезании

Современный резьбовой инструмент позволяет выполнять операции резбонарезания с высокой степенью надежности и эффективности. И при соблюдении определенных правил вы без труда сможете получать высокоточную резьбу с хорошим качеством поверхности.

- Перед началом операции резбонарезания необходимо точно определить диаметр заготовки (прибавьте 0,14 мм на вершину).
- Точно устанавливайте инструмент на станке.
- Проверьте положение режущей кромки в отношении шага и диаметра.
- Убедитесь в правильности используемой геометрии (универсальная, F или C).
- Убедитесь в правильности выбора опорной пластины, отвечающей за обеспечение боковых задних углов.
- Если резьба получилась неудовлетворительной, проверьте правильность всей наладки в целом, включая станок и вылет инструмента.
- Используйте стандартный цикл резбонарезания на станках с ЧПУ.
- Оптимизируйте метод врезания, число проходов и глубину врезания.
- Убедитесь в правильности выбранной скорости резания.
- Если шаг полученной резьбы неверный, проверьте величину заданного шага в программе.

Определения



v_c = скорость резания (м/мин)

a_p = общая глубина врезания (мм)

n = количество проходов

ниток/дюйм = шаг дюймовой резьбы

подача = шаг

Производительность резбонарезания

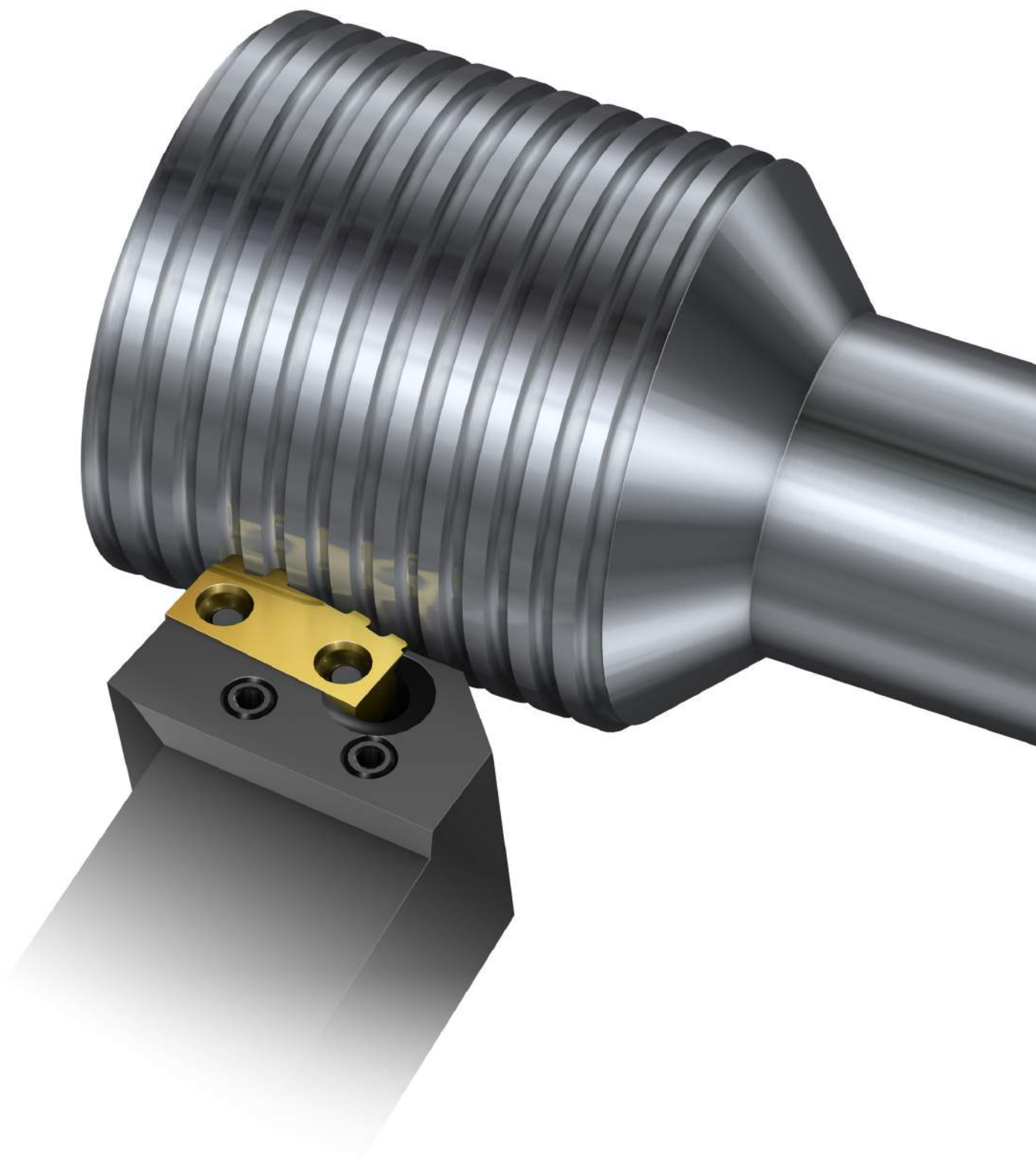
Пластины полного профиля изготавливают резьбу быстрее, чем пластины с V-профилем. Многозубые пластины это те же пластины полного профиля, только имеющие две или три вершины. Они требуют меньшего количества проходов, обеспечивают более высокую стойкость инструмента, самую высокую производительность и низкую себестоимость операции.

Стойкость резьбового инструмента

В идеале, режущая кромка должна сохранять свои свойства до конца изготовления резьбы на детали или партии деталей. Но это случается не всегда. Иногда бывает целесообразно перед резбонарезанием выполнить черновые проходы токарной пластиной, что позволит увеличить период стойкости резьбовой пластины.

Наружное резьбонарезание

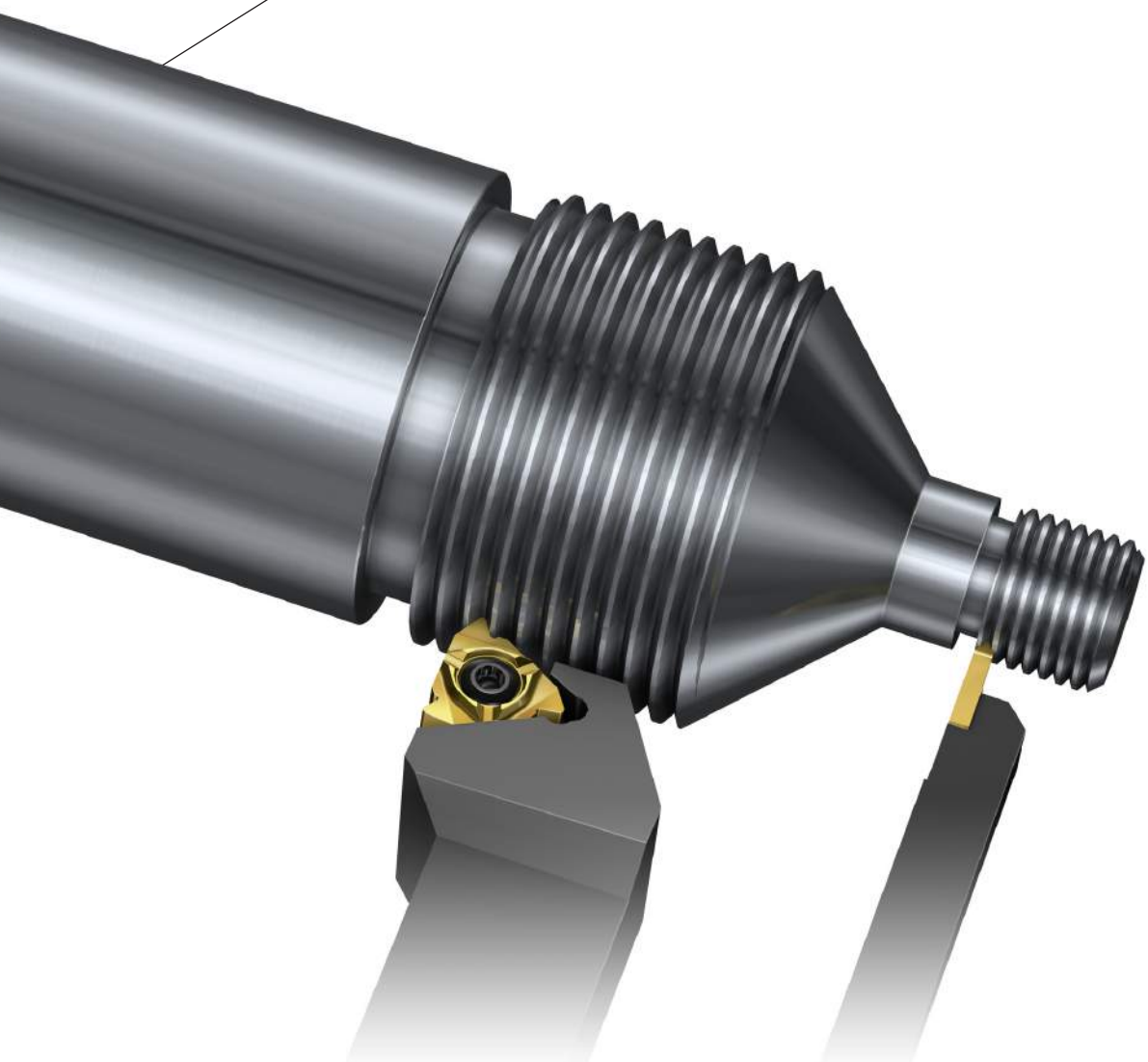
Обзор технологических решений



Наружная резьба

Выбор инструмента C 24

Рекомендации C 26



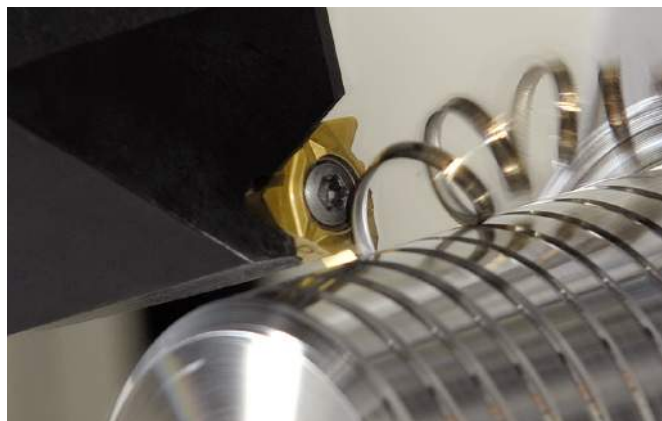
Резьбонарезание

Решение проблем C 34

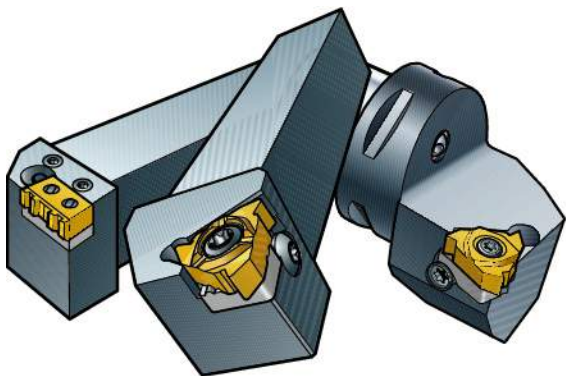
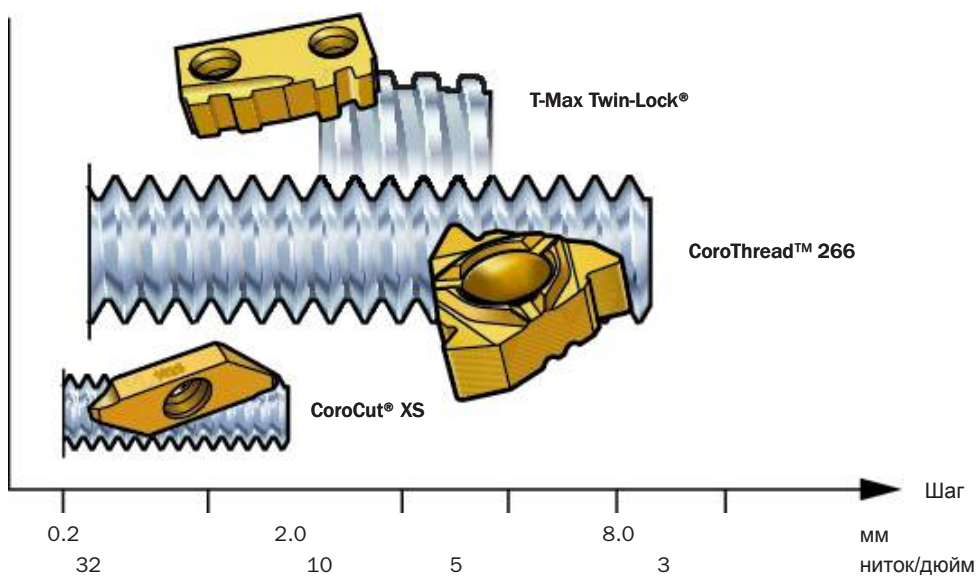
Наружная резьба

Важные аспекты при нарезании наружной резьбы:

- Подача должна быть равной шагу резьбы.
- Определите необходимое количество проходов и глубину врезания.
- Следите за стружкообразованием, не допускайте «наматывания» стружки на инструмент.
- Избегайте возникновения вибраций при работе инструментом с большим вылетом.
- Обеспечьте правильную установку инструмента.



Выбор инструмента



CoroThread™ 266

Система сверхжесткого резьбового инструмента CoroThread 266 является первым выбором при необходимости нарезать стабильно точную резьбу.

- Первый выбор для всех областей применения
- Незаменимый вариант для обработки высокоточных резьб нефтегазовой отрасли
- Смещения пластины в направлении подачи и против практически равны нулю, что особенно важно при входе и выходе режущей кромки из резания
- Широкий выбор профилей резьб

Сплав

P	GC1125
M	GC1125
K	GC1125
N	GC1125
S	GC1125

Геометрии *

Геометрия А



Геометрия F



Геометрия С

T-Max U-Lock® 166

- Дополнительный вариант для нарезания мелких резьб
- Крепление пластин винтом

Сплав

P	GC1020
M	GC1020
K	GC1020
N	GC1020
S	GC1020
H	CB20

T-Max Twin-Lock®

Инструмент разработан специально для обработки резьб в условиях массового производства для отраслей, связанных с добычей и переработкой нефти и нефтепродуктов.

- API Круглая
- API Buttress

Сплав

P	GC1125
M	GC1125
K	GC1125
N	GC1125
S	GC1125

Геометрии *

Геометрия А

**CoroCut XS®**

Пластины с V-профилем с углом 60° для обработки мелкогабаритных деталей.

- Небольшие глубины резания и низкие подачи
- Нарезание резьбы на нежестких деталях
- Обработка резьбы вблизи уступа
- Мелкогабаритные детали

Сплав

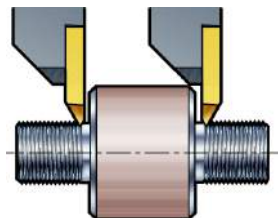
P	GC1025
M	GC1025
K	GC1025
N	GC1025
S	GC1025

Геометрии *

Геометрия F



Нарезание резьбы на нежестких заготовках.



Нарезание резьбы вблизи уступа.

* Описание геометрий пластин на стр. C12.

Практические рекомендации

Основные характеристики операции

- Определите основные параметры резьбы – диаметр, шаг, профиль, правая она или левая
- Тип пластины
 - неполный профиль для универсального применения
 - полный профиль при высоких требованиях к качеству резьбы
 - многозубая пластина для обеспечения высокой производительности
- Геометрия пластины и сплав
- Способ врезания
 - боковое одностороннее врезание
 - боковое двустороннее врезание
 - радиальное врезание
- Направление подачи
 - обработка к патрону или от патрона (влияет на выбор опорной пластины)
- Расположение державки
 - перевернутое положение или нет?
 - нулевой off-set
- Режимы резания
 - количество проходов
 - скорость резания

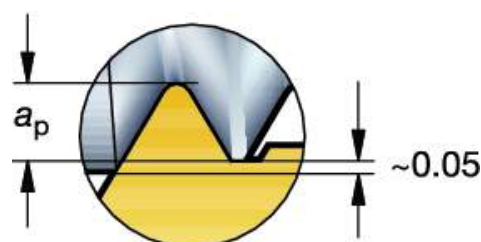
Совет

Факторы, способствующие хорошему стружкообразованию

- Установка инструмента в перевернутом положении
- Использование геометрии С и бокового одностороннего врезания
- Постоянная глубина врезания

Факторы, влияющие на качество получаемой резьбы

- Добавочный припуск при работе полнопрофильными пластинами



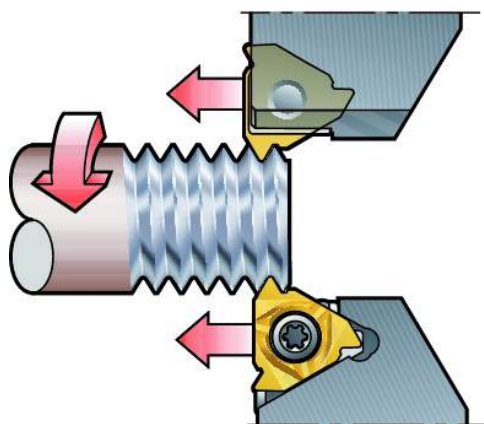
Добавочный припуск должен составлять 0.03-0.07 мм.

Правые и левые резьбы

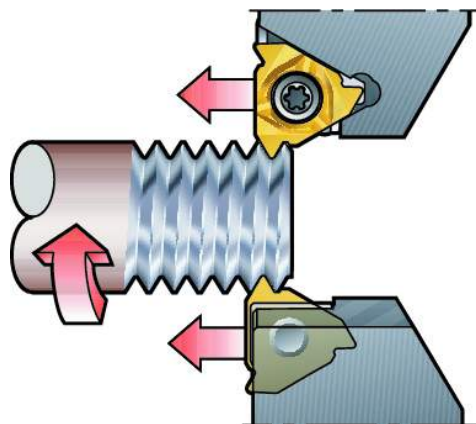
Правая резьба

Левая резьба

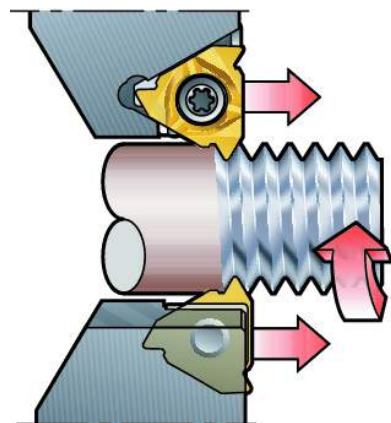
Правая пластина/державка



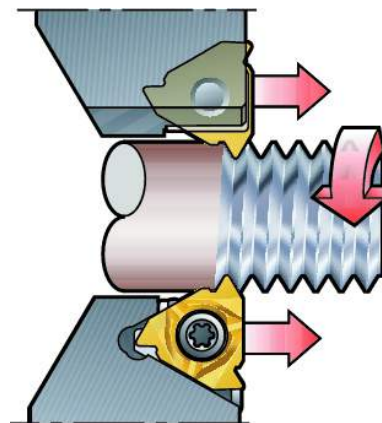
Левая пластина/державка



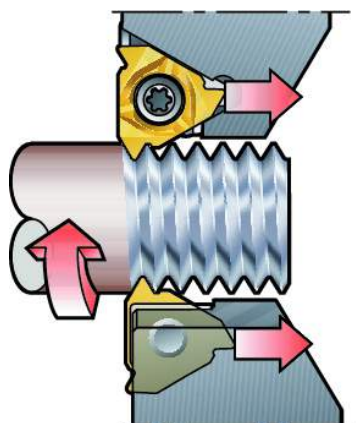
Правая пластина/державка



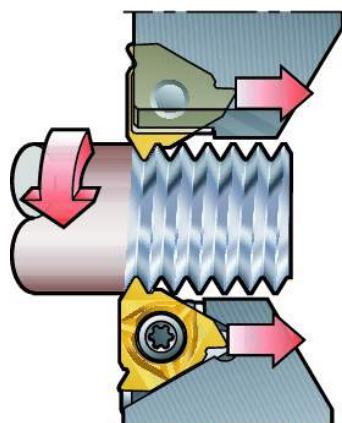
Левая пластина/державка



Левая пластина/державка



Правая пластина/державка



Необходима опорная пластина с отрицательным углом

Необходима опорная пластина с отрицательным углом

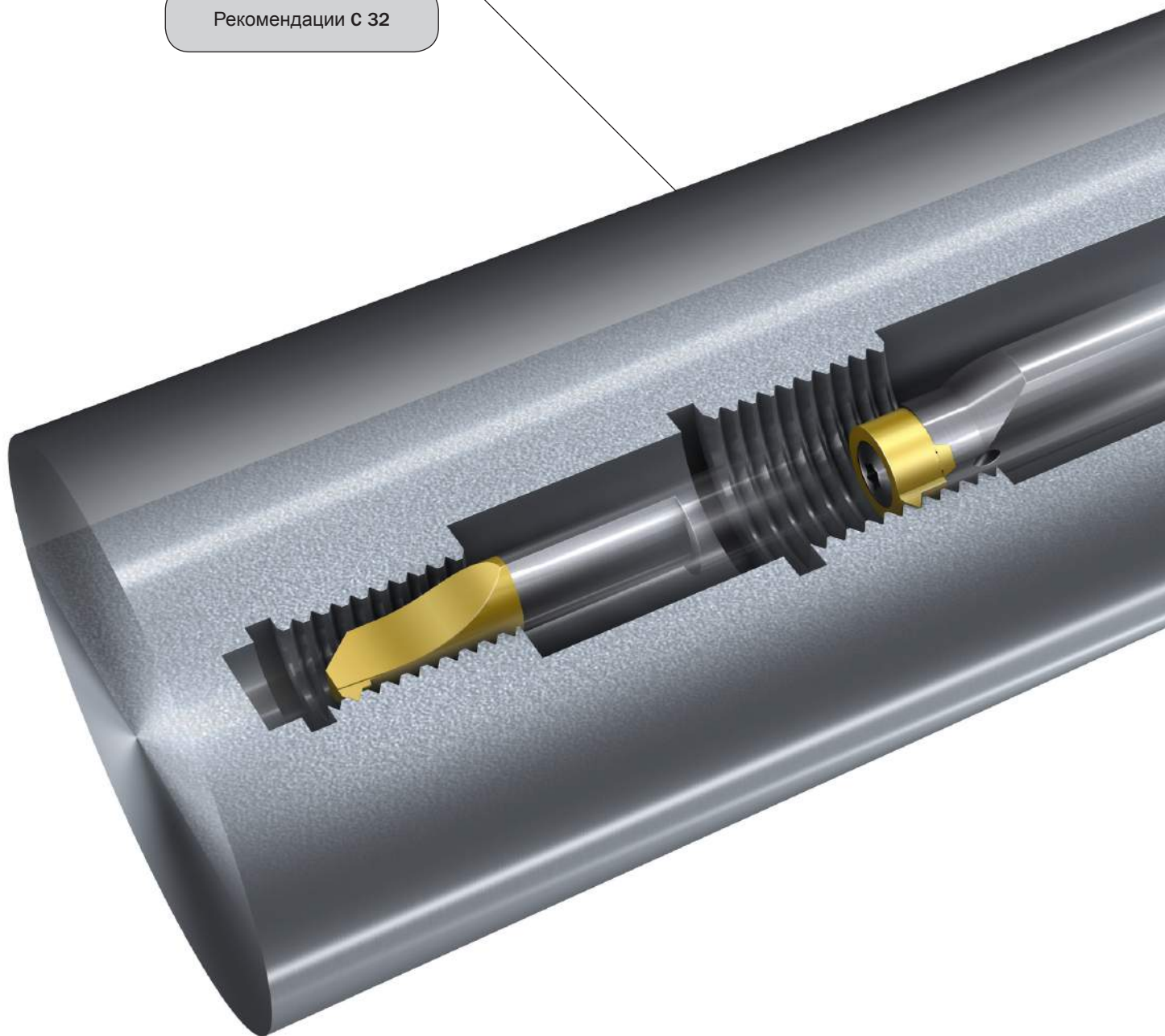
Внутреннее резьбонарезание

Обзор технологических решений

Внутренняя резьба

Выбор инструмента C 30

Рекомендации C 32



A

Точение

B

Отрезка и обработка канавок

C

Нарезание резьбы

D

Фрезерование

E

Сверление

F

Расширение

G

Инструментальная оснастка

H

Материалы

I

Информация/Указатель



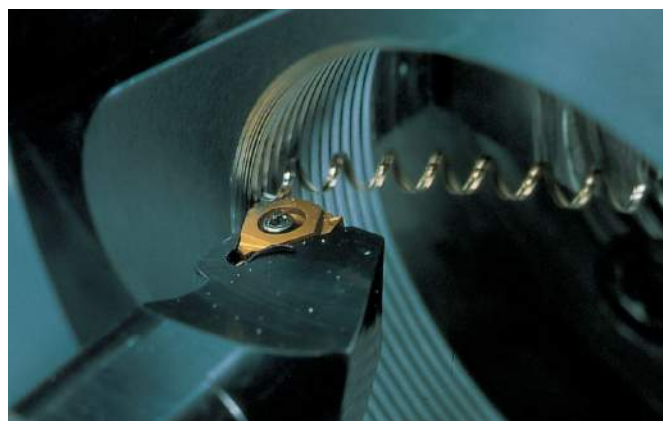
Резьбонарезание

Решение проблем С 34

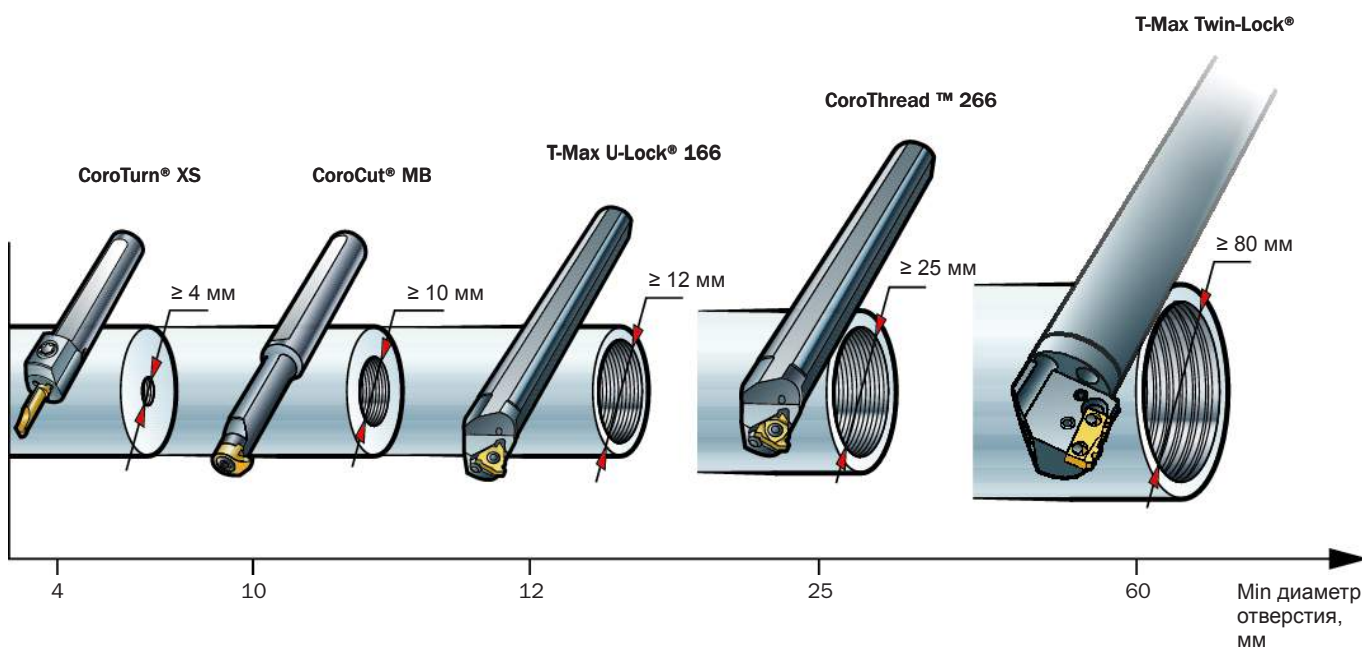
Внутренняя резьба

Важные аспекты при нарезании внутренней резьбы, справедливы и для наружной резьбы, но с большим вниманием на стружкообразование:

- Подача должна быть равной шагу резьбы.
- Определите оптимальное количество проходов и глубину врезания.
- Беспрепятственный вывод стружки из отверстия.
- Избегайте возникновения вибраций при работе инструментом с большим вылетом.
- Обеспечьте правильную установку и настройку инструмента.



Выбор инструмента



CoroThread™ 266

Система сверхжесткого резьбового инструмента CoroThread 266 является первым выбором при необходимости нарезать стабильно точную резьбу.

- Первый выбор для всех областей применения
- Широкий выбор профилей резьб
- Незаменимый вариант для обработки высокоточных резьб нефтегазовой отрасли
- Смещения пластины в направлении подачи и против практически равны нулю, что особенно важно при входе и выходе режущей кромки из резания

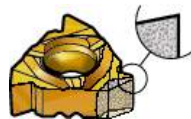
Сплав

P	GC1125
M	GC1125
K	GC1125
N	GC1125
S	GC1125

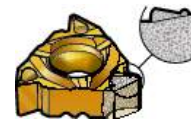
Геометрии *



Геометрия А



Геометрия F



Геометрия С

T-Max U-Lock® 166

- Дополнительный вариант для нарезания мелких резьб.
- Крепление пластин винтом

Сплав

P	GC1020
M	GC1020
K	GC1020
N	GC1020
S	GC1020
H	CB20

T-Max Twin-Lock®

Инструмент разработан специально для обработки резьб в условиях массового производства для отраслей, связанных с добычей и переработкой нефти и нефтепродуктов.

- API Круглая
- API Buttress

Сплав

P	GC1125
M	GC1125
K	GC1125
N	GC1125
S	GC1125

Геометрии *

Геометрия А



CoroCut® MB

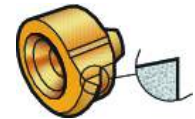
- Острая режущая кромка
- V-профиль
- Полный профиль
- Min диаметр отверстия 10 мм

Сплав

P	GC1025
M	GC1025
K	GC1025
N	GC1025
S	GC1025

Геометрии *

Геометрия F



CoroTurn® XS

- Небольшая и острая режущая кромка
- V-профиль
- Полный профиль
- Min диаметр отверстия 4.2 мм

Сплав

P	GC1025
M	GC1025
K	GC1025
N	GC1025
S	GC1025

Геометрии *

Геометрия F



* Описание геометрий пластин на стр. C12.

Практические рекомендации

Основные характеристики операции

- Определите основные параметры резьбы – диаметр, шаг, профиль, правая она или левая
- Тип пластины
 - неполный профиль для универсального применения
 - полный профиль при высоких требованиях к качеству резьбы
 - многозубая пластина для обеспечения высокой производительности
- Геометрия пластины и сплав
- Способ врезания
 - боковое одностороннее врезание
 - боковое двустороннее врезание
 - радиальное врезание
- Направление подачи
 - обработка к патрону или от патрона (влияет на выбор опорной пластины)
- Максимально допустимый вылет инструмента
 - стальная оправка около $2.5 \times dm_m$
 - твердосплавная оправка около $3.5 \times dm_m$
 - оправка с встроенным демпфером около $5 \times dm_m$
- Режимы резания
 - количество проходов
 - скорость
 - подача

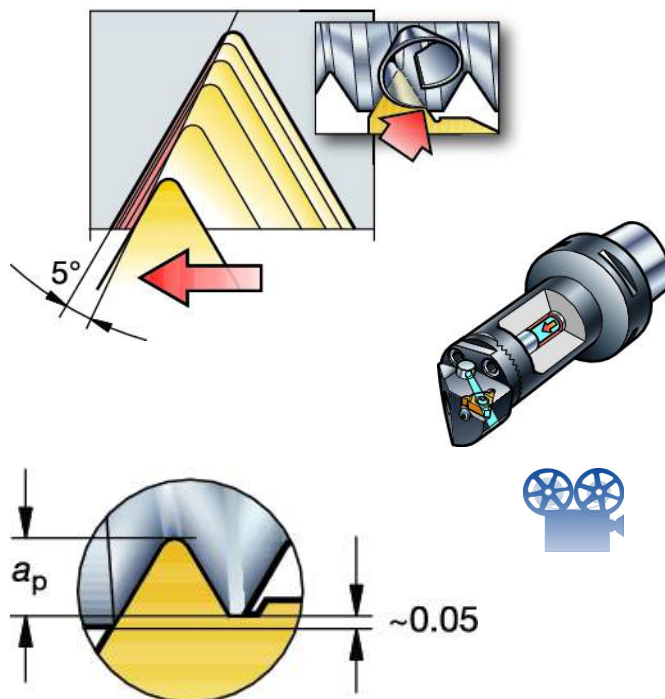
Совет

Факторы, способствующие хорошему стружкообразованию

- Использование геометрии С
- Боковое одностороннее врезание при работе от патрона будет способствовать выводу стружки из отверстия, см. стр. С14.
- Постоянная глубина врезания
- Использовать внутренний подвод СОЖ для улучшенной эвакуации стружки из отверстия

Факторы, влияющие на качество получаемой резьбы

- Добавочный припуск при работе полнопрофильными пластинами
- Использование твердосплавных оправок или оправок со встроенным демпфером для минимизации вибраций при боковом одностороннем врезании
- Обработка с охлаждением

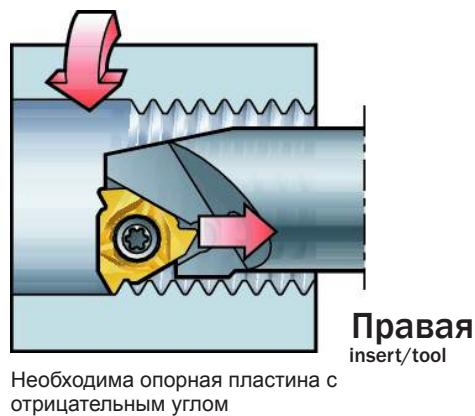
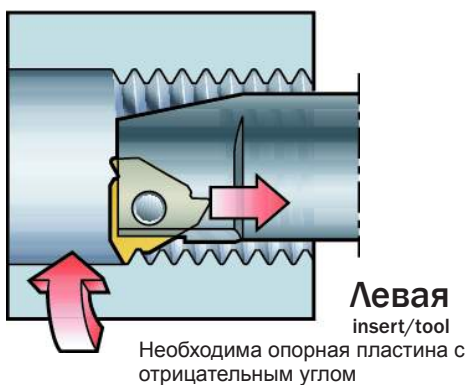
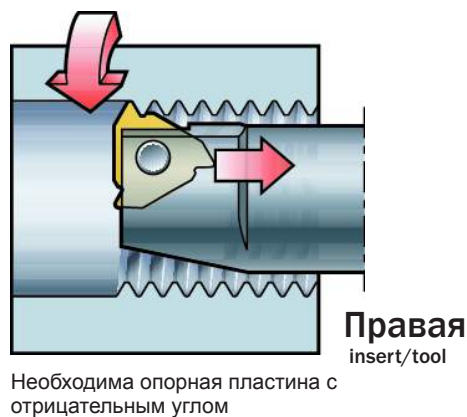
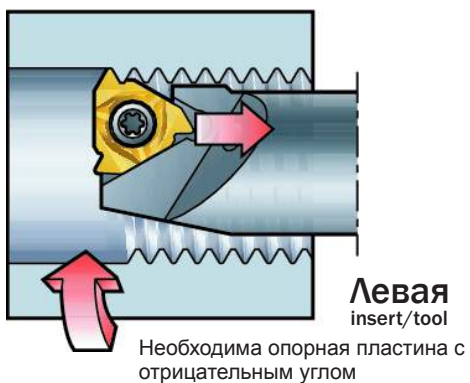
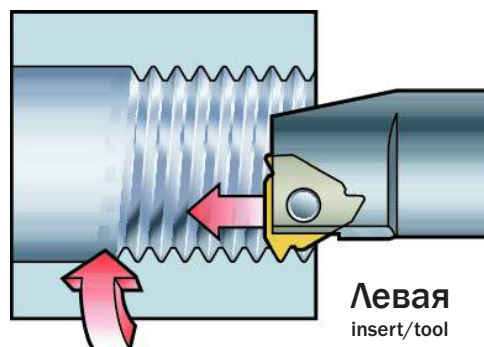
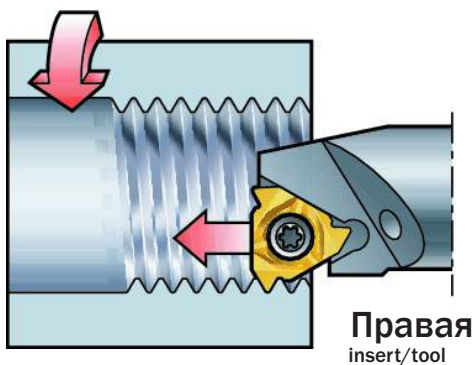
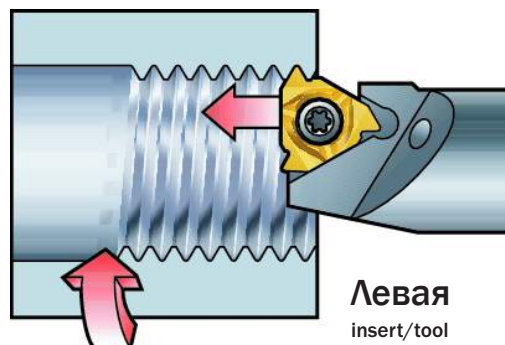
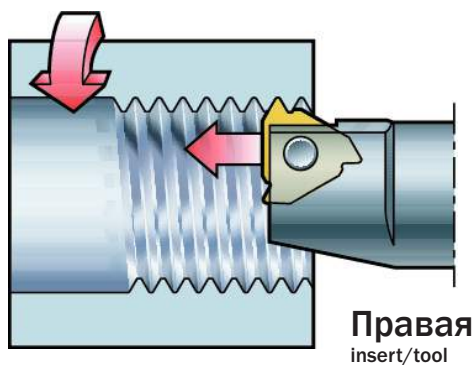


Добавочный припуск должен составлять 0.03-0.07 мм.

Правые и левые резьбы

Правая резьба

Левая резьба

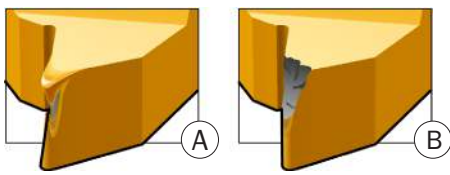


Решение проблем

	Причина	Устранение
Неправильные значения радиусов при вершине и углах профиля	<ul style="list-style-type: none"> Вместо пластины для наружной обработки использована пластина для внутренней или наоборот. Пластина установлена не по центру. 	<ul style="list-style-type: none"> Выбрать пластину и инструмент в соответствии с нарезаемой резьбой.
	<ul style="list-style-type: none"> Державка установлена не под прямым углом к детали. Погрешность станка по шагу. 	<ul style="list-style-type: none"> Отрегулировать положение инструмента по высоте центров. Установить инструмент строго под углом 90° к оси заготовки. Исправить ошибку в программе.
Плохое качество поверхности по всему профилю резьбы	<ul style="list-style-type: none"> Слишком низкая скорость резания. Пластина установлена выше оси центров станка. Неэффективное удаление стружки. 	<ul style="list-style-type: none"> Увеличить скорость резания. Отрегулировать пластину по высоте центров. Использовать геометрию С и боковое одностороннее врезание.
Плохое стружкообразование	<ul style="list-style-type: none"> Неверно выбран способ врезания. Неправильно выбрана геометрия пластины. 	<ul style="list-style-type: none"> Модифицированное боковое врезание с углом 3 – 5°. Использовать геометрию С и боковое одностороннее врезание с углом 1°.
Занижен профиль резьбы	<ul style="list-style-type: none"> Пластина установлена не по центру. Поломка пластины. Интенсивный износ. 	<ul style="list-style-type: none"> Отрегулировать пластину по высоте центров. Сменить режущую кромку.

Причина

Устранение

**Пластическая деформация**

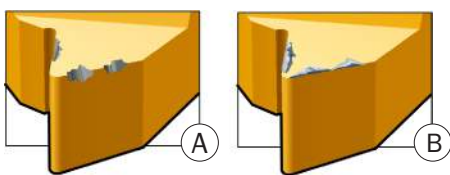
Возникающая пластическая деформация (a) приводит к поломке пластины (b).

- Повышенная температура в зоне резания.

- Недостаточный подвод СОЖ.
- Неверно выбрана марка сплава.

- Снизить скорость резания.
- Увеличить число проходов.
- Уменьшить максимальную глубину врезания.
- Проверить исходный диаметр заготовки.

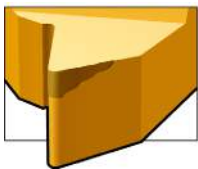
- Увеличить подачу СОЖ.
- Выберите твердый сплав с меньшей склонностью к пластической деформации.

**Наростообразование/ Выкрашивание режущей кромки**

Нарост (a) и выкрашивание режущей кромки (b) часто сопутствуют друг другу. Нарост срывается с режущей кромки вместе с небольшими кусочками пластины, и это приводит к выкрашиваниям.

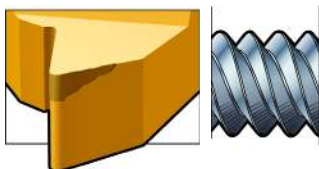
- Слишком низкая температура в зоне резания.
- Характерно для обработки нержавеющей стали.
- Характерно для обработки низкоуглеродистой стали.
- Неверно выбрана марка сплава.

- Увеличить скорость резания.
- Выбрать пластину из более прочного сплава, желательно с покрытием, нанесенным PVD методом.

**Интенсивный износ по задней поверхности**

- Обрабатываемый материал с сильными абразивными свойствами.
- Слишком высокая скорость резания.
- Слишком малая глубина врезания.
- Вершина пластины расположена выше линии центров.

- Неправильно выбрана марка сплава. Выберите более износостойкий сплав.
- Снизить скорость резания.
- Уменьшить количество проходов.
- Установите пластину точно по высоте центров.

**Неравномерный износ по задней поверхности/ Низкое качество половины профиля резьбы**

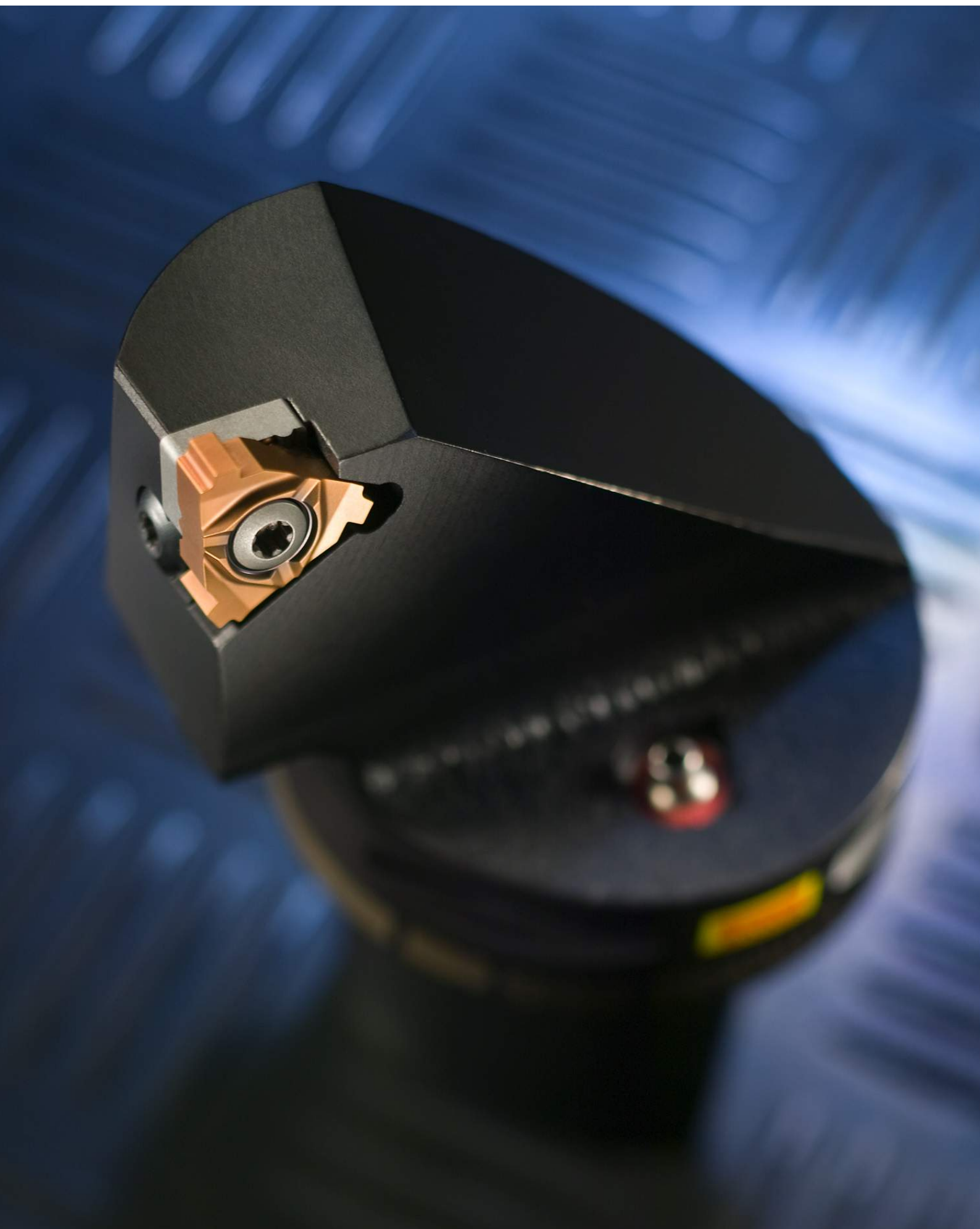
- Неправильно выбран метод врезания.
- Угол наклона пластины не соответствует углу подъема винтовой линии резьбы.

- Измените способ врезания. Для геометрии F и универсальной геометрии рекомендуется угол 3 – 5°, для геометрии C - 1°.
- Заменить опорную пластину для достижения требуемого угла наклона режущей пластины.

Решение проблем

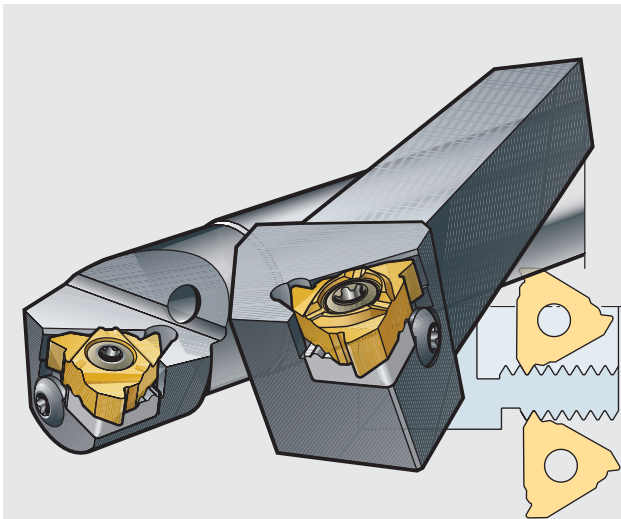
	Причина	Устранение
<p data-bbox="106 313 287 492"></p> <p data-bbox="106 492 287 537">Вибрации</p>	<ul data-bbox="542 313 1021 1030" style="list-style-type: none"> • Обрабатываемая деталь закреплена недостаточно жестко. • Неверная установка инструмента. • Неверно назначены режимы резания. • Неправильная установка по высоте центров. 	<ul data-bbox="1021 313 1476 1030" style="list-style-type: none"> • Выбрать кулачки из более мягкого материала. • Отрегулировать закрепление заготовки в центрах. • Уменьшить вылет инструмента. • Проверить, не изношена ли втулка для закрепления оправки. • Использовать antivибрационные оправки и боковое одностороннее врезание. • Изменить способ врезания. • Увеличить скорость резания, если это не поможет, то резко снизить скорость. • Работать с постоянной глубиной врезания (0.1-0.16). • Использовать геометрию F. • Отрегулировать положение инструмента по высоте центров.
<p data-bbox="106 1030 287 1209"></p> <p data-bbox="106 1209 287 1254">Разрушение режущих кромок</p>	<ul data-bbox="542 1030 1021 1411" style="list-style-type: none"> • Слишком маленькая глубина врезания при обработке материалов, склонных к упрочнению в процессе резания. • Чрезмерная нагрузка на режущую кромку. • Профиль с очень маленьким углом врезания. 	<ul data-bbox="1021 1030 1476 1411" style="list-style-type: none"> • Уменьшить количество проходов. • Выбрать геометрию F. • Выбрать более прочный сплав. • Использовать боковое одностороннее врезание.
<p data-bbox="106 1411 287 1590"></p> <p data-bbox="106 1590 287 1635">Поломка пластины</p>	<ul data-bbox="542 1411 1021 2042" style="list-style-type: none"> • Неправильная величина предварительного обработанного диаметра под резьбу. • Слишком высокая нагрузка на режущую кромку. • Неверно выбрана марка сплава. • Неудовлетворительный стружкоотвод. • Неверная регулировка по высоте центров. 	<ul data-bbox="1021 1411 1476 2042" style="list-style-type: none"> • Обработать диаметр под резьбу с припуском 0.03-0.07 мм относительно наружного диаметра резьбы. • Увеличить количество проходов. • Уменьшить величину максимального прохода. • Выбрать более прочный сплав. • Использовать пластину геометрии C и боковое одностороннее врезание. • Выставить пластину точно по высоте центров.

Ассортимент инструмента – Резьбонарезание



CoroThread™ 266

Наружное и внутреннее резьбонарезание, минимальный диаметр отверстия 25 мм



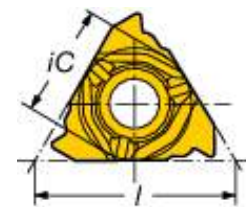
Первый выбор для гарантированного нарезания резьбы в стабильных условиях

- Точность и жесткость закрепления – гарантия стабильности результатов
- Высокая точность позиционирования режущей кромки
- Широкий ассортимент стандартного инструмента и пластин
- Многозубые и однозубые пластины
- Доступны пластины с требуемыми изменениями по программе Tailor Made
- Простое обслуживание
- Резьбы для всех отраслей промышленности



CoroThread 266 является инструментом первого выбора с сверхжестким креплением пластин для изготовления всех типов резьб. Характерную особенность данной системы представляет наличие пазов на режущей пластине и ответных базирующих выступов на опорной пластине, что и обеспечивает точное позиционирование режущей кромки и отсутствие микросмещений пластины под нагрузкой в процессе резания.

Размеры пластин

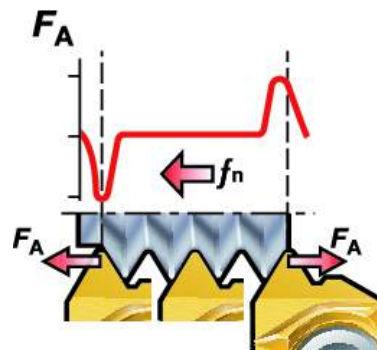


iC	l
9,525 мм	16 мм
12,70 мм	22 мм
15,875 мм	27 мм

Характерные особенности

При выходе и входе резьбовой пластины в контакт с обрабатываемой деталью возникают чрезмерные неравномерно направленные усилия резания, которые грозят смещением режущей кромки, а следовательно потерей точности профиля резьбы.

Уникальная конструкция базовых поверхностей режущей и опорной пластин инструмента CoroThread 266 исключает вышеупомянутые смещения под действием резко возрастающих усилий резания.



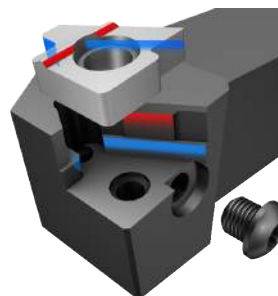
Силы резания, направленные по подаче и против



Три паза на базовой поверхности режущей пластины



Базирующий выступ на опорной пластине



Закрепление опорной пластины в державке
Поверхность контакта опорной пластины со стенкой гнезда державки (отмечено синим цветом). Опорная пластина надежно крепится в гнезде при помощи винта.



Поверхность контакта режущей и опорной пластин
 Режущая пластина опирается на базирующий выступ опорной пластины. При этом режущая пластина контактирует с державкой только одной своей поверхностью (показано красным цветом).



Распределение усилий в базовом гнезде происходит таким образом, что работающая вершина режущей пластины испытывает низкие нагрузки. И, соответственно, нет причин для смещения режущей кромки при многократно повторяющихся проходах резьбоформирования.

Практическое применение

Профили резьб

	 VW – VM V-профиль 55° (VW) Шаг: 28 – 4 ниток/дюйм V-профиль 60° (VM) Шаг: 1 – 6 мм 24 – 4 ниток/дюйм	 MM – UN Метрическая 60° (MM) Шаг: 0.5 – 6 мм UN 60° (UN) Шаг: 32 – 4 ниток/дюйм	 WH – NT Whitworth 55° (WH) Шаг: 28 – 4 ниток/дюйм NPT 60° (NT) Шаг: 27 – 8 ниток/дюйм	 PT – NF BSPT 55° (PT) Шаг: 28 – 8 ниток/дюйм NPTF 60° (NF) Шаг: 27 – 8 ниток/дюйм
Тип пластины				
A (универсальная)	•	•	•	•
F (острая)	•	•	•	
C (стружколомающая)	•	•	•	
Многозубая		•	•	

Профили резьб

	 RN Круглая 30° (RN) Шаг: 10 – 4 ниток/дюйм	 MJ – NJ MJ 60° (MJ) Шаг: 1.5 – 2 мм UNJ 60° (NJ) Шаг: 32 – 8 ниток/дюйм	 TR – AC – SA Трапециевидная 30° (TR) Шаг: 1.5 – 8 мм ACME 29° (AC) Шаг: 16 – 3 ниток/дюйм STUB-ACME 29° (SA) Шаг: 16 – 3 ниток/дюйм	 V – RD – BU API 60° Шаг: 5 – 4 ниток/дюйм API Круглая 60° (RD) Шаг: 10 – 8 ниток/дюйм APT Buttress (BU) Шаг: 5 ниток/дюйм
Типы пластин				
A (универсальная)	•	•		•
F (острая)	•		•	
C (стружколомающая)				•
Многозубая				

Рекомендации по выбору сплава пластин

ISO



GC1125

Универсальный сплав, специально предназначенный для резьбонарезания, который следует рассматривать в качестве первого выбора.

Геометрии пластин



Геометрия А



Геометрия F

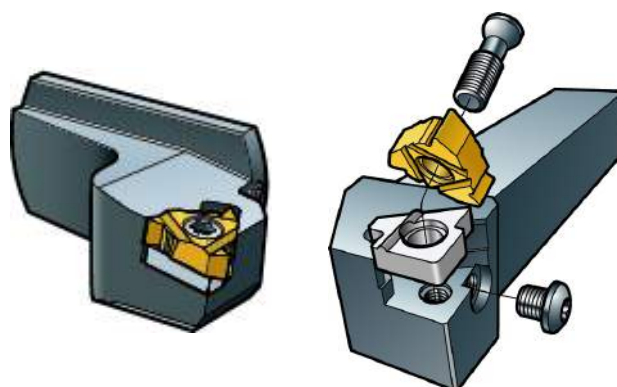


Геометрия С

Описание геометрий см. на стр. C12.

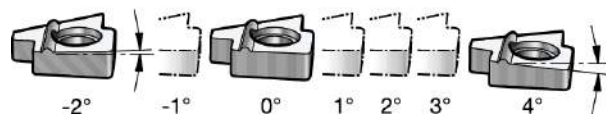
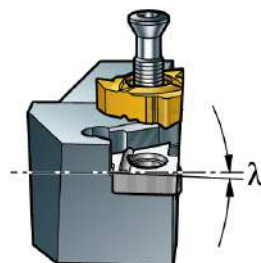
Рекомендации по выбору державки

Система CoroThread 266 отличается повышенной жесткостью закрепления пластины, которая обеспечивает минимальную величину смещения пластины в гнезде державки. Столь высокая надежность позиционирования объясняется наличием направляющего выступа на опорной пластине. Ассортимент данной системы включает большое количество разнообразных державок, среди которых обычные и быстросменные режущие головки CoroTurn SL.



Опорная пластина

Выбор опорной пластины, обеспечивающей правильный угол наклона режущей пластины, см. на стр. C16.

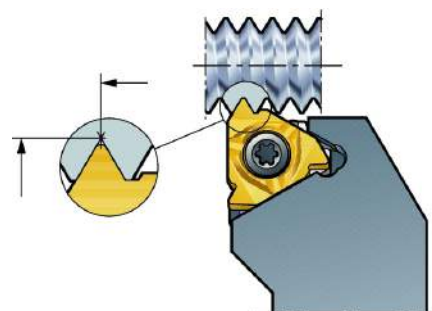


Точность изготовления пластин

Пластины для резьб общего назначения выполняют по классу точности M, а для резьб с повышенными требованиями – по классу точности E.

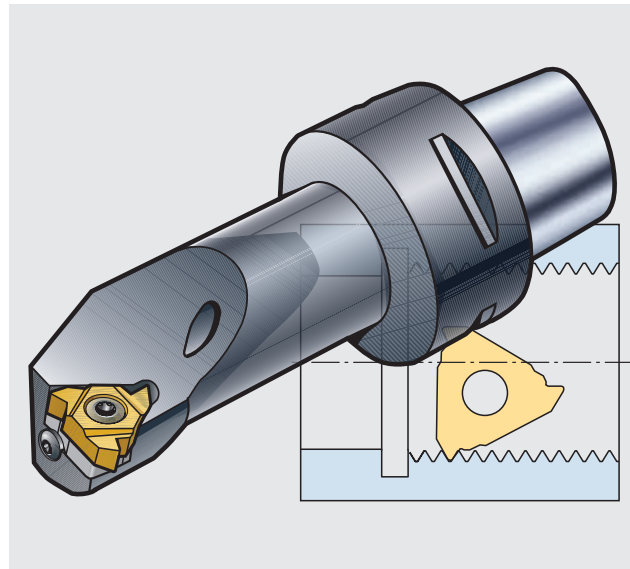
Положение режущей кромки

Класс E: ± 0.01 мм в осевом напр. и ± 0.05 мм в радиальном
Класс M: ± 0.05 мм в осевом напр. и ± 0.05 мм в радиальном



T-Max U-Lock® 166

Внутреннее резьбонарезание, минимальный диаметр отверстия 12 мм

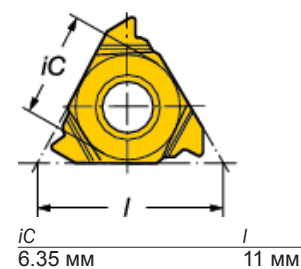


Типы резьб

Система T-Max U-Lock 166 разработана специально для нарезания резьб внутри отверстий.

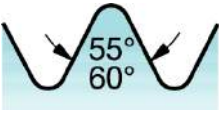
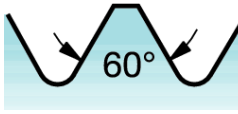
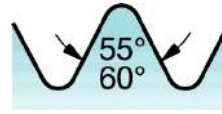
T-Max U-Lock 166 является альтернативой сверхжесткой системе CoroThread 266. Семейство T-Max U-Lock предлагает пластины размером 11 мм для нарезания внутренней резьбы. Пластины представлены тремя различными геометриями – универсальной, острокромочной и стружколомающей, выбор которых зависит от требований конкретной операции.

Размер пластин



Практическое применение

Профили резьб

	 VW – VM V-профиль 55° (VW) Шаг: 28 – 14 ниток/ дюйм V-профиль 60° (VM) Шаг: 1 – 2 мм 24 – 12 ниток/ дюйм	 MM – UN Метрическая 60° (MM) Шаг: 0.5 – 2 мм UN 60° (UN) Шаг: 32 – 14 ниток/ дюйм	 WH – NT Whitworth 55° Шаг: 20 – 14 ниток/ дюйм NPT 60° (NT) Шаг: 18 – 14 ниток/ дюйм
Тип пластины			
A (универсальная)	•	•	•
F (острая)			•
C (стружколомающая)	•		

Рекомендации по выбору сплава пластин

ISO



GC1020

Хороший универсальный сплав с покрытием, нанесенным PVD методом, для обработки всех групп материалов. Обладает высокой износостойкостью и обеспечивает высокую остроту режущей кромки.

P



GC4125

Оптимизированный сплав с покрытием, нанесенным PVD методом, для резьбонарезания по стали.

Геометрии пластин



Геометрия А



Геометрия F

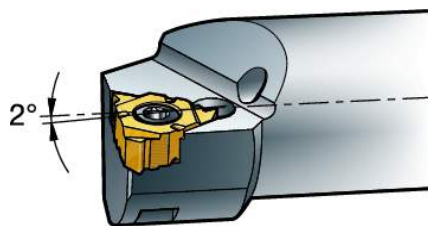


Геометрия С

Описание геометрий см. на стр. С12.

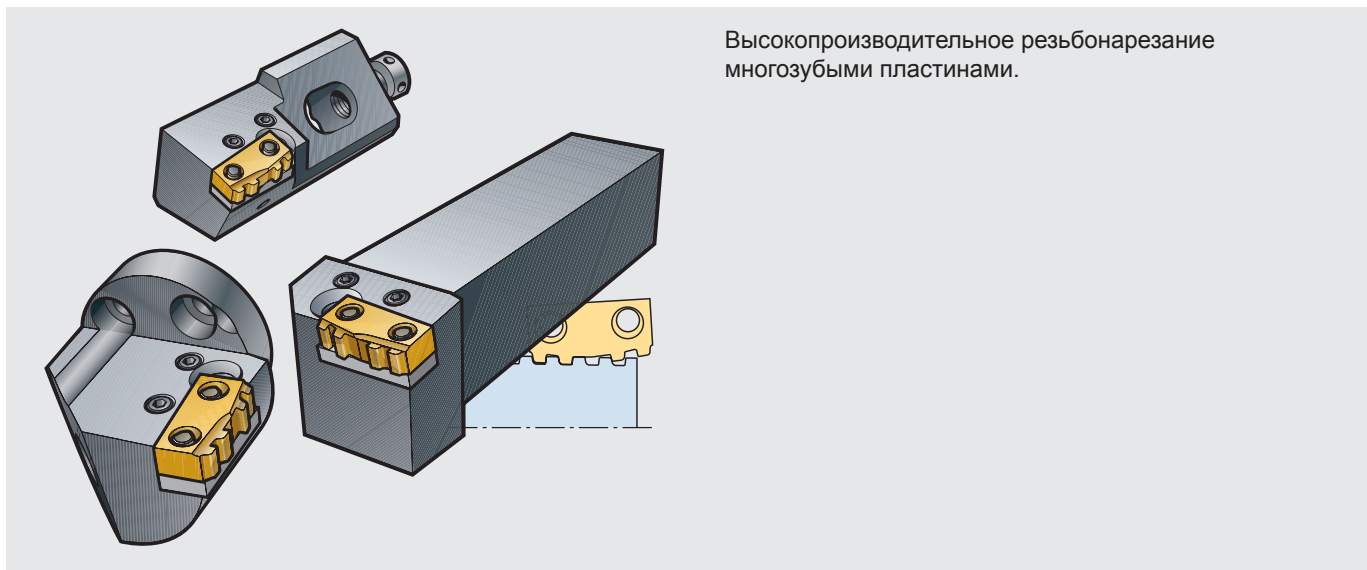
Рекомендации по выбору державки

Державки для пластин размером 11 мм обеспечивают при установке угол наклона режущей пластины 2° и не требуют использования опорной пластины.



T-Max Twin-Lock®

Наружное и внутреннее резьбонарезание, минимальный диаметр отверстия 80 мм

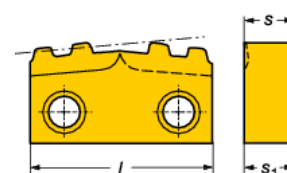


Высокопроизводительное резьбонарезание многозубыми пластинами.

Система инструмента T-Max Twin-Lock разработана для использования в отраслях, связанных с добычей и переработкой нефти и нефтепродуктов, в частности производстве обсадных труб, муфт к ним и трубных соединений с большой пропускной способностью.

Точность индексации, надежность режущей кромки и высокая стойкость позволяют использовать этот инструмент в современном производстве замковых резьб и других резьбовых соединений сложного профиля.

Размер пластин

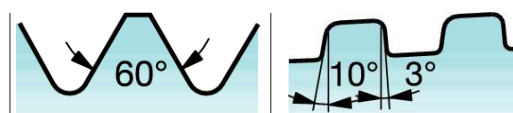


Размеры, мм:

l	s_1	s
24.0	6.4	6.35

Практическое применение

Профили резьб



RD
API 60° (RD)
Шаг: 10 – 8 ниток/
дюйм

BU
API Buttress (BU)
Шаг: 5 ниток/дюйм

Тип пластины

- A (универсальная)
- F (острая)
- C (стружколомающая)

Количество вершин:

3 или 4

2

Геометрия:



Универсальная

Описание геометрий см. на стр. C12.

Сплав:

ISO

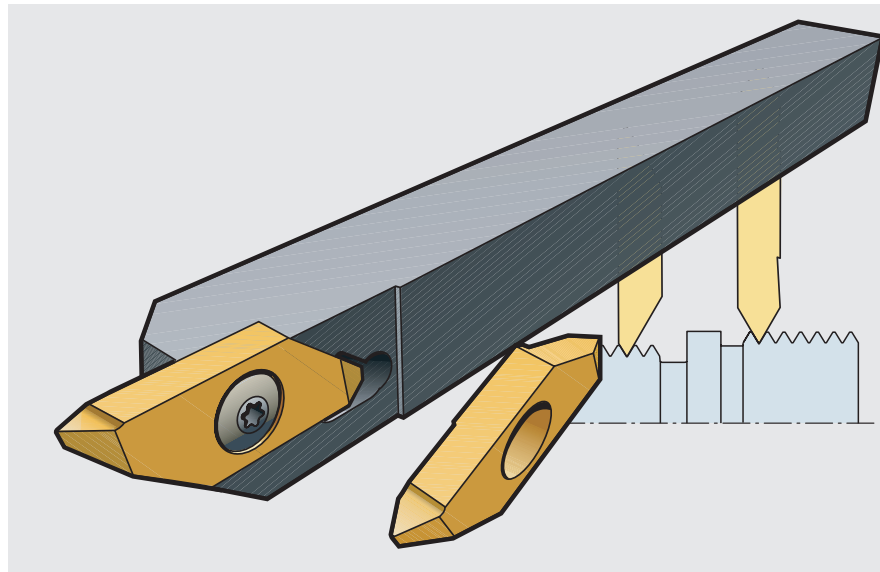


GC1125

A
 Точение
 B
 Отрезка и обработка канавок
 C
 Нарезание резьбы
 D
 Фрезерование
 E
 Сверление
 F
 Растачивание
 G
 Инструментальная оснастка
 H
 Материалы
 I
 Информация/Указатель

CoroCut® XS

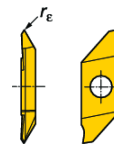
Наружное резьбонарезание



- Любую пластину семейства можно установить в одну державку
- Простая замена режущей кромки и возможность доступа к пластине с любой стороны державки
- Острые режущие кромки
- Небольшие усилия резания

Нарезание резьбы с высокой степенью точности на деталях небольшого размера (диаметром до 32 мм), обработка резьбы вблизи уступа, на автоматах продольного точения, а также операции отрезки, обработки канавок и обычное продольное точение.

Размер пластин



Допуск, мм:

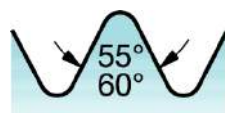
$$r_{\epsilon} = \pm 0.02$$

Повторяемость: ± 0.025

Высота центров: ± 0.025

Практическое применение

Профили резьб



VM

V-профиль 60° (VM)
Шаг: 0.2 – 2 мм
12 – 80 ниток/
дюйм

Тип пластины

A (универсальная)

F (острая)

C (стружколомающая)



Рекомендации по выбору сплава пластин

ISO



GC1025

Превосходный сплав универсального применения для всех областей ISO. Небольшая толщина покрытия позволяет получать острую режущую кромку на пластине. Рекомендуется для работы с низкими и средними скоростями.

Геометрии пластин

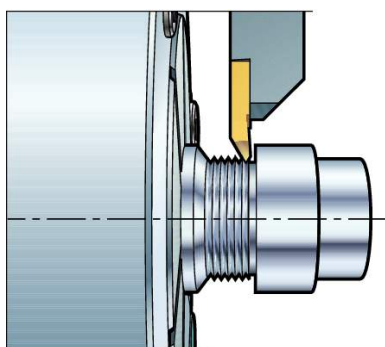


Геометрия F

Описание геометрий см. на стр. C12.

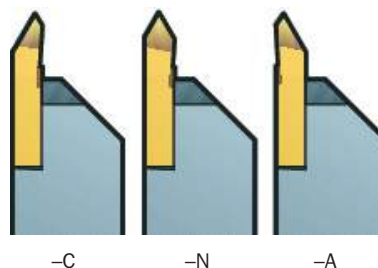
Профили пластин

К державке CoroCut XS подходят пластины всех имеющихся типов. Это пластины A, N и C. Доступны пластины с V-профилем 60° для нарезания наружной резьбы.



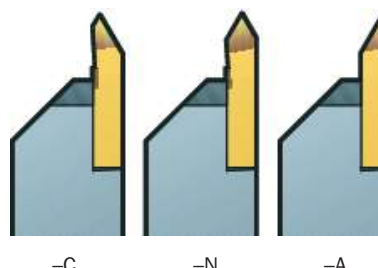
Пластины типа A и C позволяют обрабатывать резьбу очень близко к уступу.

MATR Пластина правого исполнения



N = Нейтральное исполнение
A = Правое исполнение
C = Левое исполнение

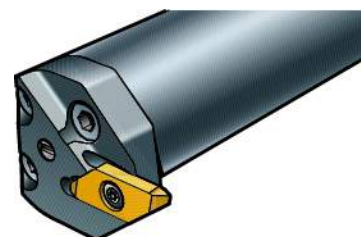
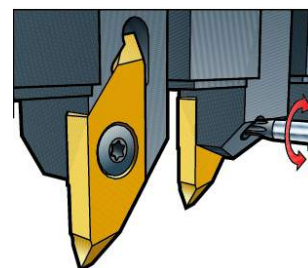
MATL Пластина левого исполнения



Рекомендации по выбору державки

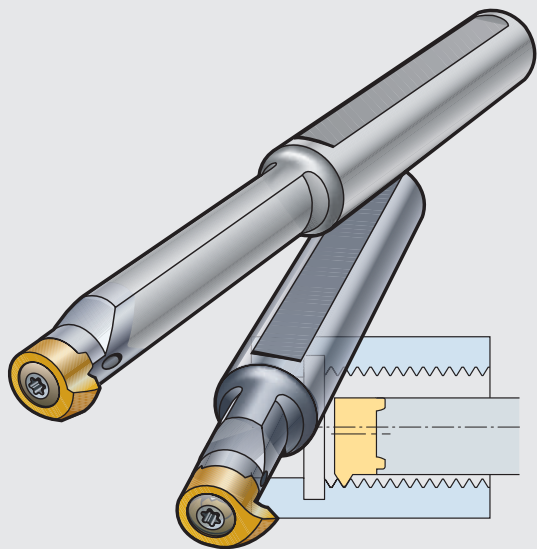
Ассортимент инструмента представлен державками прямоугольного сечения и режущими головками модульной системы CoroTurn SL. Подробная информация в разделе “Инструментальная оснастка/Оборудование”, глава G.

Следует также отметить такое преимущество инструментальной системы CoroCut XS как незатрудненный доступ к пластине с любой стороны державки, что заметно сократит вспомогательное время и, соответственно, увеличит производительность обработки в целом.



CoroCut® MB

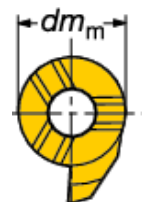
Внутреннее резьбонарезание, минимальный диаметр отверстия 10 мм



- Сменные пластины торцевого закрепления
- Острые режущие кромки
- Закрепление оправок во втулках EasyFix, обеспечивающих быстрое и точное позиционирование режущей кромки

Нарезание резьбы в отверстиях малого диаметра.

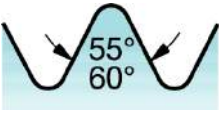
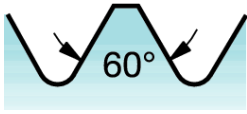
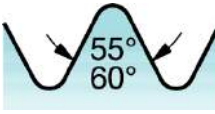
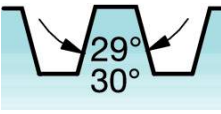
Размер пластин



Размер пластины, мм
07 = 7 мм, min Ø 10 мм
09 = 9 мм, min Ø 14 мм

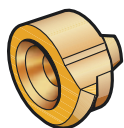
Практическое применение

Профили резьб

	 VM V-профиль 60° (VM) Шаг: 0.5 – 2.5 мм 32 – 10 ниток/ дюйм	 MM – UN Метрическая 60° (MM) Шаг: 0.5 – 2.5 мм UN 60° (UN) Шаг: 32 – 14 ниток/ дюйм	 WH – NT Whitworth 55° Шаг: 19 – 11 ниток/ дюйм NPT 60° (NT) Шаг: 18 – 14 ниток/ дюйм	 AC – SA ACME 29° (AC) Шаг: 16 – 8 ниток/ дюйм STUB-ACME 29° (SA) Шаг: 16 – 8 ниток/ дюйм
Тип пластины				
A (универсальная)	•	•	•	•
F (острая)				
C (стружколомающая)				

Рекомендации по выбору сплава пластин

ISO



GC1025

Сплав для универсального применения. Тонкое покрытие сплава позволяет получить очень острую режущую кромку. Работа на низких и средних скоростях.

Точение

B

Отрезка и обработка канавок

Геометрии пластин



Геометрия F

Описание геометрий см. на стр. C12.

C

Нарезание резьбы

Профили пластин

Доступны пластины для внутреннего резьбонарезания с полным и V-профилем. Все пластины могут использоваться как с твердосплавными, так и со стальными оправками.

D

Фрезерование

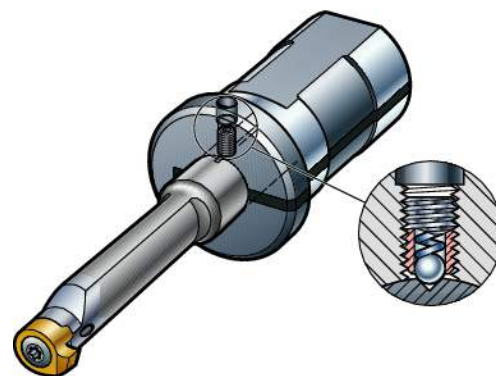
Рекомендации по выбору державки

Существуют два типа оправок:

- Стальные оправки с вылетом до 3 x диаметров.
- Твердосплавные оправки с вылетом до 5.5 x диаметров.

Все оправки обеспечивают внутренний подвод СОЖ.

Для уменьшения вибраций и для точного позиционирования режущей кромки мы рекомендуем для закрепления оправки использовать втулки EasyFix. Подробная информация в “Основном каталоге”.



Easy Fix

E

Сверление

F

Растачивание

G

Инструментальная оснастка

H

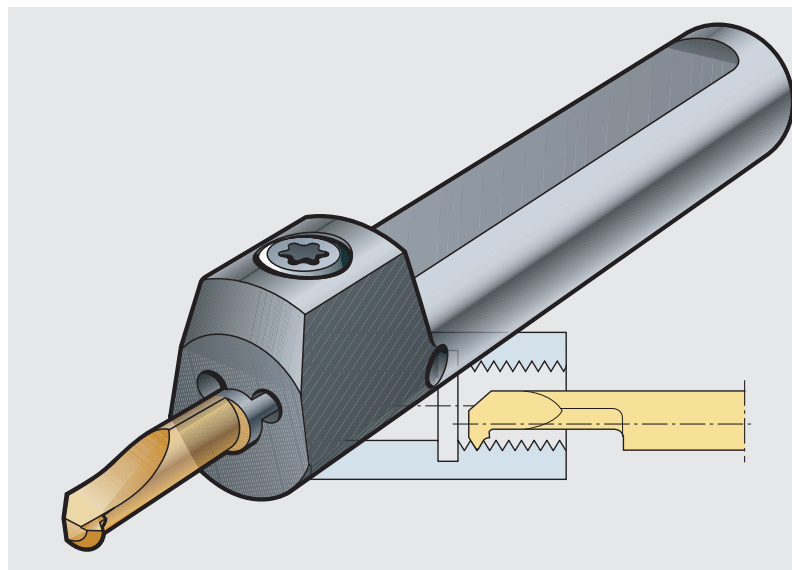
Материалы

I

Информация/Указатель

CoroTurn® XS

Внутреннее резьбонарезание, минимальный диаметр отверстия 4 мм



- Острые режущие кромки
- Оправки обеспечивают внутренний подвод СОЖ
- Высокая точность установки вставки в оправку

Высокоточное нарезание резьбы внутри отверстий небольшого диаметра, а также внутреннее точение и обработка канавок.

Размер пластин

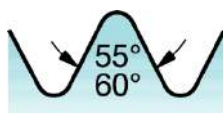


Размер пластины

04 = 4 мм
05 = 5 мм
06 = 6 мм
07 = 7 мм

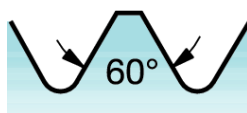
Практическое применение

Профили резьб



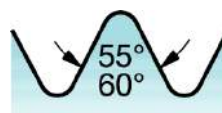
VM

V-профиль 60° (VM)
Шаг: 0.5 – 1.5 мм
48 – 16 ниток/
дюйм



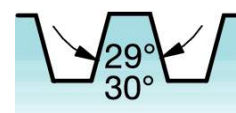
MM – UN

Метрическая 60° (MM)
Шаг: 0.5 – 2.0 мм
UN 60° (UN)
Шаг: 32 – 16 ниток/
дюйм



WH – NT

Whitworth 55°
Шаг: 28 – 19 ниток/
дюйм
NPT 60° (NT)
Шаг: 27 – 18 ниток/
дюйм



TR

Трапециевидная 30°
(PT)
Шаг: 1.5 – 3 мм

Тип пластины

A (универсальная)
F (острая)
C (стружколомающая)

A (универсальная)	•	•	•	•
F (острая)				
C (стружколомающая)				

Рекомендации по выбору сплава пластин

ISO




GC1025

Превосходный сплав универсального применения для всех областей применения по ISO. Небольшая толщина покрытия позволяет получать острую режущую кромку на пластине. Рекомендуется для работы с низкими и средними скоростями.

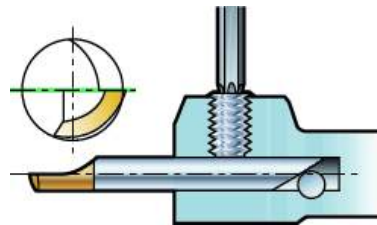
Геометрии пластин



Описание геометрий см. на стр. C12.

Позиционирование режущей вставки

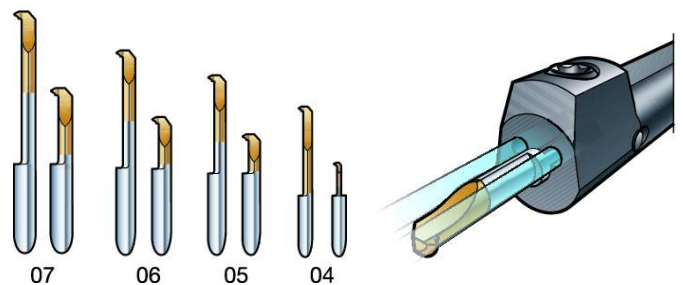
Державки и вставки системы CoroTurn XS поражают диапазоном охватываемых ими операций. Установочный винт фиксирует вставку в правильном положении, обеспечивая точное и корректное положение режущей вершины по высоте центров станка.



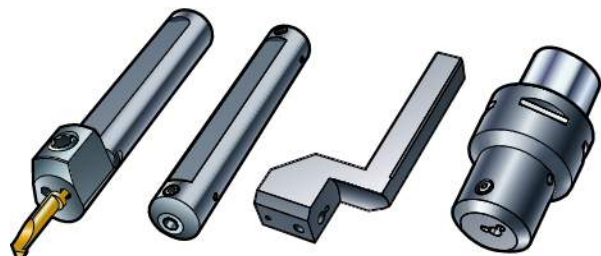
Рекомендации по выбору державки

Система CoroTurn XS предлагает вставки четырех типоразмеров. Также многообразен и ряд доступных длин вставок, расширяющий диапазон применения семейства. Однако, мы всегда рекомендуем выбирать вставку минимально допустимой длины.

Расточные оправки предполагают внутренний подвод СОЖ.



Ассортимент также содержит державки прямоугольного сечения для работы на станках с подающей цангой и оправки Coromant Capto для выполнения операций точения и фрезерования.



Дополнительные возможности

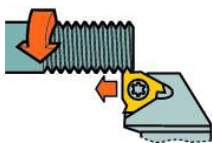
Резьбовые пластины CoroThread™ 266 и T-Max U-Lock 166

Для обработки резьб с профилем, которого нет в нашей стандартной программе, мы предлагаем использовать наши стандартные заготовки пластин с варьируемыми размерными параметрами. Заказ такой пластины может быть осуществлен в рамках нашей услуги Tailor Made в любом офисе Sandvik Coromant. Доступны к заказу пластины типа CoroThread 266 и T-Max U-Lock 166 размером 11 и 27 мм. Имеется возможность изменить угол конуса и выбрать тип пластины – с полным (тип А) или с неполным профилем (тип N).

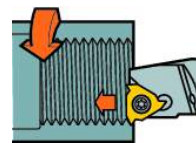


Вид обработки

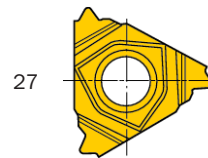
Наружная обработка



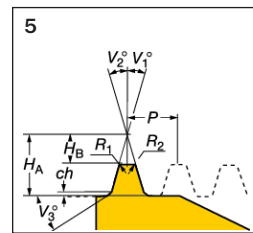
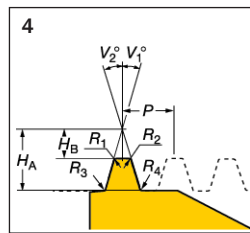
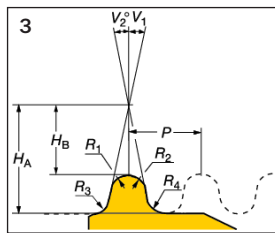
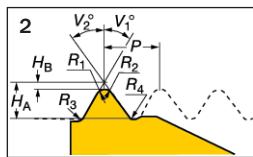
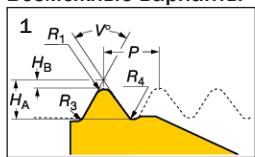
Внутренняя обработка



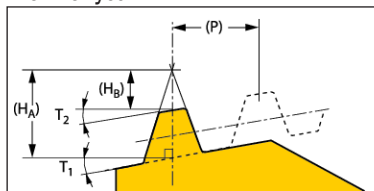
Размеры пластин, мм



Возможные варианты



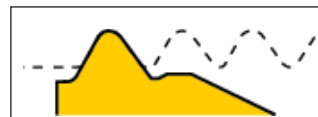
Угол конуса



Форма зуба



Полный профиль = тип А



V-профиль = тип N

Специальный инструмент

Если Вам необходимо нарезать резьбу, профиль которой вы не можете найти в нашей стандартной программе, мы предлагаем воспользоваться нашей услугой Tailor Made. В рамках этой программы существует возможность изготовить инструмент стандартной конструкции с требуемыми размерами.

Некоторые профили резьб изготавливаются по лицензии, например, Vallourec Mannesmann Oil & Gas. Такие пластины продаются заказчикам только вместе с лицензией на изготовление соответствующих резьб.

Представитель Sandvik Coromant в Вашем регионе предоставит Вам всю необходимую информацию, касающуюся заказа специнструмента.

Варианты профилей резьб, доступные в рамках специального заказа:

Резьбы общего назначения

- PG-Thread
- American Butress
- Metric Saw-thread
- Worm-screws type ZN

Резьбы нефтяного сортамента

- HydriL FJWP
- Big OMEGA
- FOX

Информация о сплавах

CoroThread™ 266

GC1125 – Основная марка сплава

Сплав с покрытием, нанесенным PVD методом, для областей применения ISO P25 и K20. Сплав сочетает превосходную износостойкость, присущую покрытым сплавам, с остротой и прочностью режущей кромки, характерным твердым сплавам без покрытия. Обладает высокой универсальностью применения.

T-Max U-Lock® 166

GC1020 – Основной сплав

Сплав с покрытием TiN, нанесенным PVD методом, для областей применения ISO P20, M20 и K15. Сплав сочетает в себе высокую износостойкость и остроту режущих кромок. Прекрасный универсальный выбор, особо рекомендуемый при обработке нержавеющей и низкоуглеродистых сталей.

GC4125 – Оптимизированный сплав

Сплав с покрытием TiAlN, нанесенным PVD методом, для областей применения ISO P15, M15 и K15. Сплав демонстрирует высокую износостойкость при работе в условиях продолжительного непрерывного резания на высоких скоростях. Рекомендованный в качестве основного выбора для обработки стали, сплав также хорошо работает по нержавеющей стали и чугуну.

H13A – Дополнительные сплавы

Твердый сплав без покрытия, обеспечивающий высокую остроту режущей кромки. Сплав создан для обработки материалов группы ISO K20. Среди рекомендуемых к обработке также можно назвать отбеленный чугун и материалы авиационного назначения.

CB20 – Кубический нитрид бора

Самый твердый инструментальный материал после алмаза. Предназначен прежде всего для чистовой обработки закаленных материалов. Максимальное значение величины врезания при работе кубическим нитридом бора должно составлять 0.07 мм.

CoroCut® MB, CoroCut® XS и CoroTurn® XS

GC1025

Сплав с покрытием TiAlN, нанесенным PVD методом, для областей применения ISO P25, M20 и K15. Сплав позволяет получить острую режущую кромку и подойдет для обработки мелкоразмерных деталей, выполненных из любых материалов.

Применение		Первый выбор	Дополнительные марки
CoroThread 266 / T-Max U-Lock 166	P	GC1125	GC1020, GC4125
	M	GC1125	GC1020
	K	GC1125	GC1020
	N	GC1125	H13A
	S	GC1125	H13A
	H	CB20	GC1125
CoroCut MB CoroCut XS CoroTurn MB	P	GC1025	
	M	GC1025	
	K	GC1025	
	N	GC1025	
	S	GC1025	
	H	GC1025	

- P** ISO P = Сталь
- M** ISO M = Нержавеющая сталь
- K** ISO K = Чугун
- N** ISO N = Цветные металлы
- S** ISO S = Жаропрочные и титановые сплавы
- H** ISO H = Материалы высокой твердости

Рекомендации по скорости резания приведены в “Основном каталоге”.



ФРЕЗЕРОВАНИЕ

Введение D 2

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

Основные положения D 3

Фрезерование различных групп материалов D 32

Фрезерование уступов D 42

Торцевое фрезерование D 54

Профильное фрезерование и точение фрезерованием D 66

Фрезерование пазов и резьбофрезерование D 84

Специализированные виды фрезерования D 100

Решение проблем D 128



АССОРТИМЕНТ ИНСТРУМЕНТА

Фрезы с углом в плане 90° D 134

CoroMill® 490, CoroMill® 390, CoroMill® 290, CoroMill® 690,
Длиннокромочная фреза для чистовой обработки, CoroMill® 790, CoroMill® Century

Торцевые и плунжерные фрезы с углом в плане 10° – 75° D 146

CoroMill® 345, CoroMill® 245, CoroMill® 365, фрезы Sandvik AUTO, CoroMill® 360,
T-Max 45, CoroMill® 210, плунжерная фреза CoroMill® 215

Фрезы с круглыми пластинами D 161

CoroMill® 200, CoroMill® 300

Фрезы со сферическим концом D 164

CoroMill® 216, CoroMill® 216F

Фрезы для обработки канавок,
пазов и резьб

CoroMill® 327, CoroMill® 328, CoroMill® 329, T-Max Q-Cutter, CoroMill® 331 D 166

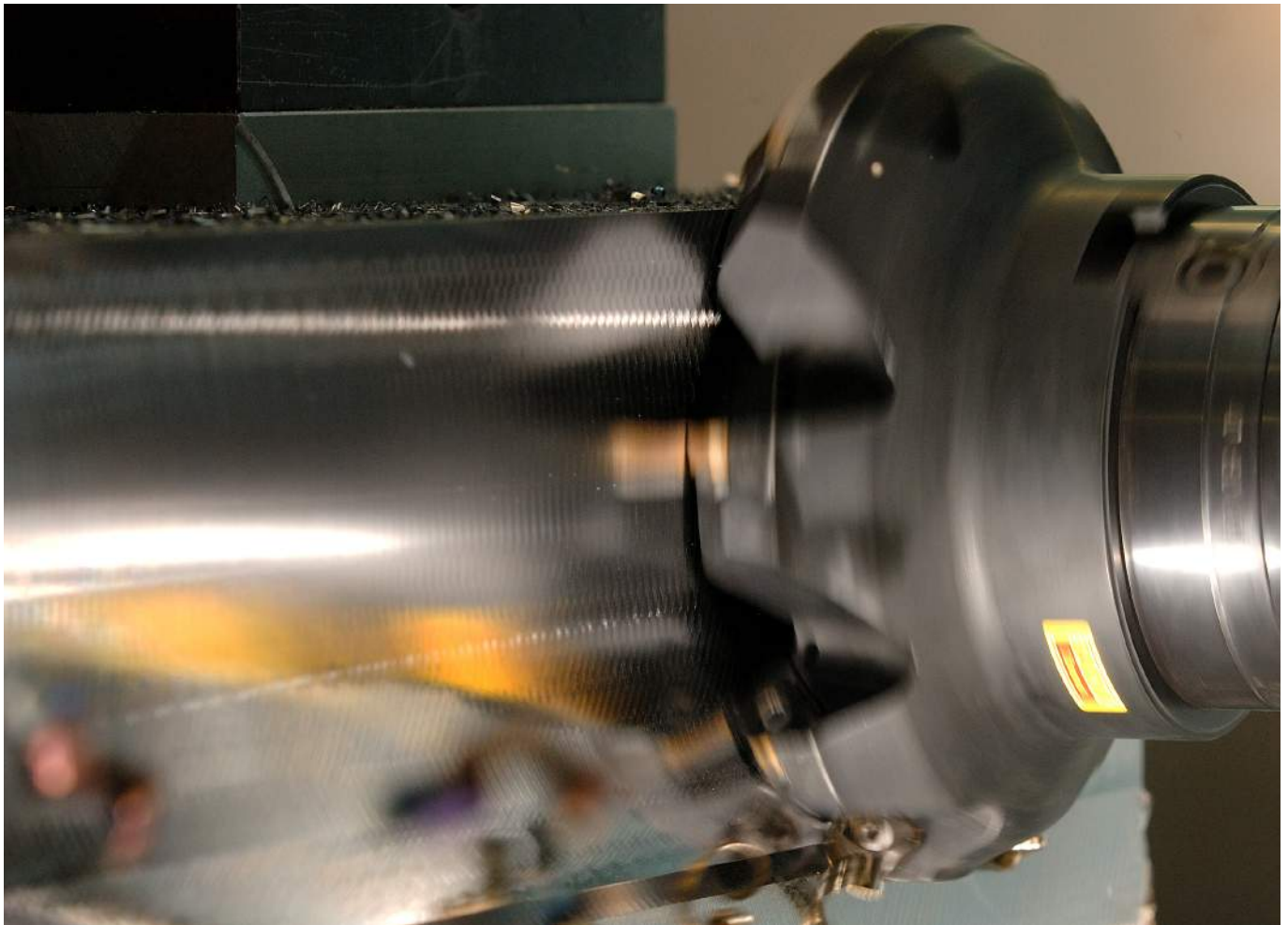
Фрезы со сменными головками и цельные твердосплавные фрезы

CoroMill® Plura, CoroMill® 316 D 178

Дополнительные возможности D 186

Информация о сплавах D 188

Рекомендации по подачам D 192



Введение

Первые фрезы семейства CoroMill, появившиеся в начале 90-х гг., стали законодателями новых стандартов точности, надежности и производительности металлорежущих операций. С тех пор внутри данного семейства произошли значительные изменения, оно настолько разрослось и преобразилось, что на сегодняшний день способно удовлетворить нуждам самого привередливого заказчика.

В основе развития фрез серии CoroMill всегда лежали самые современные, инновационные технологии, и продукты, присоединившиеся к этому семейству последними, не стали исключением. Например, уникальная геометрия режущих пластин и форма посадочных гнезд таких новинок как CoroMill 345, CoroMill 490 и CoroMill 690. Новые фрезы с системой сменных головок (EH), обладающие высокой универсальностью применения, также служат наглядным свидетельством непрерывного процесса совершенствования фрезерного инструмента Sandvik Coromant.

Учитывая большой выбор геометрий и сплавов пластин, Вы всегда сможете подобрать необходимый инструмент для фрезерования, вне зависимости от обрабатываемого материала и степени тяжести условий обработки.

Тенденции

Оборудование и методы обработки

- Распространение 5-осевых и многоцелевых станков
- Станки меньших габаритов, менее мощные, требуют применения легкого фрезерования с маленькими глубинами резания
- Сокращение числа операционных переходов и обработка деталей за один установ
- Обработка с увеличенными вылетами инструмента

Обрабатываемые детали и материалы

- Более прочные, легкие и коррозионно-устойчивые материалы
- Тонкостенные детали
- Отливки и поковки, по форме близкие к готовым деталям

Основные положения

Методы фрезерования

Фрезерование является наиболее универсальным методом обработки с точки зрения придания заготовке желаемой формы. Но одновременно с этим он является очень многокомпонентным процессом, что делает затруднительным его оптимизацию. Данный раздел имеет своей целью познакомить Вас со всеми возможными аспектами операций фрезерования и помочь правильно выбрать инструмент и метод обработки.

В разделе “Основные положения” на страницах D3 – D31 представлен обзор фрезерного инструмента, оборудования, приведены основные определения и общие рекомендации.

Рекомендации, приведенные в разделе “Фрезерование различных групп материалов” на страницах D32 – D41, классифицированы с точки зрения обрабатываемого материала. В данном разделе Вы найдете ответы на такие вопросы как, например, нужно ли использовать СОЖ при фрезеровании титана, фрезу какого типа выбрать для обработки деталей из алюминия или можно ли использовать пластины из керамики по чугуну.

Существует общепринятое разделение фрезерных операций на такие типы как торцевое и профильное фрезерование, обработка уступов и пазов. Но в связи с развитием станкостроения и программных технологий все большее распространение получают и такие методы как точение фрезерованием, резьбофрезерование, круговая интерполяция и трохоидальное фрезерование. Раздел данного издания, посвященный методам фрезерования, содержит следующие параграфы:

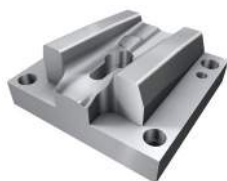
- Торцевое фрезерование, стр. D54.
- Фрезерование торцев и уступов, стр. D42.
- Профильное фрезерование и точение фрезерованием, стр. D66.
- Фрезерование пазов и резьбофрезерование, стр. D84.
- Специализированные виды фрезерования, стр. D100.

В последнем параграфе содержится информация о таких методах как фрезерование с врезанием, плунжерное фрезерование, трохоидальное фрезерование и т.д.



Выбор метода

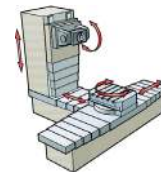
Для выбора оптимального метода обработки и инструмента следует принимать во внимание три параметра:



1. Характерные особенности детали



2. Материал заготовки, форму и серийность партии



3. Станок

Исходные данные

1. Особенности операции

Фрезерование является широко универсальным методом обработки, объединяющим большое число разнообразных типов операций.

В дополнение к традиционным областям применения фрез добавились такие как изготовление отверстий, обработка карманов и выборок, обработка поверхностей вращения и резьбофрезерование.

Перед выбором инструмента необходимо тщательно изучить поверхности, предполагаемые для фрезерования. Они могут иметь затрудненный подход, быть расположены глубоко внутри детали и потребовать фрезы с увеличенным вылетом. Возможно наличие прерывистых поверхностей или неоднородных включений в материале.



2. Деталь

Заготовка может иметь поковочную или литейную корку.

Тонкостенная деталь или отсутствие возможности надежного закрепления детали требует применения специализированного инструмента и метода обработки.

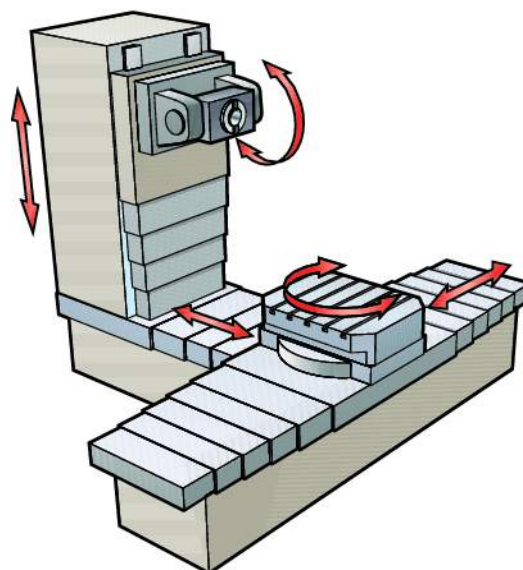
Необходимо учитывать характеристики материала заготовки с точки зрения его обрабатываемости и в соответствии с ними назначать режимы резания.

3. Станок

При выборе метода фрезерования огромное значение имеет тип оборудования, на котором будет выполняться обработка. Фрезерование торцов, уступов или пазов может осуществляться на трёхосевом станке, тогда как деталь более сложной формы потребует четырёх-пятиосевого станка.

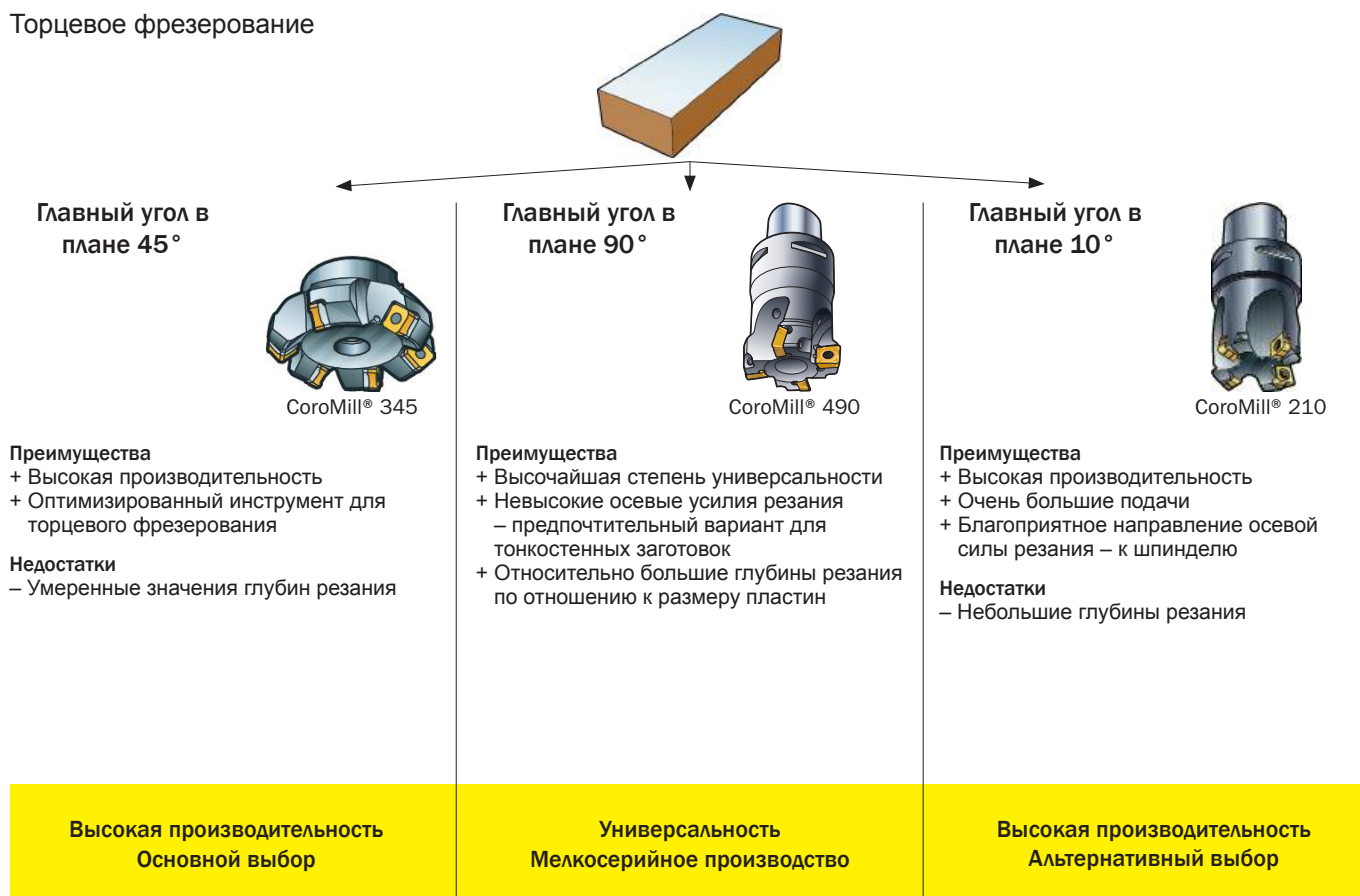
Современные токарные центры часто имеют возможность выполнять операции фрезерования за счет наличия фрезерного шпинделя. В связи с интенсивным развитием программных продуктов для металлорежущих станков возможности пятикоординатного оборудования возросли значительно, но данные станки могут иметь некоторые ограничения по мощности.

Более подробно о станках для фрезерования на странице D10.

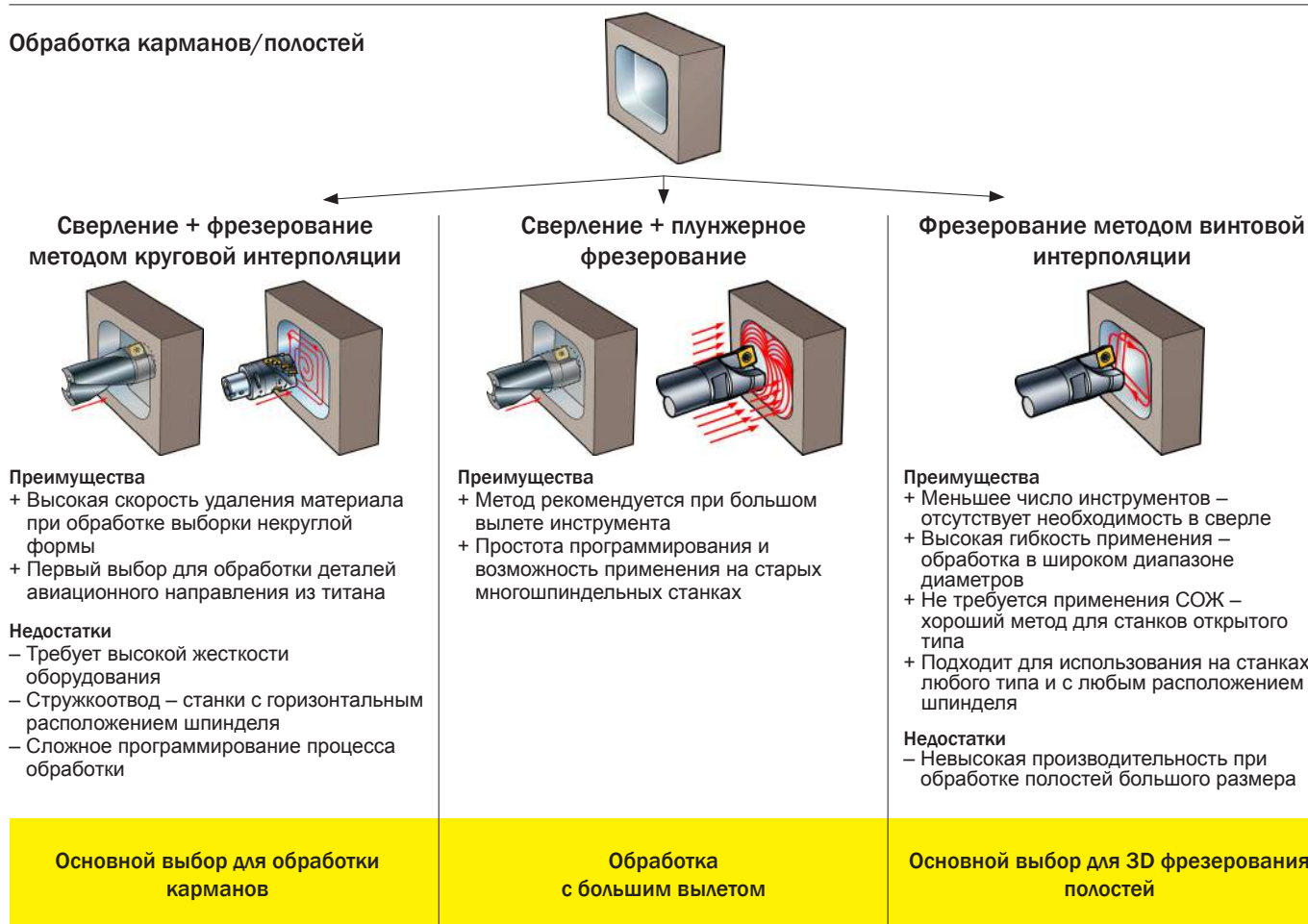


Выбор метода – пример

Торцевое фрезерование



Обработка карманов/полостей



Обзор технологических решений для фрезерования

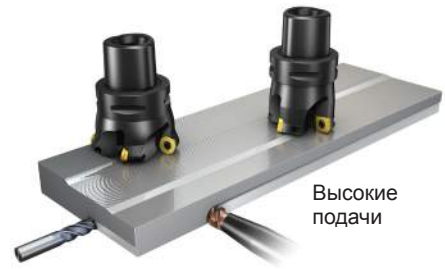
Фрезерование уступов страница D42



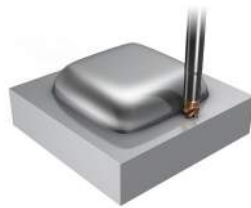
Торцевое фрезерование страница D54



Wiper

Высокие
подачи

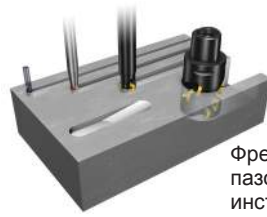
Профильное фрезерование и точение фрезерованием страница D66



От черного до чистового фрезерования выпуклых и вогнутых поверхностей

Точение
фрезерованием

Фрезерование пазов и резьбофрезерование страница D84

Фрезерование
пазов дисковым
инструментомФрезерование
пазов концевым
инструментом

Фрезерование резьбы

Специализированные виды фрезерования страница D100

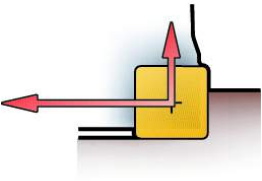




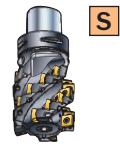



Линейное и круговое
врезаниеКруговая
интерполяцияПлунжерное
фрезерование

Фрезерование фасок

Обработка закрытых
угловФрезерование
по слоям

Обзор инструмента для фрезерования

Фрезы для обработки уступов с углом в плане 90°

 Страница	CoroMill® Plura  D 179	CoroMill® 316  D 183	CoroMill® 390  D 136	CoroMill® 490  D 134
	CoroMill® 690  D 140	CoroMill® 790  D 143	CoroMill® Century  D 144	CoroMill® 290  D 139

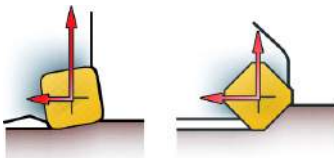







Фрезы с углом в плане 90° очень универсальны в применении, благодаря чему являются самыми часто используемыми. К этой группе относятся фрезы для обработки торцев и уступов, концевые фрезы и длиннокрючковые фрезы.

- Фреза CoroMill 490 является первым выбором для типовых операций обработки торцев и уступов.
- Серия фрез CoroMill 390 объединяет торцевые, концевые и длиннокрючковые фрезы, обладающие возможностью врезаться под углом. Данное семейство также включает антивибрационные фрезы и широкий выбор радиусных пластин для специфического применения.

Цельные твердосплавные фрезы, фрезы CoroMill Plura и фрезы CoroMill 316 со сменными головками занимают нишу фрезерного инструмента небольшого диаметра.

- Длиннокрючковая фреза CoroMill 690 предназначена для обработки титана.
- Фреза CoroMill 790, оптимизированная для обработки алюминия, обладает самыми лучшими характеристиками по возможностям врезания.
- Также эта группа включает чистовые длиннокрючковые фрезы Coromant и фрезы Auto-FS для чистового фрезерования.

Торцевые и плунжерные фрезы с углом в плане 10° - 75°

 Страница	CoroMill® Plura Высокие подачи  D 179	CoroMill® 316 Высокие подачи  D 183	CoroMill® 210  D 158	CoroMill® 245  D 148
	CoroMill® 345  D 146	CoroMill® 360  D 155	CoroMill® 365  D 150	Auto D 152 T-Max 45 D 156

Широкий ассортимент фрез, используемых для обработки плоскостей, а также фрезы с маленьким углом в плане, рекомендуемые для плунжерного фрезерования.

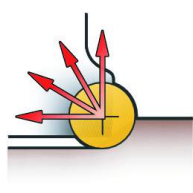
- CoroMill 345 является приоритетным выбором для операций общего торцевого фрезерования, а в качестве ее дополнения выступает фреза CoroMill 245.
- Фреза CoroMill 365 в основном используется для фрезерования чугунов.

Фреза CoroMill 360 специально создана для тяжелого фрезерования.

- CoroMill 210 и соответствующие исполнения CoroMill 316 и CoroMill Plura прекрасно подходят для работы с большими подачами. Также этими фрезами можно выполнять врезание под углом, а CoroMill 210 может использоваться для плунжерного фрезерования.

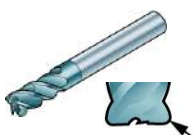


Круглые пластины и фрезы с большими радиусами



Страница

CoroMill® Plura
Большой радиус



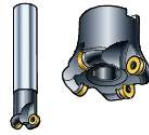
D 178

CoroMill® 316
Большой радиус



D 182

CoroMill® 200



D 164

CoroMill® 300



D 162

Фрезы с круглыми пластинами отличаются высокой универсальностью и с успехом могут использоваться как для торцевого фрезерования с повышенными требованиями, так и на операциях профильной обработки. Они также обеспечивают возможность врезания под углом.

- Первым выбором среди фрез этой группы, несомненно, является фреза CoroMill 300, характеризующаяся низкими усилиями резания. А её тороидальное исполнение в отдельных случаях является хорошей альтернативой фрезам со сферическим концом.
- Фреза CoroMill 200 представляет собой надежное решение для чернового силового фрезерования.
- Фрезы CoroMill Plura и CoroMill 316 с большими радиусами также могут рассматриваться в качестве фрез с круглыми пластинами.

Фрезы со сферическим концом



Страница

CoroMill® Plura



D 178

CoroMill® 316



D 182

CoroMill® со
сферическим концом

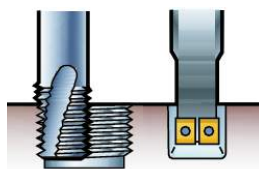
D 164

D 165

Фрезы со сферическим концом, главным образом, предназначены для 3D профильной обработки (рельефные поверхности).

- Фрезы со сферическим концом CoroMill Plura и CoroMill 316 подходят для всех этапов обработки от черновых до чистовых.
- Фрезы со сферическим концом со сменными твердосплавными пластинами CoroMill 216 предназначены для получистового фрезерования, а назначением фрез типа CoroMill 216F является обработка на чистовой стадии.

Фрезы для обработки канавок, пазов и резьб

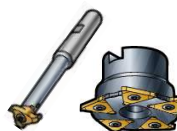


Страница

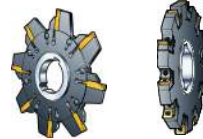
CoroMill® Plura



D 95

CoroMill® 327
CoroMill® 328

D 166

CoroMill® 329
CoroMill® 331

D 168

D 170

Данный тип фрез необходим для обработки канавок и пазов различной глубины. Формирование резьбы также можно отнести к прорезке пазов, но по винтовой траектории.

- Фрезы CoroMill 327 и 328 комплектуются твердосплавными пластинами либо для получения канавок, либо нарезания резьбы.
- Канавки и пазы общего назначения рекомендуется обрабатывать фрезами CoroCutter. А фреза Q-Cutter является отличным дополнением, расширяющим область применения первой.
- Широкоуниверсальные дисковые фрезы CoroMill 331 обеспечивают выполнение разнообразных типов операций, включая фрезерование поднутрений.

Обслуживание инструмента

Регулярно проверяйте состояние посадочных гнезд под пластины на предмет наличия повреждений. Перед установкой пластин убедитесь, что на базовых поверхностях державки нет следов загрязнений или стружки после предыдущего использования.

Своевременно меняйте износившиеся винты. Для затяжки пластин необходимо всегда использовать динамометрический ключ для соблюдения рекомендованных значений моментов.

Для того чтобы получить ожидаемый результат работы инструмента, мы рекомендуем регулярно очищать и смазывать соединительные элементы, по крайней мере, не реже одного раза в год. При этом смазку следует наносить не только на резьбу винта, но и на тыльную поверхность его головки.



Динамометрический ключ

Одним из условий получения ожидаемо высоких результатов при фрезеровании является закрепление пластин с рекомендованным моментом затяжки, поэтому мы настоятельно рекомендуем использование динамометрического ключа.

Превышение рекомендованного значения момента негативно сказывается на работе инструмента и может вызвать поломку пластины или крепежных элементов.

Недотянув винты, вы рискуете надежным закреплением пластин. В связи с чем, в процессе резания могут возникнуть нежелательные вибрации и, соответственно, ухудшиться результаты обработки. Рекомендуемые значения моментов затяжки крепежных винтов пластин приведены в «Основном каталоге».

Меры предосторожности – опасные моменты

- Стружка имеет большую температуру и очень острые кромки. При неосторожном обращении может вызвать ожог на коже или повредить глаза.
- Удостоверьтесь в надежности закрепления всех элементов инструментальной наладки во избежание ослабления крепежных соединений в процессе обработки. Слишком большой вылет инструмента может стать причиной возникновения вибраций и даже поломки инструмента.
- Соблюдайте меры предосторожности или используйте защитный кожух на станке. Из зоны обработки может на большой скорости вылететь стружка или другие металлические элементы.
- Убедитесь в достаточной мощности оборудования при черновом фрезеровании с большой глубиной резания.

Внимание! Максимальное число оборотов шпинделя.

При большой частоте вращения инструмента, вес пластин и крепежных элементов возрастает, что может повлиять на надежность их соединения. Поэтому строго рекомендуется осуществлять высокоскоростную обработку только на станках, обеспечивающих безопасность процессов подобного рода.

Перед установкой пластин, убедитесь в том, что посадочные поверхности и сами пластины, не имеют повреждений и загрязнений, что может стать причиной неудовлетворительного закрепления.

Закрепление пластин размером 16 мм необходимо осуществлять с моментом 2 Нм, а пластин размером 22 мм – с моментом 5 Нм.

Примечание: Вес 19-тигровой пластины при её вращении со скоростью 37500 об/мин составляет 350 кг.

Станки для фрезерования

Тип станка и количество осей

До недавнего времени металлорежущие станки можно было разделить лишь по нескольким основным признакам – токарные или фрезерные, горизонтальной или вертикальной компоновки.

Сегодня, станкостроение шагнуло далеко вперед. В связи с чем, вышеупомянутая градация становится далеко неполной. Например, на современных токарных центрах уже можно выполнять фрезерные операции, при условии наличия инструментального шпинделя. 5-координатные станки получили довольно широкое распространение, о чем свидетельствует уровень современного программного обеспечения. Столь интенсивное развитие станочного парка, не могло не повлиять на режущий инструмент, требования к которому заметно изменились.

- Большая универсальность применения
- Меньшее количество переходов, установов для получения готовой детали
- Возможность работать в условиях невысокой жесткости системы СПИД
- Работа с большим вылетом
- Небольшие глубины резания.

Расположение шпинделя – горизонтальное или вертикальное?



Горизонтальное:

- Предпочтительно для фрезерования крупных заготовок.
- Благоприятные условия для эвакуации стружки при фрезеровании полостей, отсутствие риска повторного резания стружки.
- Меньшая масса способствует более быстрому перемещению шпиндельного узла.
- Как правило, четыре подвижных оси обеспечивают доступ к заготовке с трех сторон.
- Эргономичная и экономичная система сменных паллет.
- Наиболее распространенный тип станков для трехсторонних дисковых фрез.

Небольшие вертикальные центры:

- Компактность станков позволяет разместить их на ограниченном пространстве.
- Хорошо подходят для высокоскоростной обработки – “легкие и быстрые”.

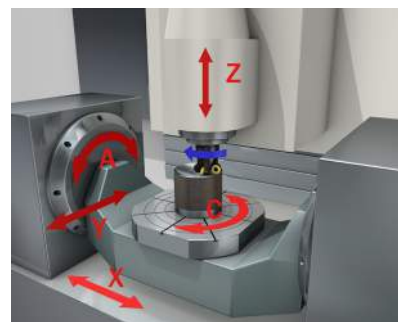
Большие вертикальные центры:

- Обеспечивают большую стабильность процесса за счет отсутствия перемещений детали.
- Подходят для массивных, крупногабаритных деталей.
- Станки колонного типа для обработки деталей гигантского размера.
- Возможна обработка инструментом с увеличенным вылетом и большой массой.

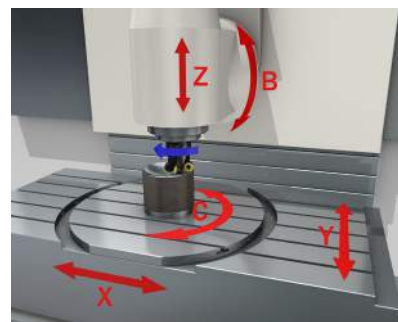
Стабильность

Состояние станка и его жесткость имеют прямое отношение к качеству обработанных на нем деталей. А также характеристики оборудования напрямую влияют на стойкость режущего инструмента. Износ подшипников шпиндельного узла или механизма подачи может привести к резкому снижению качества обработанной поверхности.

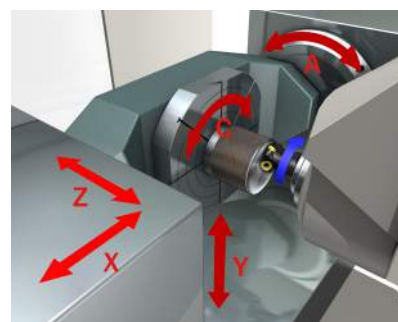
Жесткость инструментальной наладки в целом является наиважнейшим фактором на любой фрезерной операции. Здесь необходимо учитывать вылет инструмента, возможность применения соединения Coromant Carpo, использование antivибрационных адаптеров и т.д.



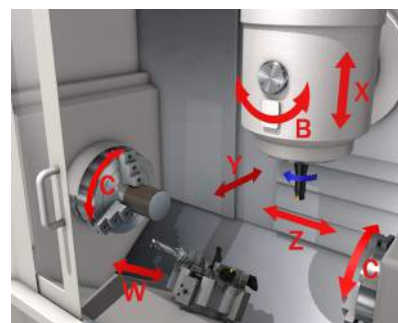
Вертикальный обрабатывающий центр с пятой осью А.



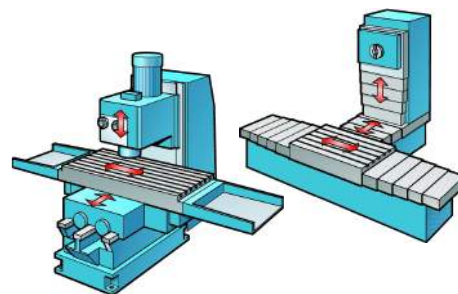
Вертикальный обрабатывающий центр с пятой осью В.



5-осевой горизонтальный обрабатывающий центр.



5-осевой многоцелевой станок.



Вертикальный и горизонтальный 3-осевые станки.

Мощность и крутящий момент

Параметры, определяющие требования по мощности фрезерного оборудования:

- объём снимаемого металла
- средняя толщина стружки
- геометрия пластины/инструмента
- скорость резания.

Чем больше скорость снятия металла, тем более мощный станок потребуется. Черновое фрезерование труднообрабатываемых материалов на низких оборотах шпинделя предъявляет серьезные требования к станку по мощности и значению передаваемого момента.

На станках с ограничениями по мощности и моменту образуется стружка переменной толщины, что делает процесс резания крайне нестабильным.

Преобладающее большинство современных обрабатывающих центров имеют мотор-шпиндель. Результатом непрерывного увеличения скоростных и/или функциональных возможностей станков являются:

- Небольшой момент на высоких скоростях
- На низких оборотах - невысокая мощность

Поэтому высокоскоростные станки не подходят для черновой обработки фрезами большого диаметра.

В связи с вышесказанным несколько изменился в целом подход к выбору метода фрезерования. Современные тенденции можно охарактеризовать как необходимость в инструменте для «легкой и быстрой» обработки, небольшого диаметра, с небольшими глубинами резания, a_p/a_e , и большими подачами на зуб, f_z .

При необходимости обеспечения высокой мощности на низких оборотах станки могут быть оснащены редуктором, что позволит выполнять на данном оборудовании и черновые, и чистовые операции.

Размер шпинделя

Станки с размером шпинделя ISO 30, 40, 50 и 60 обладают определенными преимуществами и имеют некоторые ограничения.

Выполнение тяжелых фрезерных операций требует большего размера шпинделя, в то время как высокоскоростное фрезерование, при котором нет необходимости в передаче высокого момента, целесообразнее осуществлять на станках с небольшим размером шпинделя.

Размер шпинделя определяет возможный максимальный диаметр фрезы и глубину резания, с которой можно вести обработку на данном станке.

В связи с большим разнообразием фрезерных станков очень сложно сформулировать рекомендации, справедливые для всех типов, но общее правило по выбору размера фрезы выглядит так:

ISO 60 – “большие фрезы”.

ISO 50/Coromat Capto размер C8 – D_c 160 мм.

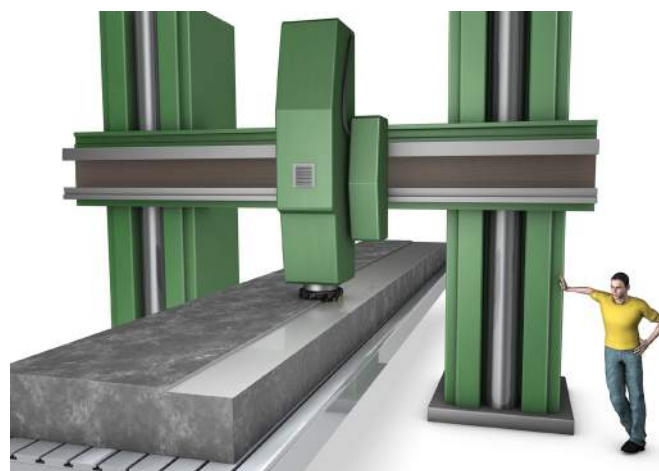
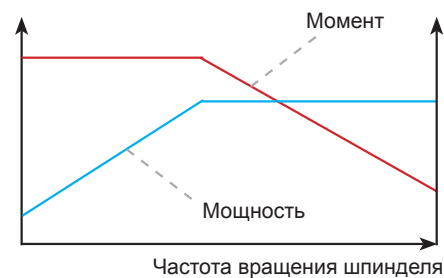
ISO 40/Coromat Capto размер C6 – D_c 100 мм.

ISO 30/Coromat Capto размер C4 – D_c 50 мм.

Длиннокромочные фрезы требуют как минимум конуса ISO 50 или соединения Coromant Capto размером C8.

Интегрированное в шпиндель соединение инструмента повышает стабильность процесса.

На станках портального типа и других крупногабаритных станках, фрезы могут устанавливаться непосредственно в шпиндель. Данный способ крепления обеспечивает высочайшую стабильность и минимально возможный вылет наладки.



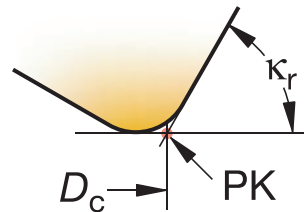
Гигантский станок портального типа для тяжелого фрезерования.

Основные определения

Процесс фрезерования

Главный угол в плане – K_r (градусы)

Основным геометрическим параметром фрезы является главный угол в плане, (K_r), определяющий направление сил резания и толщину срезаемой стружки, см. стр. D18.



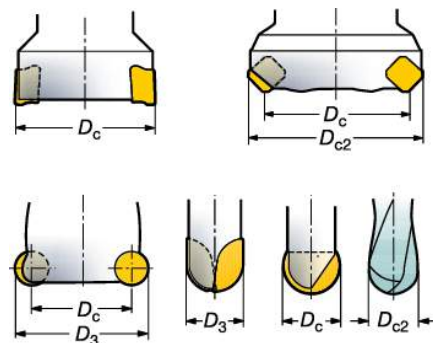
Диаметр фрезы – D_c (мм)

Диаметр фрезы, (D_c) измеряется по точкам пересечения линии режущей кромки и зачистной фаски.

Для большинства типов фрез именно этот диаметр указан в таблице для заказа. Исключением является фреза CoroMill 300, для которой указан диаметр D_3 .

Наиболее информативным является эффективный диаметр фрезы, (D_{cap}) на определенной глубине резания (a_p). Значение этого диаметра используется для расчета скорости резания (v_e), см. стр. D 76.

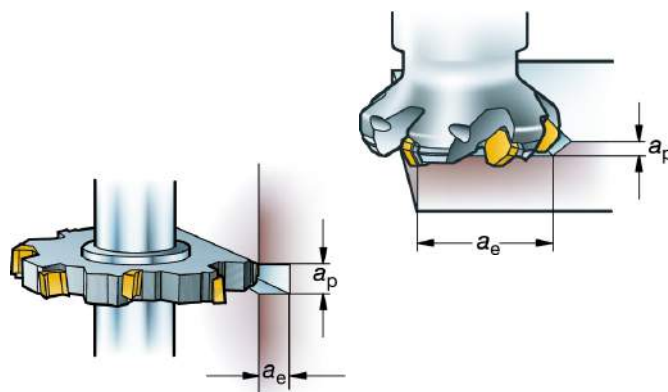
Максимальный диаметр по пластинам D_3 для некоторых типов фрез равен диаметру D_c .



Глубина резания – a_p (мм)

Глубина резания, (a_p) это расстояние между обработанной и необработанной поверхностями, измеряемое вдоль оси фрезы. Максимальное значение a_p , как правило, ограничивается размером пластины и возможностями станка по мощности.

При выполнении черновых операций существенное значение имеет величина передаваемого момента. На чистовых этапах обработки более важным становится наличие или отсутствие вибраций.



Ширина фрезерования – a_e (мм)

Шириной фрезерования, (a_e) называют величину срезаемого припуска, измеренную в радиальном направлении. Данный параметр особенно важен при плунжерном фрезеровании. Максимальное значение a_e также имеет значение при возникновении проблем с вибрациями при фрезеровании в углах.

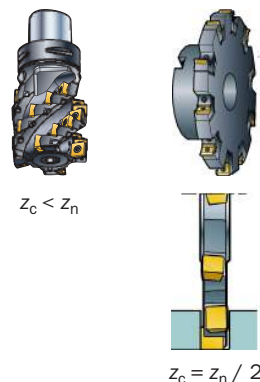
Ширина перекрытия – a_e / D_c

Ширина перекрытия, (a_e / D_c) это отношение ширины фрезерования к диаметру фрезы.

Эффективное число зубьев фрезы – z_c

Данная величина используется для определения минутной подачи, (v_f) и производительности. Зачастую, она имеет решающее влияние на характер стружкоотвода и стабильность операции в целом.

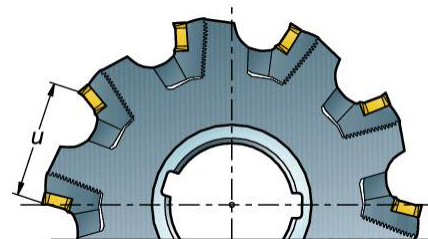
Число зубьев фрезы – z_n



Шаг зубьев – u (мм)

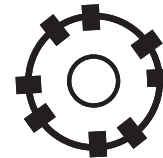
Расстояние между одинаковыми точками соседних зубьев, (u).

Для определенного диаметра фрезы может быть выбран различный шаг зубьев. Он может быть крупным (-L), нормальным (-M) и мелким (-H). Буква X в коде фрезы указывает на особо мелкий шаг пластин.



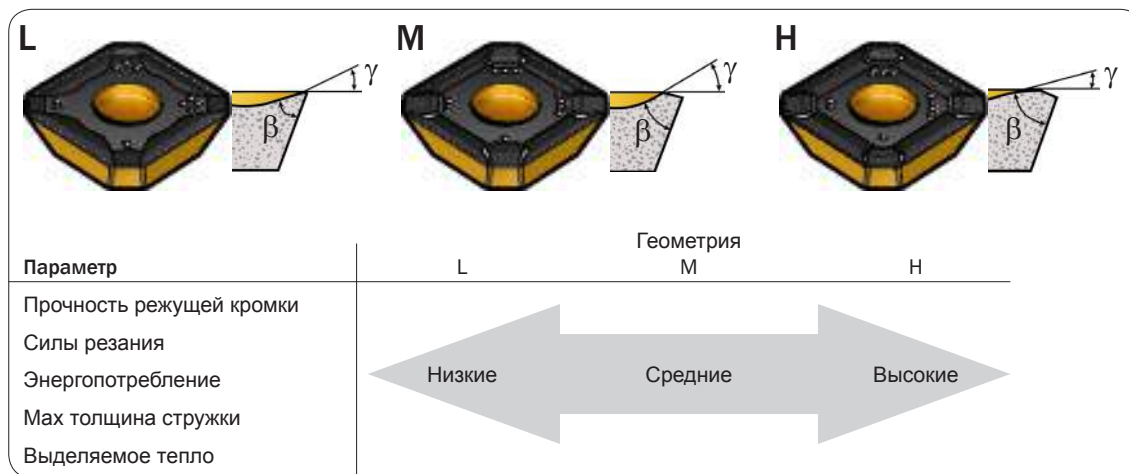
Неравномерный шаг

Означает разное расстояние между зубьями фрезы. Фрезы с неравномерным шагом сводят к минимуму риск возникновения вибраций. Более подробно о шаге зубьев см. на стр. D17.



Фрезерные пластины

Геометрия пластины



Наиболее важными параметрами режущей пластины можно назвать два угла:

- передний угол (γ)
- угол режущего клина (β)

Выбор геометрии пластин условно упрощен до трех областей, различающихся условиями резания, легкими, средними и тяжелыми.

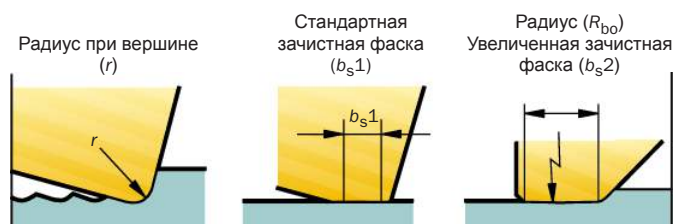
- L (легкая) геометрия имеет более острую, но менее прочную режущую кромку (большой γ , маленький β)
- H (тяжелая) геометрия характеризуется прочной и более тупой режущей кромкой (маленький γ , большой β)

От геометрии пластины зависит множество параметров резания. Пластина с прочной режущей кромкой способна выдерживать большие нагрузки, но в этом случае силы резания достаточно высоки, потребляется больше энергии и выделяется большее количество тепла.

Существует также подразделение геометрий пластин по группам обрабатываемых материалов. Например, геометрии для обработки чугунов: KL, KM, KH.

Геометрия вершины пластины

Участок режущей кромки, определяющий качество обработанной поверхности, это стандартная зачистная фаска b_{s1} либо увеличенная зачистная фаска b_{s2} , или радиус при вершине пластины r_c .



Процесс фрезерования

Скорость резания – v_c (м/мин)

Это окружная скорость перемещения режущих кромок фрезы на диаметре, являющаяся основополагающим параметром для расчета режимов резания.

Рекомендуемые значения скоростей резания для обработки всех групп материалов при различной толщине срезаемой стружки h_{ex} приведены в "Основном каталоге".

Эффективная или истинная скорость резания

Это скорость резания на эффективном диаметре (D_{cap}).

Это значение необходимо при расчете конкретных режимов резания на определенной глубине резания (a_p). Данный параметр важен при использовании фрез с круглыми пластинами, концевых фрез со сферическим концом и всех фрез с большим радиусом при вершине, а также фрез с главным углом в плане менее 90° .

$$v_c = \frac{D_{cap} \times \pi \times n}{1000}$$

Частота вращения шпинделя – n (об/мин)

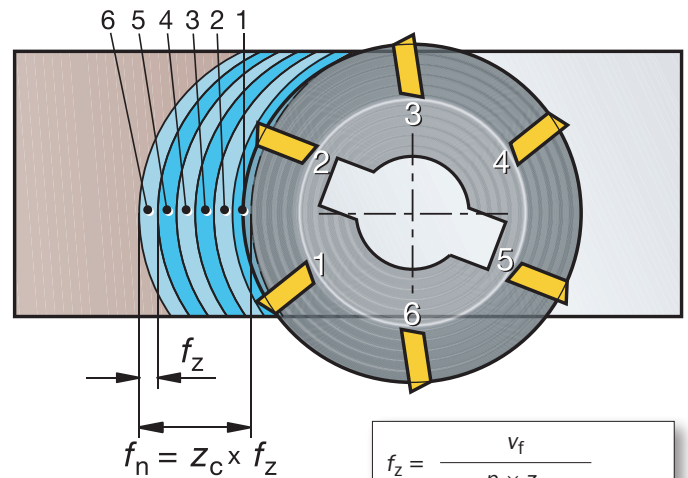
Число оборотов фрезы в минуту. Это величина, имеющая отношение к станку, вычисляется в соответствии с рекомендованной для данного типа обработки скоростью резания.



Подача на зуб – f_z (мм/зуб)

Параметр, необходимый для расчета режимов резания, такого, например, как минутная подача. Подача на зуб рассчитывается исходя из максимально рекомендуемой толщины стружки (h_{ex}) и главного угла в плане.

Рекомендуемые начальные значения подачи на зуб (f_z) для большинства типов фрез CoroMill приведены на стр. D192 данного издания и в "Основном каталоге". Для фрез CoroMill Plura также учитывается группа обрабатываемого материала.



$$f_z = \frac{V_f}{n \times z_c}$$

Подача на оборот – f_n (мм/об)

Вспомогательный параметр, иллюстрирующий относительное смещение фрезы и заготовки за один оборот фрезы.

Используется для вычисления подачи и, зачастую, является определяющим ограничивающим параметром в отношении чистовой обработки.

Минутная подача – v_f (мм/мин)

Минутная подача или скорость подачи отражает скорость перемещения заготовки и, соответственно, стола в минуту. Она вычисляется исходя из подачи на зуб (f_z) и количества зубьев фрезы (z_n).

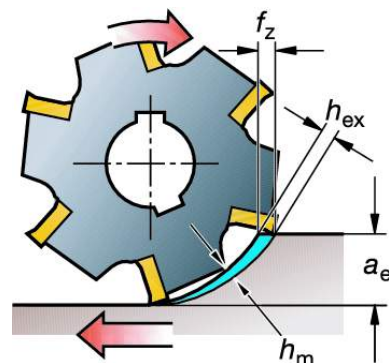
Максимальная толщина стружки – h_{ex} (мм)

Данная величина связана с подачей на зуб (f_z), шириной фрезерования (a_e) и главным углом в плане (κ_r).

Толщина стружки является важным фактором при определении подачи на зуб, соответствующей максимально возможной минутной подаче. См. стр. D20.

Средняя толщина стружки – h_m (мм)

Необходима для расчета удельной силы резания, которая, в свою очередь, участвует в расчете потребной мощности.

**Производительность снятия металла – Q (см³/мин)**

Это объем удаляемого материала в единицу времени, определяемый глубиной, шириной обработки и величиной подачи.

Удельная сила резания – k_{ct} (Н/мм²)

Величина, характеризующая обрабатываемый материал с точки зрения затрат мощности на резание и толщины стружки. Более подробная информация в разделе "Материалы", глава H.

Мощность P_c и коэффициент полезного действия η_{mt}

Характеристики станка, позволяющие оценить возможность применения инструмента и выполнения данного типа операции на данном типе оборудования.

$$P_c = \frac{a_p \times a_e \times v_f \times k_c}{\eta_{mt} \times 60 \times 10^6}$$

Более подробная информация и вычисления в разделе "Информация/Указатели", глава I.

Время резания – T_c (мин)

Вычисляется как отношение длины резания (l_m) к минутной подаче (v_f).

Основные понятия, использующиеся в данном руководстве

Определения наиболее распространенных понятий в области резания. Не пренебрегайте их использованием при необходимости коротко сформулировать или упомянуть какой-либо вид обработки в отношении инструмента Sandvik Coromant.

Высокоскоростная обработка

Высокоскоростной обработке (HSM) в разных разделах данного издания посвящены отдельные параграфы.

Линейное врезание

Одновременное поступательное перемещение инструмента в осевом и радиальном направлениях.

Фрезерование по круговой траектории

Перемещение инструмента по круговой траектории при постоянной координате z (круговая интерполяция).

Врезание по круговой траектории

Движение инструмента по винтовой траектории (винтовая интерполяция).

Одноуровневое фрезерование

Фрезерование с постоянной координатой z.

Фрезерование с точечным контактом

Обработка точкой на сферической части фрезы, отклоненной от центра.

Профильное фрезерование

Формирование повторяющихся выступов при профильной обработке поверхностей сферическим инструментом.

Производительность фрезерования

Производительность, определяемая во фрезеровании величиной удельного объема снимаемого материала (Q , см³/мин), может быть увеличена или оптимизирована самыми разными способами. Правильный выбор инструмента играет при этом, несомненно, важную роль. Но не менее значимым является и выбор оптимального метода фрезерования.

Семь примеров, приведенных ниже, иллюстрируют, за счет чего можно повысить режимы резания, увеличив тем самым эффективность операций фрезерования.



Тип обработки	1	2	3	4	5	6	7
	Торцевое фрезерование Алюминий	Периферийное фрезерование Небольшое a_e/D_c	Профильное фрезерование Чистовая обработка	Торцевое фрезерование Малый угол в плане	Торцевое фрезерование Тяжёлая обработка	Торцевое фрезерование Wiper	Торцевое фрезерование Чугун
Параметры резания	v_c	Высокая	Высокая	Высокая			
	n		Высокая	Высокая			
	f_z		Высокая		Высокая	Высокая	Высокая
	z						Высокая
	v_f	Высокая	Высокая	Высокая	Высокая	Высокая	Высокая
	a_p			Малая	Малая		Малая
	a_e		Малая	Малая		Высокая	

$Q = v_f \times a_p \times a_e / 1000$ (см³/мин), где $v_f = f_z \times n \times z_n$ (мм/мин)

1. Торцевое фрезерование – Высокая скорость резания, v_c

При обработке алюминия и иногда при обработке чугуна пластинами из CBN или керамики, скорость резания может превышать 1000 м/мин, что, соответственно, означает очень высокую минутную подачу, v_f . Фрезерование на таких режимах можно назвать высокоскоростной обработкой (HSM).

2. Периферийное фрезерование – Высокие скорость резания, v_c , и подача, f_z

Когда фреза работает с небольшим радиальным припуском, a_e , время контакта инструмента с заготовкой очень маленькое и, соответственно, режущая кромка нагревается несильно. А это значит, что скорость резания может быть увеличена по отношению к стандартному рекомендованному значению. Также может быть увеличено и значение подачи, f_z , потому что максимальная толщина стружки, h_{ex} , в этом случае будет небольшой. Подача будет ограничена лишь требованиями по качеству обработанной поверхности. Более подробная информация на стр. D50.

3. Профильное фрезерование – Высокая частота вращения шпинделя, n

Данный метод фрезерования также называют высокоскоростной обработкой (HSM) и, как правило, используют на финишных этапах обработки криволинейных поверхностей фрезами со сферическим концом. Более подробная информация на стр. D76.

4. Торцевое фрезерование с малым углом в плане и с высокой подачей, f_z

Фрезы с небольшим углом в плане позволяют существенно увеличивать подачу, f_z . Это объясняется эффектом утонения стружки при небольшом значении a_p . Более подробная информация на стр. D20.

5. Тяжёлое фрезерование – большая глубина резания – тяжёлые условия

Для тяжёлого фрезерования используются фрезы большого диаметра с пластинами большого размера. При стандартном значении скорости резания, высокая производительность достигается за счет больших значений a_p и f_z , в сочетании с большой шириной фрезерования, a_e . Более подробная информация на стр. D62.

6. Чистовая обработка пластинами Wiper

На финишных операциях с использованием больших торцевых фрез подачу на зуб, f_z , следует назначать невысокой. Однако, за счет комплектации фрезы пластинами wiper, подача может быть увеличена в 2-3 раза без снижения качества поверхности. Более подробная информация на стр. D64.

7. Торцевое фрезерование – особо мелкий шаг фрезы

При фрезеровании материалов, дающих элементную стружку, таких как чугун, рекомендуется выбирать фрезу с особо мелким шагом, что увеличит минутную подачу. Фрезы данного типа также обеспечат высокое значение минутной подачи при обработке жаропрочных сплавов, выполняемой с низкими скоростями резания.

"Легкая и быстрая" обработка: Операции 2, 3 и 4 характеризуются небольшой шириной, a_e , и/или глубиной фрезерования, a_p , что означает невысокие усилия резания и отсутствие риска перегрева режущих кромок. Следовательно, на них могут быть увеличены скорость и/или подача.

Общие рекомендации

Шаг фрезы и количество зубьев

При выборе оптимального эффективного числа зубьев фрезы, z_c , для выполнения той или иной операции необходимо также учитывать шаг, с которым зубья распределяются по диаметру. Равномерный шаг зубьев доступен для всех типов фрез CoroMill.

В зависимости от диаметра и числа зубьев, некоторые фрезы также имеют исполнение с неравномерным шагом зубьев, т.е. неравным расстоянием между пластинами.

Преимуществом такого исполнения фрезы является сниженная склонность к вибрациям, а, соответственно, повышенная стабильность обработки. Такие фрезы рекомендуются при большом значении a_e и увеличенном вылете.

Шаг фрезы влияет на:

- Производительность
- Стабильность
- Энергопотребление
- Возможность обработки того или иного материала.

С увеличением числа режущих зубьев, увеличивается минутная подача, при сохранении скорости резания и подачи на зуб на том же уровне и без риска перегрева режущей кромки.

Увеличение количества зубьев изменяет конструктивные особенности фрезы. Меньшее расстояние между пластинами означает, что пространство для размещения стружки уменьшается. Именно этим объясняется тот факт, что такие фрезы, чаще всего, изготавливают с равномерным шагом.

Мощность оборудования зачастую является ограничивающим фактором при расчете эффективного числа зубьев.

Ассортимент фрез Sandvik Coromant включает три разновидности шага, удовлетворяющих конкретным условиям обработки:

Крупный –L
Нормальный –M
Мелкий –H

Фрезы с более частым расположением зубьев (шаги -M и -H) предназначены для обработки в условиях высокой стабильности и при небольшой ширине фрезерования, a_e . В процессе работы этих фрез, в резании гарантированно находится более одного зуба.



Крупный шаг –L

Уменьшенное количество пластин и неравномерный шаг.

- Первый выбор для нестабильных условий обработки за счет минимальных усилий резания
- Ограничения по мощности
- Большие вылеты инструмента
- Фрезерование на полную глубину паза
- Длинностружечные материалы группы ISO N (большое пространство для стружки).



Нормальный шаг –M

Равномерный или переменный шаг, в зависимости от типа фрезы, со средним количеством зубьев.

- Первый выбор для черновой обработки в стабильных условиях
- Хорошая производительность
- Достаточное пространство стружечных канавок для чернового фрезерования материалов групп ISO P, M и S.



Мелкий шаг –H

Равномерный шаг и максимальное количество пластин.

- Первый выбор для высокопроизводительного фрезерования с небольшой a_e (более одного зуба в зацеплении)
- Черновая и чистовая обработка материалов группы ISO K
- Черновая обработка жаропрочных сплавов в сочетании с круглыми пластинами.



HX

Примечание: Добавленная к коду фрезы буква X указывает на особо мелкий шаг пластин, по сравнению со стандартным исполнением.

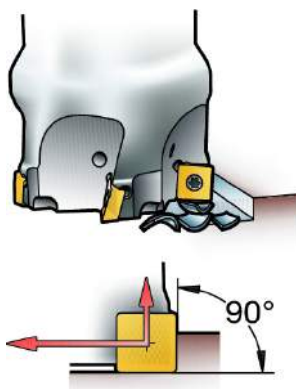
Главный угол в плане

Это угол, измеряемый между главной режущей кромкой и обрабатываемой поверхностью.

Он определяет толщину срезаемого слоя, оказывает влияние на направление сил резания и стойкость инструмента.

В основном фрезы выпускаются с главным углом в плане 90° , 45° и 10° , а также фрезы с круглыми пластинами.

- Снижение угла в плане, K_r , ведет к образованию более тонкой стружки, h_{ex} , для данного диапазона подач, f_z . Уменьшение толщины стружки происходит из-за распределения одного и того же объема снимаемого металла на большей длине режущей кромки.
- При меньшем угле в плане режущая кромка постепенно входит в работу и выходит из нее. Это уменьшает радиальную составляющую силы резания и защищает режущую кромку от возможных поломок.
- Неблагоприятным последствием небольшого угла в плане является увеличение осевой составляющей силы резания, что вызывает ухудшение шероховатости поверхности тонкостенных деталей.



Фрезы с углом в плане 90°

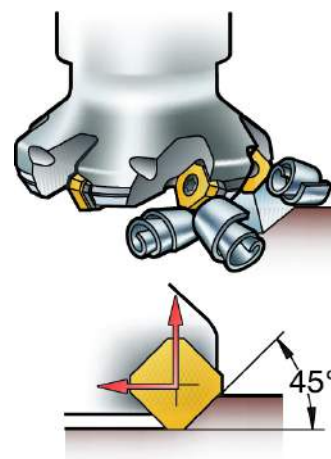
- Основная область применения таких фрез - обработка прямоугольных уступов.
- Сила резания направлена преимущественно радиально, в соответствии с направлением подачи.
- Обрабатываемая поверхность не подвергается большому давлению, что является преимуществом при обработке нежестких заготовок или при низкой жесткости приспособления.

Программа фрез: CoroMill 290, CoroMill 390, CoroMill 490, CoroMill 590, CoroMill 690, CoroMill 790, CoroMill Plura и чистовые фрезы Auto-FS. Фрезы специального назначения - дисковые фрезы CoroMill 331, CoroMill 327/328 и фрезы T-Max Q-cutter.

Фрезы с углом в плане 45°

- Основной выбор для торцевого фрезерования.
- Баланс осевых и радиальных сил резания.
- Плавный вход в резание.
- Меньшая склонность к вибрациям при работе с большим вылетом инструмента или при закреплении в приспособлениях с небольшими усилиями зажима.
- Особенно рекомендуются для обработки материалов, дающих элементную стружку и склонных к выкрашиванию при значительных радиальных усилиях на выходе инструмента.
- Меньшая толщина срезаемого слоя позволяет увеличивать минутную подачу стола при умеренных нагрузках на режущую кромку.

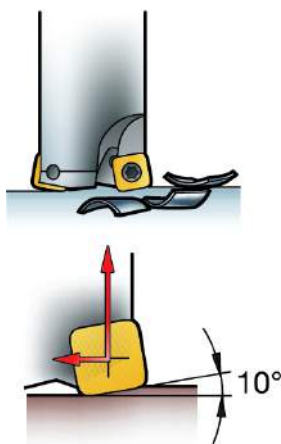
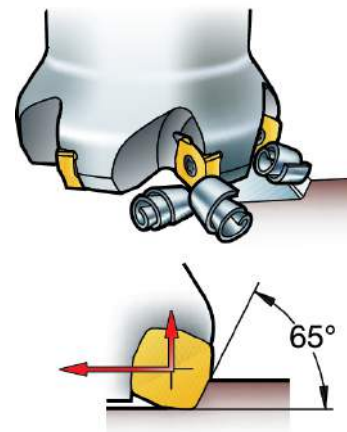
Программа фрез: CoroMill 245, CoroMill 345, T-Max 45 и фрезы Sandvik Auto.



Фрезы с углом в плане от 60° до 75°

- Фрезы специального назначения, позволяющие работать с большей глубиной резания по сравнению с фрезами общего назначения.
- Меньшие осевые усилия по сравнению с торцевыми фрезами с углом 45°.
- Более прочная режущая кромка в отличие от фрез с углом 90°.

Программа фрез: CoroMill 360, CoroMill 365 и фрезы Auto AF.

**Фрезы с углом в плане 10°**

- Фрезерование с большими подачами и плунжерное фрезерование.
- Стружка небольшой толщины позволяет работать с большим значением подачи на зуб, f_z , при небольшой глубине резания и, соответственно, очень высокой минутной подаче, v_f .
- Преобладание осевой составляющей силы резания, направленной к шпинделю. Это уменьшает склонность к вибрациям и представляет преимущество при большой длине и низкой жесткости наладки.
- Плунжерное фрезерование карманов и необходимость в инструменте с большим вылетом.
- Эффективное решение для трехкоординатной обработки отверстий.

Программа фрез: CoroMill 210, CoroMill 316 и высокопроизводительные фрезы CoroMill Plura.

Фрезы с круглыми пластинами или с большим радиусом при вершине

- Высокопроизводительный инструмент для выполнения чернового фрезерования.
- Радиусная геометрия обеспечивает высокую прочность режущей кромки.
- Возможность работы при больших подачах стола, благодаря образованию довольно тонкой стружки на большой длине режущей кромки.
- Рекомендуются для фрезерования труднообрабатываемых материалов, таких как титан и жаропрочные сплавы.
- Угол в плане меняется в процессе резания от 0 до 90°, и, соответственно, меняется и направление сил резания. Направление суммарной нагрузки зависит от глубины резания, a_p .

Программа фрез: CoroMill 200, CoroMill 300 и – при небольших глубинах резания – CoroMill 390 с радиусными пластинами; фрезы со сферическим концом CoroMill 216 и CoroMill 216F. Целые твердосплавные фрезы CoroMill Plura и CoroMill 316 в исполнении с большим радиусом при вершине.

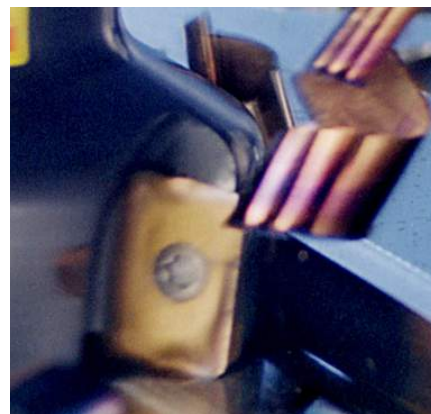


Максимальная толщина срезаемого слоя

Максимальная толщина стружки является определяющим параметром производительного и надежного процесса фрезерования.

Эффективное резание будет иметь место только в том случае, когда это величина точно соответствует используемому типу фрезы.

- Занижение толщины срезаемой стружки, h_{ex} , в большинстве случаев, является причиной низкого уровня производительности. Это также негативно сказывается на стойкости инструмента и процессе стружкодробления.
- Завышение предельно допустимого значения толщины срезаемого слоя грозит перегрузкой режущей кромки, в результате чего может произойти ее поломка.



Эффект утонения стружки позволяет увеличивать подачу

Увеличение подачи на зуб допустимо в трех случаях:

1. Прямолинейная режущая кромка с углом в плане меньше 90° .
2. Круглые пластины или пластины с большим радиусом при вершине при небольшой глубине резания, a_p .
3. Работа периферийной частью фрезы при небольшой ширине фрезерования, a_e/D_e .

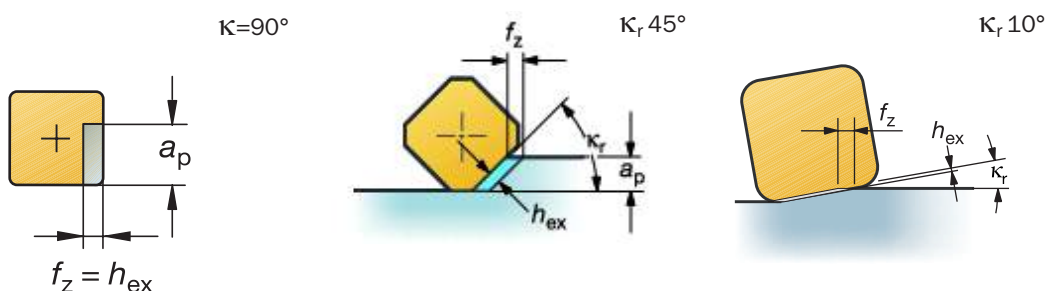
1. Пластины с прямолинейной режущей кромкой

При прямолинейной режущей кромке толщина стружки, h_{ex} , равна подаче на зуб, f_z если угол в плане равен 90° . С уменьшением угла в плане, K_r , подача на зуб, f_z может быть увеличена.

Пример расчета:

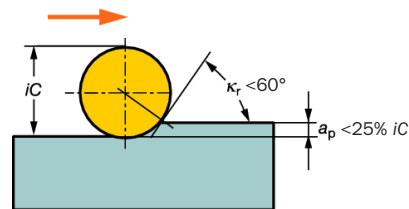
При максимальной толщине стружки, h_{ex} , 0.1 мм и главном угле в плане, K_r , 45° , рекомендуемая подача на зуб, f_z , составит $1.4 \times 0.1 = 0.14$ мм/зуб.

Главный угол в плане K_r	Поправочный коэффициент	f_z (мм/зуб):		
		h_{ex} (мм) min	начал. 0.15	max 0.2
90°	1.0	0.10	0.15	0.20
75°	1.0	0.10	0.16	0.21
65°	1.1	0.11	0.17	0.22
45°	1.4	0.14	0.21	0.28
10°	5.8	0.58	0.86	1.15

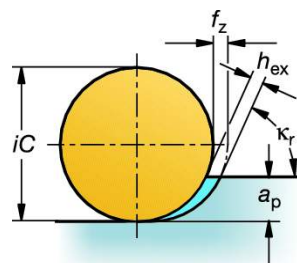


2. Круглые пластины и пластины с большим радиусом при вершине

- Наилучшая производительность при работе фрезами с круглыми пластинами или фрезами со сферическим концом с небольшой глубиной резания, когда κ_r не превышает 60° . Глубина резания не должна быть больше 25% от размера пластины iC .
- Для работы с большей глубиной резания лучше подойдут фрезы с квадратными пластинами с постоянным значением главного угла в плане, κ_r , равного 45° .
- Толщина срезаемой стружки, h_{ex} , у фрез с круглыми пластинами варьируется в зависимости от главного угла в плане. При небольшом отношении a_p/iC возможно значительное повышение подачи и, соответственно, увеличение толщины срезаемого слоя до необходимого уровня.
- Круглые пластины обладают большими возможностями по толщине срезаемой стружки, чем фрезы с прямолинейной режущей кромкой. Это объясняется большей протяженностью режущей кромки и ее большей прочностью.



$$\cos \kappa_r = \frac{(0.5 iC - a_p)}{0.5 iC}$$



$$f_z = \frac{h_{ex} \times iC}{2 \times \sqrt{a_p \times iC - a_p^2}}$$



Пример: фреза CoroMill 300 с пластинами геометрии E-PL

iC	Мак толщина стружки, h_{ex} (мм)			Подача на зуб, f_z (мм)									
	Min	Начал.	Max	a_p (мм)									
				0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4		
8	0.1	0.15	0.2	0.31	0.23	0.19	0.17						
10	0.1	0.2	0.25	0.46	0.33	0.28	0.25	0.23					
12	0.1	0.2	0.25	0.50	0.36	0.30	0.27	0.25	0.23				
16	0.1	0.2	0.25	0.57	0.41	0.34	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23		

3. Периферийное фрезерование

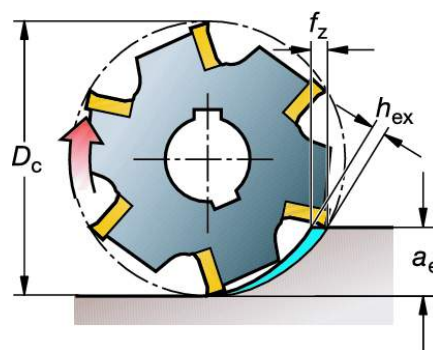
Значение h_{ex} зависит от диаметра фрезы и ширины фрезерования, a_e/D_c .

Когда это отношение менее 50%, максимальная толщина стружки уменьшается в соответствии с f_z .

Подача может быть увеличена на величину поправочного коэффициента, зависящего от ширины фрезерования, a_e/D_c .

Пример:

$D_c = 20$ мм, $a_e = 2$ мм, $a_e/D_c = 10\%$
 $h_{ex} = 0.1$ мм, $f_z = 0.17$ мм/зуб.



Ширина фрезерования a_e/D_c	Поправочный коэффициент	f_z (мм/зуб):		
		h_{ex} (мм)		
		min	начал.	max
50-100%	1.0	0.1	0.15	0.20
25%	1.16	0.12	0.17	0.23
20%	1.25	0.13	0.19	0.25
15%	1.4	0.14	0.21	0.28
10%	1.66	0.17	0.25	0.33
5%	2.3	0.23	0.34	0.46

Стружкообразование в зависимости от направления фрезерования

Нагрузка на режущую кромку

Каждый раз, когда режущая кромка входит в зону резания она испытывает ударные нагрузки. Поэтому для успешного протекания процесса фрезерования крайне важно создать соответствующие условия входа и выхода инструмента из зоны резания.

Попутное фрезерование

Попутное фрезерование (фрезерование по подаче) – это способ, при котором направление движения заготовки совпадает с вектором скорости резания.

- Попутное фрезерование является предпочтительным при условии, что жесткость оборудования, крепления и обрабатываемый материал позволяют применять данный метод.
- Толщина стружки на входе зуба в резание максимальна и уменьшается до нулевого значения на выходе. Это помогает избежать повышенного трения и выглаживания обрабатываемой поверхности в начальный момент резания.
- Большая толщина стружки является в данном случае преимуществом. Силы резания прижимают заготовку к столу станка, а пластины в гнезда корпуса.

Отдельные случаи, когда встречное фрезерование предпочтительно:

- При попутном фрезеровании силы резания стремятся затянуть фрезу на обрабатываемый припуск и прижать заготовку. Поскольку направление скорости резания и подачи совпадают, требуется безззорный привод в механизме подачи стола.
- Смещение под действием сил резания стола или заготовки приведет к “подрыву” – внезапному увеличению подачи на зуб, что чревато поломкой.
- В случае, когда припуск распределен не равномерно, встречное фрезерование предпочтительнее.

Примечание: При использовании керамических пластин для обработки жаропрочных сплавов рекомендуется выбирать встречное фрезерование, что связано с повышенной чувствительностью керамических пластин к удару, имеющему место при входе в резание.

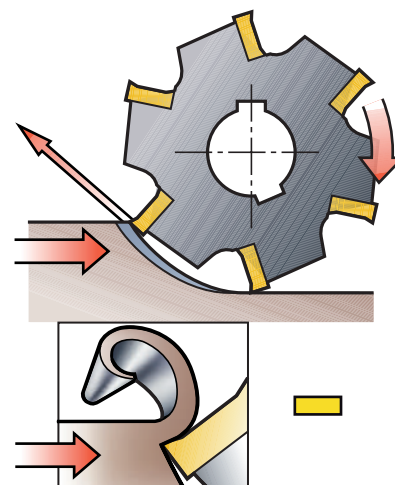
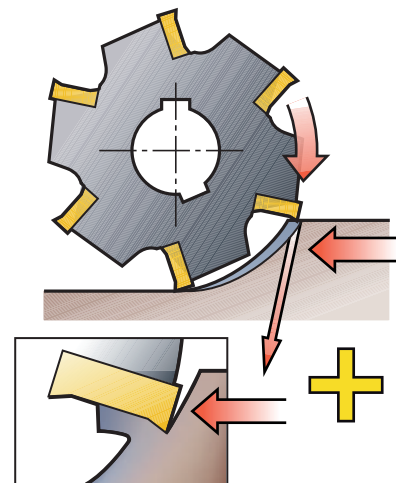
Встречное фрезерование

При встречном фрезеровании (традиционном фрезеровании) скорость резания и движение подачи заготовки направлены в противоположные стороны.

- При врезании толщина стружки равна нулю, на выходе – максимальна. Возникающие при этом высокие силы трения “отжимают” фрезу и заготовку друг от друга.
- Высокие растягивающие напряжения, возникающие на выходе кромки из резания, могут стать причиной быстрой поломки пластины.
- В начальный момент врезания зуба процесс резания больше напоминает выглаживание, с сопутствующими ему высокими температурами и повышенным трением. Зачастую это грозит нежелательным упрочнением поверхностного слоя детали. А также сокращает срок службы инструмента.
- Преобладающие радиальные силы резания стремятся оторвать заготовку от стола.
- Стружка большой толщины на выходе пластины из резания негативно сказывается на стойкости инструмента.
- В процессе фрезерования стружка налипает на режущую кромку и препятствует ее работе в следующий момент резания. При встречном фрезеровании это может привести к заклиниванию стружки между пластиной и заготовкой.

Закрепление заготовки

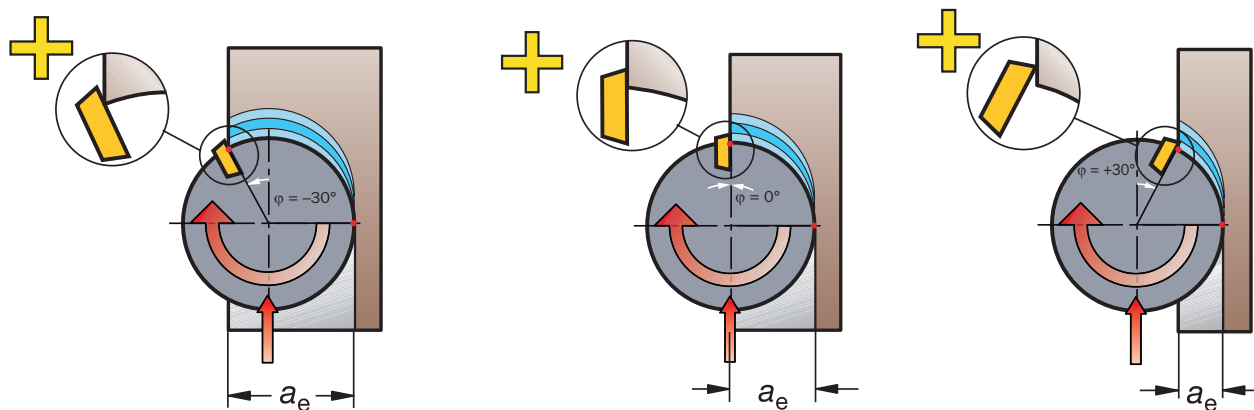
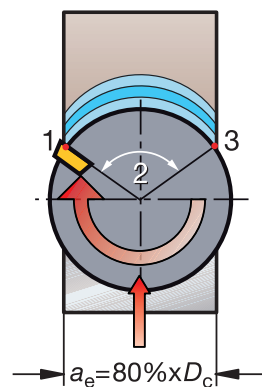
Выбор способа закрепления детали сильно зависит от направления подачи инструмента. При встречном фрезеровании система закрепления должна противостоять “отрывающим” усилиям, тогда как при попутном фрезеровании силы резания, наоборот, прижимают заготовку к столу.



Условия входа и выхода из резания

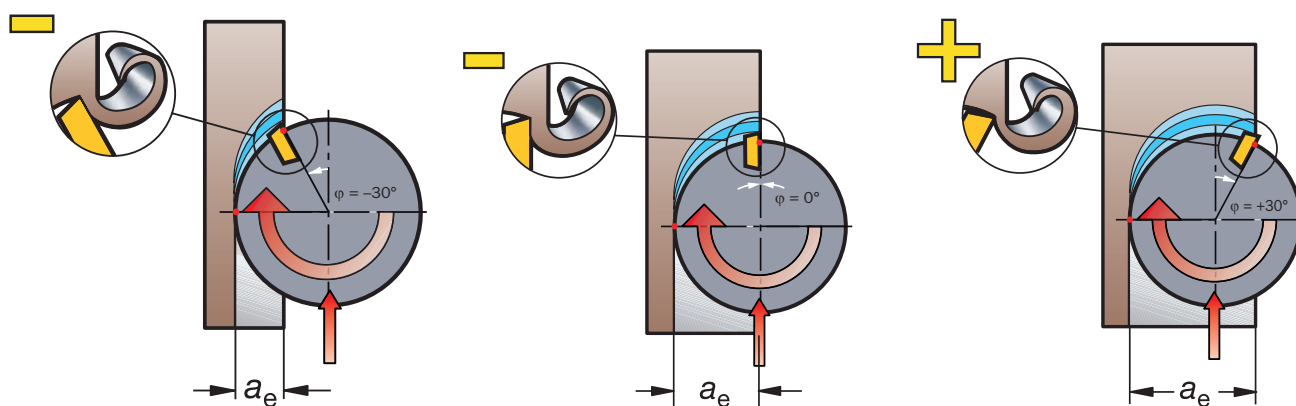
Контакт режущей кромки и обрабатываемого материала в радиальном направлении можно разделить на три фазы.

1. Вход в резание
2. Дуга контакта в процессе резания
3. Выход из резания



1. Вход в резание

- Для твердосплавных пластин это наименее чувствительная зона из трех.
- Твердый сплав хорошо работает под действием сжимающих напряжений, действующих на пластину в первый момент резания, и в результате чего образуется более толстая стружка.

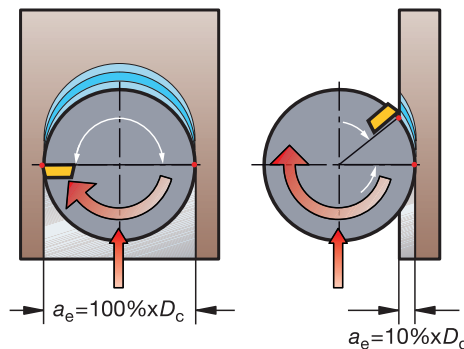


2. Выход из резания

- Выход пластины из резания является наиболее уязвимым моментом.
- Большая толщина стружки при выходе из резания плохо отражается на стойкости твердосплавных пластин. В момент отрыва толстая стружка начинает изгибаться и на пластину действуют растягивающие напряжения, что может вызвать поломку пластины. Твердый сплав плохо работает на растяжение.

3. Дуга контакта в процессе резания

- Максимально возможный размер дуги контакта инструмента и материала равен 180° ($a_e = 100\% D_c$) что характерно для фрезерования паза.
- При чистовом фрезеровании линия контакта минимальна.
- Требования к марке твердого сплава зависят от величины отношения a_e/D_c .
- Чем длиннее линия контакта, тем сильнее нагревается режущая кромка.
- При большой дуге контакта рекомендуется отдавать предпочтение сплавам с CVD покрытием, обеспечивающим меньшую теплопроводность.
- Малая длина контакта способствует образованию стружки меньшей толщины. Для такого типа обработки подойдет сплав с PVD покрытием, который обеспечит невысокие усилия резания и меньшее количество выделяемого тепла.



Большая (max.) длина дуги контакта

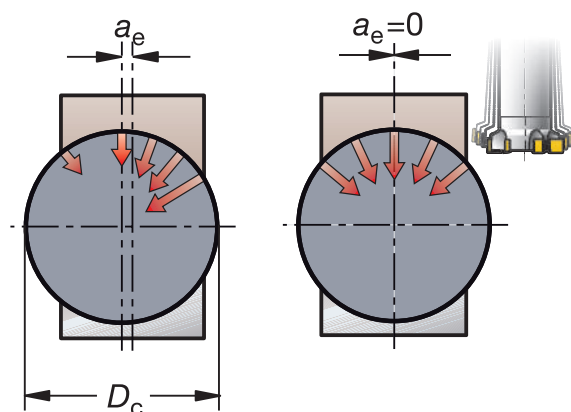
- Большое время резания
- Высокие радиальные усилия
- Большое количество тепла
- Сплавы с CVD покрытием

Малая длина дуги контакта

- Меньшее время резания и меньшее количество тепла => выше v_c
- Тоньше стружка => выше f_z
- Можно устанавливать большие v_c и f_z
- Острые режущие кромки
- Сплавы с PVD покрытием

Взаимное расположение фрезы и заготовки

- Избегайте образования толстой стружки на выходе из резания.
- Избегайте совпадения оси фрезы и оси симметрии детали.
- При смещении оси фрезы (влево) создаются более благоприятные условия резания, и минимизируется риск возникновения вибраций.
- Диаметр фрезы, D_c , должен на 20-50% превышать ширину фрезерования, a_e .
- При выборе шага зубьев фрезы необходимо учитывать характеристики станка по мощности.



- Диаметр D_c должен на 20-50% превышать a_e
- Смещенное (влево) положение фрезы гарантирует образование более тонкой стружки на выходе.

- При симметричном расположении фрезы существует риск возникновения вибраций

Условия входа в обрабатываемый материал

При прямолинейной траектории входа фрезы в резание на выходе режущей кромки из резания образуется нежелательно толстая стружка. Это будет продолжаться до тех пор, пока дуга контакта заготовки и фрезы не достигнет своего максимального значения. Данный способ программирования движения инструмента может значительно сократить его стойкость, особенно при фрезеровании труднообрабатываемых материалов, таких как титан и жаропрочные сплавы.

Немаловажное значение плавный вход в резание играет и с точки зрения возникновения вибраций.

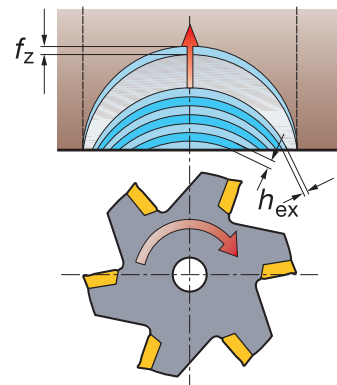
Существует два способа избежать вышеописанные затруднения.

1. Снижение подачи

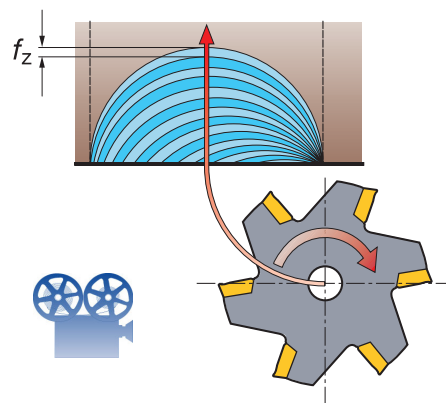
Необходимо уменьшить подачу на 50% до момента полного контакта заготовки и фрезы.

2. Вход в резание по дуге

Рекомендуется запрограммировать вход фрезы по дуге в направлении по часовой стрелке (движение инструмента по дуге против часовой стрелки не решит проблему образования толстой стружки). При таком способе входа фрезы в резание на выходе толщина стружки будет равняться нулю, что благоприятно для стойкости и дает возможность не снижать подачу.



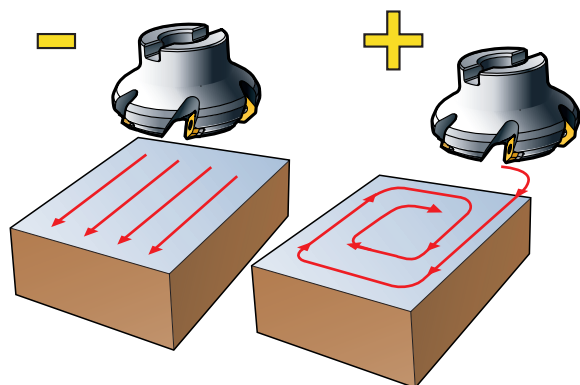
Образование толстой стружки на выходе происходит до тех пор пока фреза полностью не войдет в заготовку.



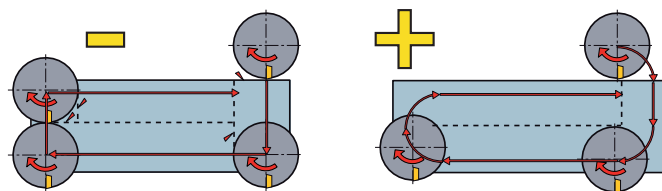
Равномерный контакт фрезы и заготовки

Резкое изменение траектории движения инструмента может привести к тем же последствиям, что и прямолинейный вход фрезы в резание.

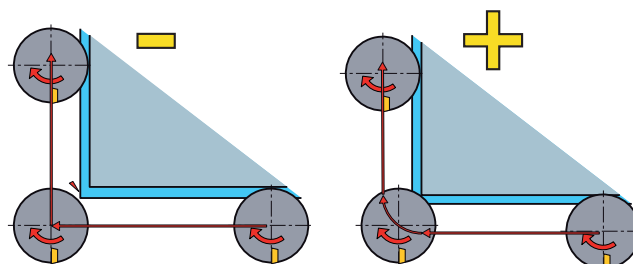
- Для обеспечения высокой стабильности процесса фрезерование очень важно осуществлять обработку углов по радиусу.
- Ширина фрезерования, a_e , должна составлять 70% от D чтобы гарантировать максимальный угол охвата фрезы.
- Старайтесь не прерывать контакта фрезы и заготовки.
- По возможности избегайте фрезерования в условиях прерывистого резания или пересечения фрезой отверстия.



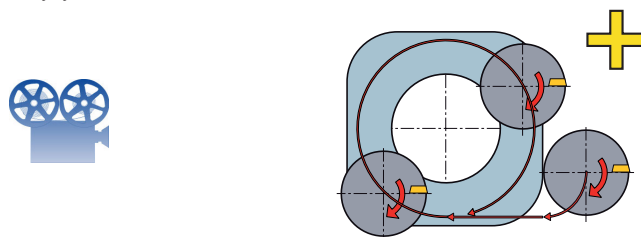
Старайтесь не прерывать контакта фрезы и заготовки.



При торцевом фрезеровании резкое изменение траектории движения влечет образование толстой стружки на выходе.



При периферийном фрезеровании углы следует обходить по радиусу.



Избегайте пересечения отверстий и прерывистого резания.

Обработка углов

Основные положения

При обработке углов следует быть особо осторожным при расчете дуги контакта инструмента и выбору оптимальной подачи.

- При обработке внутреннего угла длина дуги контакта увеличивается, что накладывает дополнительные требования на режущую кромку.
- Зачастую, обработка углов вызывает вибрации и снижает стабильность процесса фрезерования в целом.
- Следствием колебания направлений сил резания является “недорез” в углах.
- Существует также риск выкрашивания режущей кромки или даже поломка инструмента.

Решение – ограничение длины дуги контакта

Использование запрограммированного радиуса уменьшает длину дуги контакта и способствует снижению вибраций. А это означает возможность увеличения глубины резания и подачи.

- Фрезерование по большему радиусу. Преимуществом данного способа черновой обработки является возможность использования фрезы большего диаметра, что повышает производительность операции.
- В качестве альтернативного метода обработки угла возможно программирование траектории движения инструмента по радиусу меньшему, чем диаметр фрезы D_c .

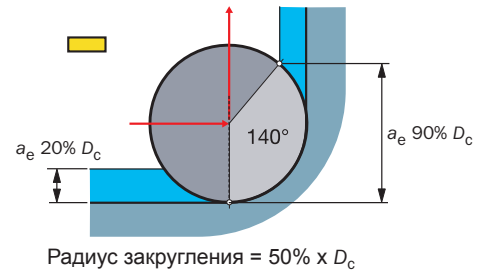
Черновая обработка

Оптимальное значение запрограммированного радиуса составляет 50% D_c .

Чистовая обработка

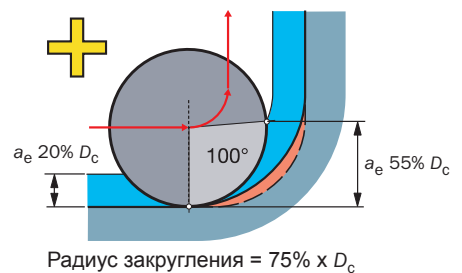
При чистовой обработке не всегда возможно использовать такой большой радиус, однако диаметр фрезы должен быть не более 1,5 радиуса на детали (например, радиус закругления вершины 10 мм = max 15 мм).

Проблема



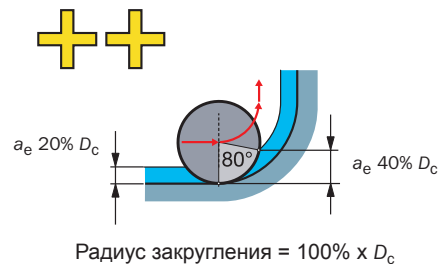
Традиционный метод обработки угла

Решение No 1



Фрезерование с большим радиусом

Решение No 2



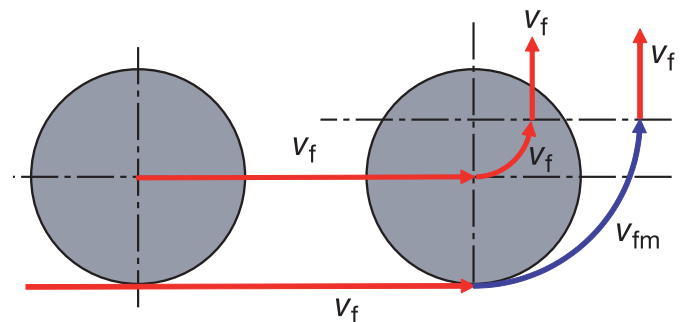
Использование фрезы меньшего диаметра

Программирование

Подача в центре или на периферии

Система станка ЧПУ при работе учитывает подачу центра фрезы, v_f (без компенсации радиуса), либо используется подача на периферии фрезы, v_{fm} (с радиальной компенсацией).

На станках без возможности компенсации радиуса при обработке угла происходит увеличение значения f_z , что повышает риск поломки пластины.



Скорость в центре, v_f , или на периферии, v_{fm} .

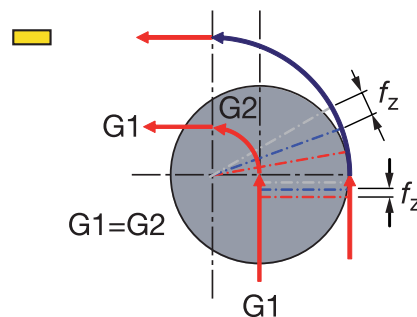
Программирование подачи центра инструмента

Как правило, управляющая программа задает перемещение центра инструмента, а не периферии.

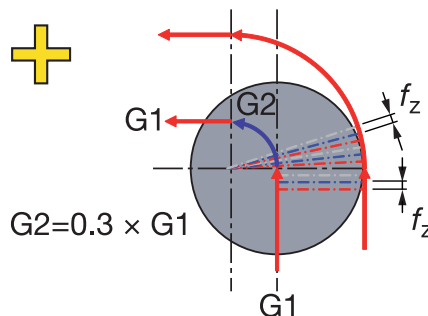
При фрезеровании по прямой (G1) скорость подачи у стенки детали, v_{fm} , совпадает с запрограммированной скоростью, v_f , а при резании по радиусу (G2) периферийная скорость подачи выше, чем скорость в центре инструмента. Поэтому необходимо уменьшить параметры подачи, v_f , чтобы обеспечить ту же скорость подачи на зуб, f_z .

Коэффициент уменьшения указан в таблице и зависит от:

- Соотношения диаметра фрезы и радиуса детали – D_c/rad_m
- Соотношения ширины резания и диаметра фрезы – a_e/D_c



Без уменьшения подачи в центре, f_z будет увеличиваться на периферии.



С уменьшением подачи в центре.

Уменьшение подачи в центре инструмента

D_c/rad_m	Коэффициент уменьшения подачи (k)									
	a_e/D_c									
	0.05	0.15	0.25	0.35	0.45	0.55	0.65	0.75	0.85	0.95
2.00	0.22	0.34	0.40	0.45	0.48	0.53	0.60	0.67	0.75	0.86
1.80	0.30	0.34	0.42	0.46	0.50	0.53	0.60	0.67	0.75	0.86
1.60	0.44	0.42	0.44	0.49	0.53	0.56	0.60	0.67	0.75	0.86
1.40	0.55	0.54	0.54	0.52	0.56	0.59	0.62	0.67	0.75	0.86
1.20	0.63	0.64	0.64	0.64	0.62	0.65	0.63	0.71	0.75	0.86
1.00	0.71	0.72	0.72	0.73	0.74	0.62	0.77	0.79	0.83	0.86
0.80	0.78	0.79	0.79	0.80	0.82	0.83	0.85	0.87	0.89	0.94
0.60	0.84	0.85	0.86	0.86	0.87	0.88	0.90	0.91	0.93	0.96
0.40	0.90	0.90	0.91	0.92	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.98
0.20	0.95	0.96	0.96	0.96	0.96	0.97	0.97	0.98	0.98	0.99

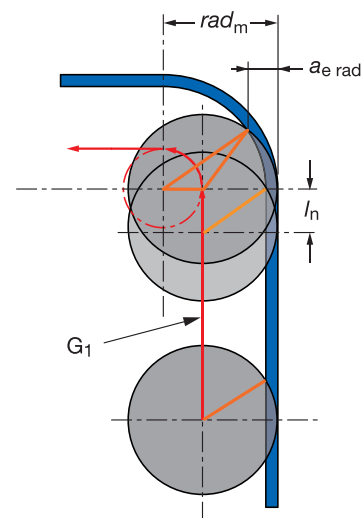
$$v_f \text{ УМЕНЬШ.} = k \times v_f$$

Уменьшение подачи при подходе к углу

Снижение подачи при приближении к углу особенно важно при фрезеровании на большой скорости.

До самого последнего момента движение фрезы осуществляется по прямолинейной траектории G1 и с приближением фрезы к углу увеличивается длина дуги контакта. Именно поэтому необходимо снизить подачу при прохождении участка l_n , длина которого составляет $50\% \times D_c$.

На станках с функцией расчёта траектории на основе упреждающего считывания и анализа кода программы корректировка подачи происходит автоматически.



Снизить подачу на расстоянии $l_n = 50\% D_c$

Фрезерование с использованием СОЖ или без

Процесс фрезерования по своей сути является прерывистым процессом резания. Температура в зоне резания постоянно меняется в достаточно широком диапазоне от очень высокой (~1000°C) до низкой.

Влияние применения СОЖ

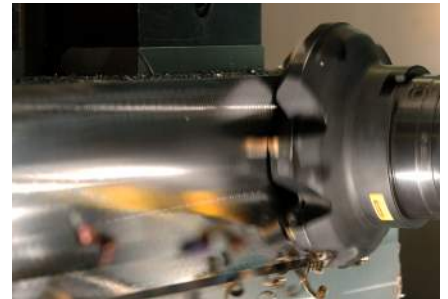
- Резкое изменение температуры происходит в моменты входа и выхода режущей кромки из резания.
- Режущая кромка испытывает термический шок в циклическом режиме, что в результате приводит к образованию термических трещин, что в свою очередь, грозит преждевременным выходом инструмента из строя.
- Чем выше температура в зоне резания, тем менее желательным становится использование СОЖ. На чистовых операциях фрезерования применение смазочно-охлаждающей жидкости менее губительно для стойкости инструмента, чем при черновой обработке, из-за выделения меньшего количества тепла.



Термотрещины на режущей кромке

Фрезерование без СОЖ повышает стойкость инструмента

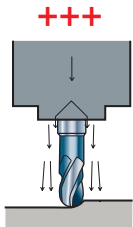
- Хотя при обработке “на сухую” температура режущей кромки также меняется, но она остается в предельно допустимых рамках для твердых сплавов.
- На операциях чернового фрезерования строго не рекомендуется использовать СОЖ.



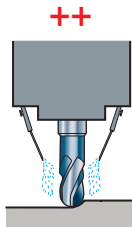
Фрезерные операции, где применение СОЖ оправдано

- Чистовая обработка нержавеющей стали и алюминия:
 - СОЖ предотвращает налипание частиц металла на обрабатываемую поверхность.
- Фрезерование жаропрочных сплавов с низкой скоростью резания:
 - снижение трения и охлаждение заготовки.
- Фрезерование чугуна:
 - вымывание элементной стружки и осаждение частиц пыли, что благоприятствует окружающим условиям и качеству обработанных деталей.
- Фрезерование тонкостенных заготовок:
 - предотвращает искажение геометрии детали.
- Для удаления стружки из глубоких выемок можно использовать сжатый воздух с частичками специального масла, так называемое охлаждение масляным туманом.

Сжатый воздух +++

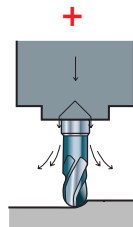


Масляный туман ++



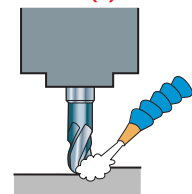
При охлаждении масляным туманом расход используемой СОЖ исчисляется несколькими миллилитрами в час и удаляется посредством системы фильтров.

Охлаждающая жидкость +



Обильный внутренний подвод

(-)



Наружный подвод

Если при фрезеровании рекомендуется использовать СОЖ, то она должна подаваться непрерывно и в большом количестве.

Обеспечение чистоты обработки

Формирование поверхности при торцевом фрезеровании

Формирование торцевой поверхности происходит за счет фаски, b_s , на режущей пластине. Пластины располагаются в корпусе фрезы на разной высоте, разброс которой зависит от величины допуска в осевом направлении и биения фрезы. За шероховатость поверхности “отвечает” пластина, расположенная в корпусе ниже других.

Для образования поверхности хорошего качества, необходимо, чтобы значение оборотной подачи ($f_n = f_z \times z_n$) составляло менее 80% от величины b_s .

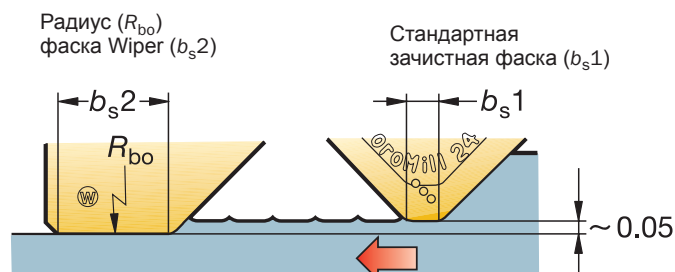
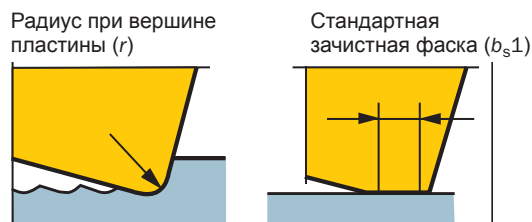
У фрез с мелким шагом увеличенное значение подачи на оборот. Чем больше диаметр фрезы, тем выше f_n , и, соответственно, требуется большее значение b_s на пластине.

Как только оборотная подача превышает ширину зачистной фаски, на шероховатость обрабатываемой поверхности будет влиять биение фрезы в осевом направлении.

Несколько рекомендаций по достижению наилучшей шероховатости:

- Использовать пластины со значением b_s как минимум на 25% больше, чем f_n
- Обеспечение зеркальной чистоты поверхности пластинами из кермета
- Применение СОЖ во избежание налипания материала.

Круглые пластины или пластины с большим радиусом

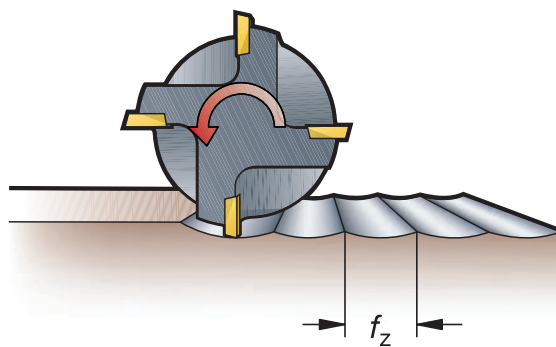


при вершине, несмотря на чрезвычайно высокую производительность, не могут обеспечить поверхность высокого качества. Кроме того, чем больше диаметр фрезы, тем хуже шероховатость.

Более подробно о чистовом фрезеровании с использованием пластин Wiper смотрите в разделе Торцевое фрезерование на стр. D54.

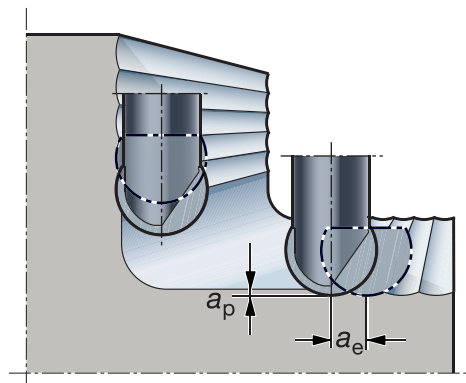
Формирование поверхности в радиальном направлении

При работе концевыми, дисковыми фрезами или фрезами для обработки уступов поверхность формируется боковой частью инструмента. Более подробно об этом во Фрезеровании уступов на стр. D42.



Формирование рельефной поверхности

Данный вид обработки, выполняемой фрезами со сферическим концом, описан в разделе Профильное фрезерование на стр. D66.

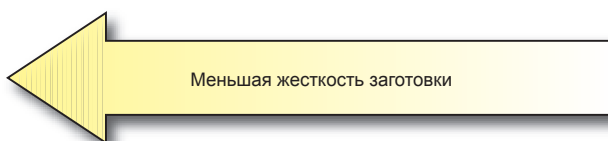
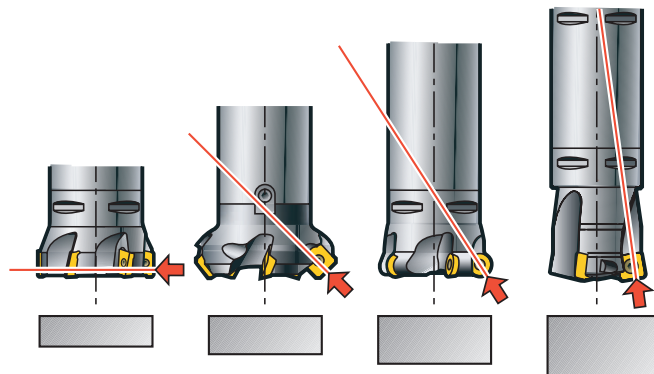
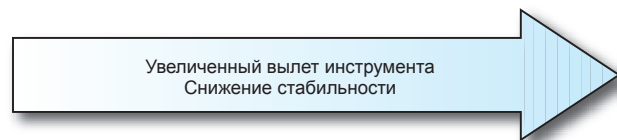


Предупреждение вибраций

На появление вибраций в процессе обработки оказывает влияние большое число факторов, среди которых инструмент, система закрепления, станок, заготовка и приспособление.

Режущий инструмент

- При работе торцевыми фрезами необходимо учитывать направление сил резания:
 - У фрез с главным углом в плане κ_r 90° преобладает радиальная составляющая силы резания. В связи с этим при увеличенном вылете инструмента возникают сильные отклонения в радиальном направлении. Однако небольшое значение осевой силы резания является преимуществом при обработке тонкостенных заготовок.
 - У фрез с углом в плане κ_r 45° радиальные и осевые усилия распределяются равномерно.
 - У фрез с круглыми пластинами, большая доля усилий резания направлена к шпинделю, особенно при работе с небольшой глубиной резания. Фреза CoroMill 210 с углом в плане κ_r 10° характеризуется невысокой склонностью к вибрациям и рекомендуется для работы с большим вылетом.
- Выберите фрезу минимально возможного диаметра
- Диаметр фрезы D_c должен быть на 20-50% больше, чем ширина фрезерования a_e
- Выберите фрезу с крупным шагом и/или с неравномерным расположением зубьев
- Преимуществом обладают фрезы с небольшим весом, такие как CoroMill Century с алюминиевым корпусом.

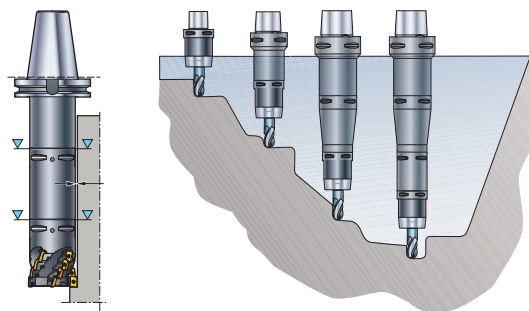


При большом вылете инструмента выбирайте маленький угол в плане (преобладающие осевые усилия резания). При обработке тонкостенных, нежестких заготовок выбирайте инструмент с большим углом в плане (небольшие осевые силы резания).

Система закрепления

Модульная система Coromant Capto® позволяет собирать инструментальные насадки необходимой длины, обладающие при этом высокой жесткостью и минимальным биением.

- По возможности собирайте максимально жесткую и короткую наладку.
- Выбирайте корпус максимально допустимого диаметра.
- Для обработки высоких уступов используйте удлинители Coromant Capto, см. рисунок.
- Для фрез небольшого диаметра используйте по возможности конусные адаптеры.
- При фрезеровании глубоких полостей последовательно изменяйте вылет инструмента от меньшего к большему. Регулируйте режимы резания для каждой насадки индивидуально.
- Для работы с частотой вращения шпинделя более 20000 об/мин необходимы сбалансированные инструмент и оснастка.



Фрезы увеличенного диаметра позволяют работать с максимальным размером соединением.

Всегда старайтесь минимизировать длину инструментальной наладки. Увеличивайте длину наладки последовательно.

Антивибрационный фрезерный инструмент

При вылете инструмента более 4 диаметров, вибрации в процессе обработки становятся все более ощутимыми, а применение антивибрационного инструмента значительно повышает стабильность резания. Более подробная информация в разделе Инструментальная оснастка, глава G.



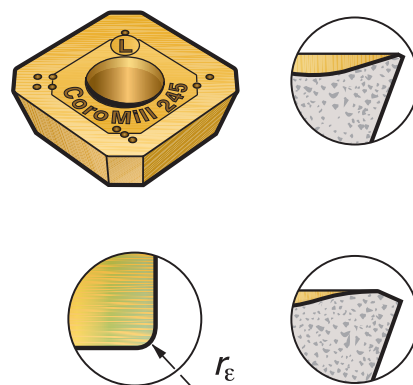
Геометрия режущей кромки

Рекомендации по снижению усилий резания:

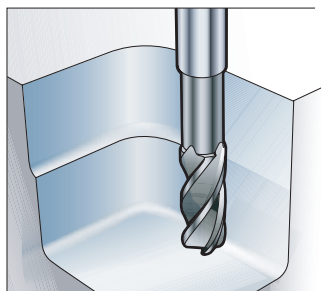
- Выбирайте пластину с легкой геометрией (–L) с острой режущей кромкой и твердый сплав с покрытием минимальной толщины.
- Выбирайте пластины с небольшим радиусом при вершине и короткой зачистной фаской.

Иногда снизить риск возникновения вибрации можно только за счет демпфирования системы:

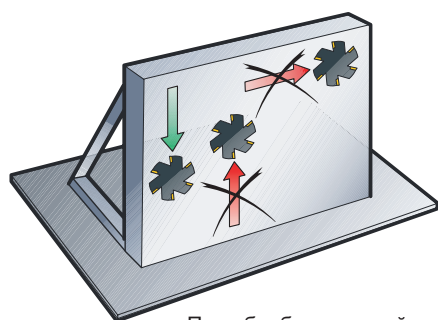
- Используйте более негативную геометрию и слегка износившиеся пластины.



Режимы резания и программирование траектории инструмента



- Избегайте симметричного расположения фрезы и заготовки.
- Выбирайте длиннокромочные или концевые фрезы с углом в плане $\kappa_r 90^\circ$ с небольшой шириной фрезерования – $\max a_e = 25\% D_c$ и с большой глубиной резания – $\max a_p = 100\% D_e$.
- При торцевом фрезеровании работайте с небольшой глубиной резания, a_p , и высокой подачей на зуб, f_z . Рекомендуется выбирать фрезы с круглыми пластинами или фрезы для высокоскоростной обработки с небольшим значением угла в плане.
- Обработка угла по запрограммированному большому радиусу помогает избежать возникновения вибраций, смотри раздел Фрезерование углов на стр. D26.
- Если толщина стружки становится слишком маленькой, процесс резания больше напоминает трение, что, естественно, вызывает вибрации. В этом случае необходимо увеличить подачу на зуб фрезы.



При обработке тонкой стенки подача должна быть направлена "к столу"

Станок

Огромное влияние на стабильность процесса резания имеет состояние и жесткость оборудования. Чрезмерный износ подшипников шпинделя или механизмов подачи приведет к неудовлетворительному качеству поверхности детали.

- Правильно выбирайте метод обработки с соответствующим распределением усилий резания.

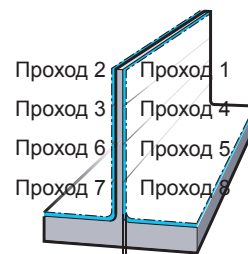
У каждого шпинделя станка есть своя резонансно-частотная характеристика, в соответствии с которой можно определить зоны стабильного резания, расположение которых зависит от глубины резания и частоты вращения шпинделя.

- Увеличение частоты вращения шпинделя всего на 50 об/мин может вывести систему из нестабильного состояния с вибрациями и привести к стабильному резанию.

Заготовка и приспособление

Тонкостенные заготовки и/или недостаточная жесткость закрепления.

- Приспособление должно быть расположено максимально близко к столу станка.
- Стабильность фрезерной операции определяется оптимальной траекторией перемещения инструмента и подачей, направленной к самому жесткому узлу станка/приспособления.
- Избегайте обработки в направлении, где заготовка закреплена недостаточно жестко.
- Встречное фрезерование является одним из способов снижения вибраций, при недостаточной жесткости заготовки/приспособления в определенном направлении.



припуск под чистовую обработку

Обратите внимание, что первый проход выполняется до середины глубины второго и т.д. Более подробная информация в разделе Фрезерование уступов на стр. D52.

Р Фрезерование стали

Обрабатываемость стали зависит от состава легирующих компонентов, методов термообработки и способа получения заготовки (литье, поковка и т.д.).

Более подробная информация о материалах и их классификация приведены в главе Н.

Рекомендации по режимам резания смотрите в "Основном каталоге".

Особенности обработки

- При обработке низкоуглеродистых сталей основным препятствием является наростообразование и формирование заусенца.
- При обработке сталей повышенной твердости на первый план выступает проблема с выкрашиванием режущей кромки, и большую значимость приобретает взаимное расположение заготовки и фрезы.

Выбор фрезы и пластин

- Большинство фрез семейства CoroMill подходят для обработки сталей и предлагают широкий выбор геометрий и сплавов пластин.
- Обратите внимание, что фрезы CoroMill Century с корпусом из стали и CoroMill 790, предназначенные для обработки алюминия, могут использоваться для чистовой обработки стали совместно с пластинами из сплавов GC1010 и GC1030.
- Некоторые фрезы не рекомендуется использовать для обработки стали – например, фреза Sandvik AUTO, которая специализируется для обработки серого чугуна.
- Геометрии для обработки сталей PL, PM, PH и WL, WM, WH
- Сплавы серии GC4200 с MT-CVD покрытием являются первым выбором. Однако, для фрез небольшого диаметра, D_c менее 32 мм, а также для фрез для обработки уступов, $K=90^\circ$, первым выбором является сплав GC1030.
- Для сплавов повышенной твердости рекомендуются сплавы GC1030 и GC1010.



Скорость резания, v_c м/мин

400			
350			
300	GC4220		
250	GC1030	GC4220	
200	GC4230	GC4230	GC4220
150	GC4240	GC1030	GC4230
100		GC4240	GC1030
50			
0			
	60 – 240	241 – 330	> 330

Твердость, HB

Рекомендуемые сплавы и режимы резания в зависимости от твердости стали.

Практические рекомендации

Все общие рекомендации, приведенные выше в разделе Основные положения, справедливы и для фрезерной обработки стали.

Чрезвычайно важным, особенно на черновых операциях, является следование рекомендациям по правильному расположению фрезы, позволяющим избежать образования толстой стружки на выходе. На операциях общего фрезерования не используйте СОЖ.

Выбор сплава – торцевое фрезерование



Выбор сплава – обработка концевыми фрезами CoroMill® 490, CoroMill® 390 и CoroMill® 316

Максимальный уровень производительности при преобладании таких видов износа как лункообразование и пластическая деформация.

Эффективное решение при большой длине контакта и высоких режимах резания.

Первый выбор для работы в хороших и нормальных условиях.

Первый выбор для работы в любых условиях.



Выбор сплава - фрезы CoroMill® Plura



М Фрезерование нержавеющей стали

Обработываемость нержавеющей сталей зависит от состава легирующих элементов, термообработки и от способа получения заготовки (отливка, поковка, прокат и т.д.).

Более подробная информация о материалах и их классификация приведены в главе Н. Рекомендации по режимам резания смотрите в "Основном каталоге".

Ферритные и мартенситные нержавеющие стали

Классификация материалов: P5.x

Ферритные и отожженные мартенситные нержавеющие стали имеют схожую обрабатываемость с низколегированными конструкционными сталями, поэтому для них справедливы одни и те же рекомендации.

Аустенитные и дуплексные нержавеющие стали

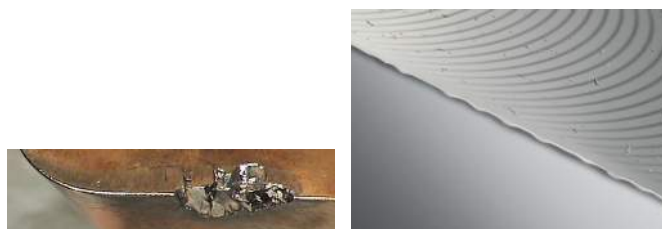
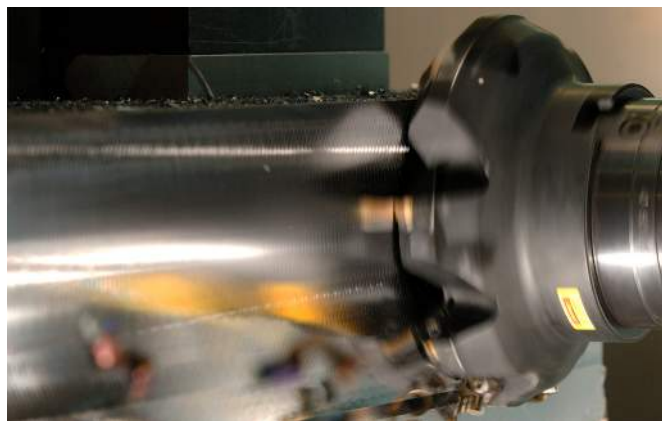
Классификация материалов: M1.x, M2.x and M3.x

Особенности обработки

- Типичными видами износа при фрезеровании данного типа нержавеющей сталей являются: выкрашивание режущих кромок, возникающие вследствие термических трещин, образование проточин, наростообразование и налипание материала.
- Среди характерных недостатков на деталях наиболее часто встречаются образование заусенца и низкое качество обработанной поверхности.

Выбор фрезы и пластин

- Большинство фрез семейства CoroMill подходят для обработки аустенитных и дуплексных нержавеющей сталей, при этом необходимо выбрать соответствующие геометрию и сплав пластин.
- Для обработки торцевых поверхностей фрезы CoroMill 245 и CoroMill 300 являются более предпочтительным вариантом, по сравнению с CoroMill 345 и CoroMill 200. Это объясняется их более позитивной геометрией.
- Для минимизации образования проточин рекомендуется выбирать фрезы с круглыми пластинами или с небольшим углом в плане.
- Выбирайте пластины с позитивной геометрией (-ML, -WL).
- Сплав первого выбора GC2030 (PVD).
- Сплав GC2040 (MT-CVD) является дополнительным решением для более нагруженного фрезерования и для обработки отливок из нержавеющей стали, характеризующейся абразивным износом.
- Сплав GC1030 (PVD) является универсальным выбором для обработки материалов групп ISO P, M и S в условиях мелкосерийного производства.
- При возникновении термических трещин замените сплав на более твердый/износостойкий, например, перейдите от сплава GC2040 к сплаву GC2030.



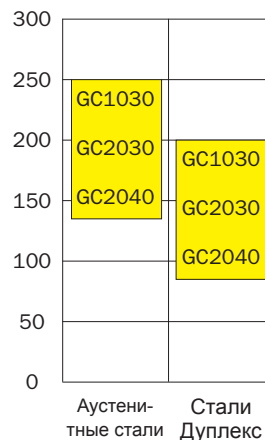
Выкрашивание режущих кромок.

Формирование заусенца и низкое качество поверхности.



Термические трещины, образующиеся при использовании СОЖ

Скорость резания, v_c
м/мин



- Для фрез CoroMill Plura основным выбором является сплав GC1630. Сплав GC1640 рекомендуется использовать в качестве дополнительного решения при необходимости повышенных прочностных характеристик и при внутреннем подводе охлаждения.

Практические рекомендации

Черновая обработка

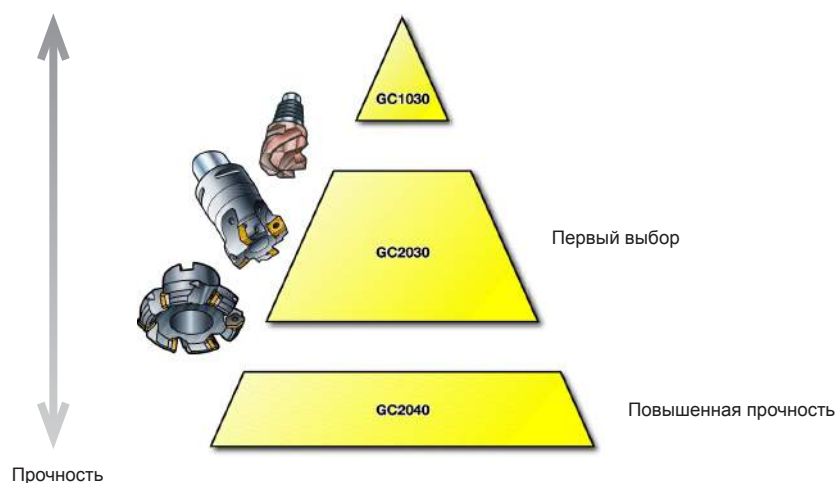
- Работайте с высокими скоростями резания ($v_c = 150-250$ м/мин) во избежание наростообразования.
- На черновой стадии обработки строго не рекомендуется использовать СОЖ из-за возможного появления термических трещин.

Чистовая обработка

- Иногда для повышения качества обработанной поверхности при чистовом фрезеровании необходимо использовать СОЖ, при этом предпочтение следует отдавать охлаждению масляным туманом. Риск возникновения термотрещин на данном этапе незначителен, что объясняется не очень высокой температурой в зоне резания.
- Удовлетворительное качество поверхности может быть достигнуто при использовании кермета СТ530 в условиях “сухого” фрезерования.
- Слишком низкое значение, f_z , может вызвать интенсивный износ пластины, потому что обработка ведётся в поверхностно упрочненной зоне.

Фрезы CoroMill® со сменными пластинами

Износостойкость/твердость



Фрезы CoroMill® Plura

Износостойкость/твердость



К Фрезерование чугуна

Чугун подразделяется на следующие виды: ковкий, серый чугун, чугун с вермикулярным графитом, отбеленный, высокопрочный и легированный чугун.

Более подробная информация о материалах и их классификация приведены в главе Н. Рекомендации по режимам резания смотрите в "Основном каталоге".

Серый чугун

Классификация материала: K2.x

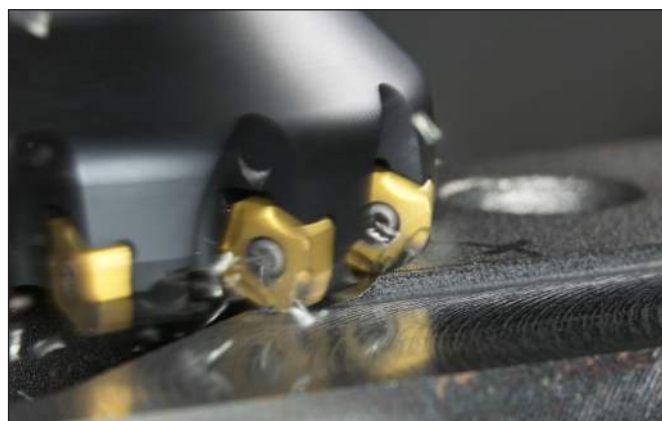
Особенности обработки

- Основными видами износа при фрезеровании серого чугуна являются абразивный износ по задней поверхности и термотрещины.
- На деталях возможны выкрашивания в области выхода фрезы из резания и неудовлетворительное качество поверхности.

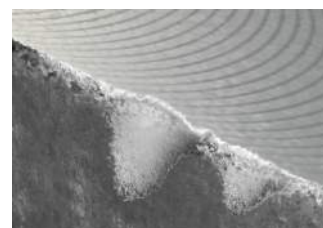
Выбор фрезы и пластин

Существует несколько типов фрезерного инструмента, рекомендуемого для обработки серого чугуна:

- Универсальная фреза CoroMill 365.
- Фреза AUTO R для черновой обработки.
- Регулируемая фреза AUTO-AF для чистовой обработки.
- Нерегулируемая фреза AUTO-FS для чистовой обработки. В качестве альтернативного варианта в этих фрезах могут использоваться кассеты от фрезы CoroMill 245.
- Пластины Wiper могут быть использованы во всех вышеперечисленных типах фрез, см. стр. D64.
- Большинство других фрез семейства CoroMill могут использоваться для обработки серого чугуна при условии выбора соответствующих сплава и геометрии.
- Фреза CoroMill 345 – хороший выбор для обработки стали и чугуна в условиях серийного производства.
- Рекомендуемые геометрии для обработки чугуна -KL, -KM, -KN и -KW (Wiper).
- Рекомендации по выбору сплава для пластин приведены ниже.
- Для цельных фрез CoroMill Plura основным выбором является сплав GC1630, а для фрез CoroMill 316 сплав GC1030 рекомендуется в качестве основного решения.



Типичные виды износа пластин



Выкрашивания на детали



Практические рекомендации

Черновая обработка

- Предпочтительна обработка без использования СОЖ во избежание проблем с образованием термических трещин. Выбирайте пластины из твердых сплавов с покрытием небольшой толщины. Сплавом первого выбора является GC3040, а сплав GC3220 подойдет для работы на более высоких скоростях.
- При появлении выкрашиваний на детали необходимо:
 - проверить износ пластины по задней поверхности
 - снизить подачу на зуб, f_z , с целью уменьшения толщины срезаемой стружки
 - выбрать более позитивную геометрию (-KL).



- При необходимости использования СОЖ для осаждения частичек пыли выбирайте соответствующие марки сплавов. Основным выбором в этом случае является K20W, а дополнительными вариантами K15W и GC3040.
- Твердые сплавы всегда должны рассматриваться в качестве предпочтительного варианта, но также возможно использование пластин из керамики (CC6190). При этом скорость резания должна быть выше 800 м/мин. Значение скорости будет ограничивать риск появления заусенцев на обработанной поверхности. Использование СОЖ не рекомендуется.

Чистовая обработка

- Выбирайте пластины из твердого сплава с тонким покрытием или непокрытый твердый сплав. Сплав GC3220 рекомендуется для обработки без СОЖ, а сплав K15W для фрезерования с охлаждением.
- Для высокоскоростного чистового фрезерования серого чугуна может быть использован кубический нитрид бора (CB50). При этом не рекомендуется использовать СОЖ.

Чугун с шаровидным графитом

Классификация материалов: K3.x

Ферритный и ферритно-перлитный чугун с шаровидным графитом

Обработываемость ферритного чугуна с шаровидным графитом близка к обработываемости низколегированных сталей. Поэтому все рекомендации по выбору инструмента, геометрий и сплавов пластин для обработки стали справедливы и для данного типа чугуна. Сплав первого выбора является GC1020.

Перлитный чугун с шаровидным графитом

Обладает абразивными свойствами, поэтому для него справедливы рекомендации для материалов группы ISO K.

Чугун с вермикулярным графитом (CGI)

Классификация материалов: K4.x

Перлитная структура менее 90%

Эта разновидность чугуна, который, как правило, на 80% имеет перлитную структуру, наиболее часто обрабатывается фрезерованием. Типовыми деталями являются блок цилиндров, головка блока цилиндров и выпускной коллектор.

Рекомендации по выбору типа фрез те же, что и для серого чугуна. Однако для фрез AUTO-R следует выбирать более позитивные геометрии, такие как –KX and –KL, для минимизации заусенцев на детали.

Первый выбор – сплав GC1020.

Сплав GC1020 подходит для работы как с использованием СОЖ, так и без. В качестве альтернативного варианта для “сухого” фрезерования следует рассматривать сплав K20D, а для обработки с СОЖ – сплав K20W.

Фрезерование методом круговой интерполяции станет хорошей заменой растачиванию при обработке отверстий в деталях из чугуна этого типа.

Отпущенный ковкий чугун (ADI)

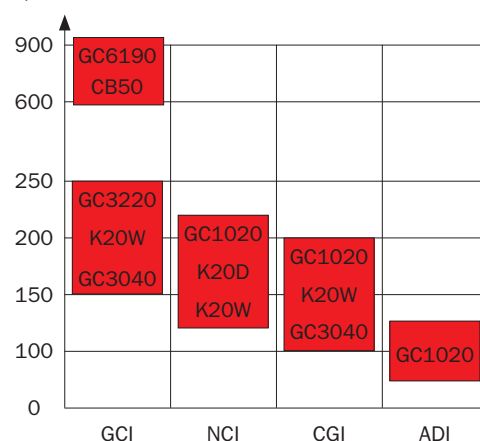
Классификация материалов: K5.x

Данные чугуны подвергаются черновой обработке в незакаленном состоянии, которая может быть сравнима с фрезерованием высоколегированной стали.

Чистовая обработка чугуна выполняется после его термообработки и схожа с фрезерованием сталей повышенной твердости (ISO H). Рекомендуется выбирать твердые сплавы с высокой стойкостью к абразивному износу. Сплав GC1020 подходит для работы как с использованием СОЖ, так и без. В качестве альтернативного варианта для чугунов повышенной твердости следует рассматривать сплав GC1010.

Обработка отпущенного ковкого чугуна характеризуется сниженной стойкостью инструмента (прибл. на 40%) и повышенными силами резания (прибл. на 40%) по сравнению с фрезерованием чугуна с шаровидным графитом.

Скорость резания, v_c
м/мин



N Фрезерование алюминиевых сплавов

Обработываемость алюминия зависит от процентного содержания кремния (Si). Наиболее распространенными являются доэвтектические алюминиевые сплавы с содержанием кремния менее 13%.

Группа материалов ISO N объединяет не только алюминиевые сплавы, но и сплавы на основе магния, меди и цинка. Более подробная информация о материалах и их классификация приведены в главе N. Рекомендации по режимам резания смотрите в "Основном каталоге".

Алюминиевые сплавы с содержанием кремния ниже 13%

Классификация материалов: N1.1-3

Особенности обработки

- Преобладающими типами износа являются наростообразование/налипание материала на режущую кромку, склонность к формированию заусенцев и неудовлетворительные результаты по качеству обработанной поверхности.
- Иногда неоднородные песчаные включения являются препятствием при обработке алюминиевого литья.
- Чрезвычайно важным является организация условий удовлетворительного стружкодробления и отвода стружки. В противном случае на детали могут оставаться нежелательные следы от стружки.

Рекомендуемые типы фрез

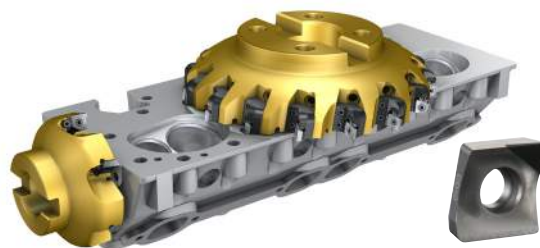
Фрезы для обработки алюминия:

- Фреза CoroMill Century
- Фреза CoroMill 790
- Фрезы CoroMill Plura R216.32, R216.33 and R216.42

Большинство других фрез семейства CoroMill могут использоваться для обработки алюминиевых сплавов при условии выбора соответствующих сплава и геометрии.



Специализированная фреза CoroMill 790 для обработки алюминия.



Фреза CoroMill Century для торцевой обработки заготовки из алюминия.

Пластина с вставками из PCD для фрезы CoroMill Century

Рекомендуется выбирать пластины с острой режущей кромкой.

- Используйте непокрытые твердые сплавы (H13A, H10) для обработки алюминия с содержанием кремния менее 8%.
- При содержании кремния более 8% пластины из поликристаллического алмаза (CD10), как правило, обеспечивает более экономичную обработку.

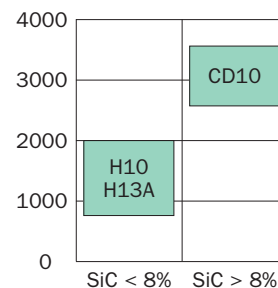
Практические рекомендации

- В отличие от фрезерования других групп материалов, обработка алюминиевых сплавов должна всегда осуществляться с использованием СОЖ. Это позволяет обеспечить низкую шероховатость поверхности и минимизировать налипание материала на режущую кромку.
- В общем случае, обработка алюминиевых сплавов на высокой скорости более предпочтительна и не оказывает губительного воздействия на стойкость инструмента.
- Рекомендуемая средняя толщина срезаемой стружки h_{ex} составляет 0.10-0.20 мм. Фрезерование со снятием стружки меньшей толщины может вызвать образование заусенцев.

Внимание: не превышайте максимального значения частоты оборотов для определенного типа фрезы!

- В связи с высокими значениями минутной подачи, обработку алюминия рекомендуется выполнять на станках с функцией расчёта траектории на основе упреждающего считывания и анализа кода программы, где корректировка подачи происходит автоматически.
- Стойкость инструмента часто бывает ограничена появлением заусенцев на детали и низким качеством обработанной поверхности. В данном случае при определении периода стойкости инструмента сложно руководствоваться износом пластин.

Скорость резания, v_c м/мин



Фрезерование жаропрочных сплавов и титана

Жаропрочные сплавы (HRSA) подразделяют на три основные группы: на основе никеля, железа и кобальта. Титановые сплавы делятся на технически чистые или в виде α - и β -сплавов. Обработка как жаропрочных, так и титановых сплавов вызывает определенные трудности, особенно после старения, поэтому к инструменту для их фрезерования предъявляются повышенные требования. Более подробная информация о материалах и их классификация приведены в главе H и в специализированных руководствах по применению “Жаропрочные сплавы” и “Обработка титановых сплавов”.



Общие рекомендации

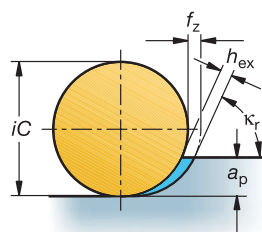
справедливые для жаропрочных и титановых сплавов

Особенности обработки

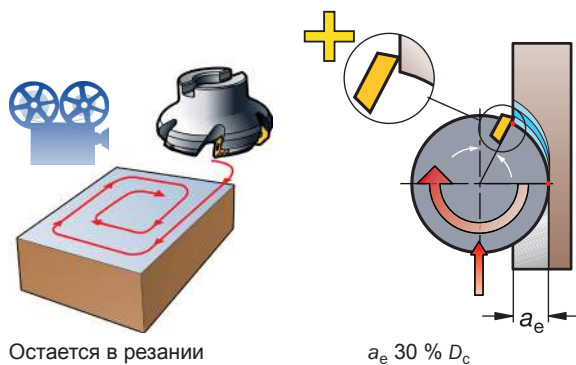
- Фрезерование заготовок из вышеперечисленных материалов требует высокой жесткости и мощности оборудования, а также способности передавать момент на низких оборотах.
- Наиболее распространенными формами износа являются образование проточин и выкрашивание режущей кромки.
- Высокая температура в зоне резания зачастую является ограничивающим фактором скорости обработки.

Выбор типа фрезы и пластин

- По возможности используйте фрезы с круглыми пластинами (CoroMill 300, CoroMill 200) для использования эффекта утонения стружки.
- Используйте длиннокромочную фрезу CoroMill 690, специально разработанную для фрезерования титана. При глубине резания менее 5 мм, главный угол в плане не должен превышать 45° . Как показывает практика, наиболее предпочтительным вариантом являются круглые пластины или пластины позитивной геометрии.
- Высокая точность фрезы в осевом и радиальном направлении особенно важна для поддержания постоянной нагрузки на зуб и стабильности процесса резания, и, соответственно, позволяет избежать поломки отдельных пластин фрезы.
- Рекомендуется выбирать пластины с позитивной геометрией и оптимальным округлением режущей кромки для предотвращения взаимодействия обрабатываемого материала и режущей кромки на выходе из резания.
- Эффективное число зубьев должно быть максимально возможным. Это обеспечивает высокую производительность при условии, что обработка ведется в достаточно стабильных условиях. Выбирайте фрезу с мелким шагом зубьев.



Использование круглых пластин помогает минимизировать образование проточин



Остается в резании

a_e 30 % D_c



= Стойкость инструмента

= Уменьшение стойкости при увеличении параметров резания

Изменение режимов резания в разной степени влияет на стойкость инструмента. Самое значимое влияние на стойкость оказывает скорость резания, v_c , за ней следует ширина фрезерования, a_e .

Применение СОЖ

Всегда используйте СОЖ при обработке жаропрочных и титановых сплавов. Она способствует эвакуации стружки, снижению температуры режущей кромки и предотвращает такое явление как повторное резание стружки. При этом предпочтительной является внутренняя подача СОЖ под высоким давлением (70 бар).

Исключение: Не следует применять СОЖ при фрезеровании пластинами из керамики, из-за риска появления термотрещин.

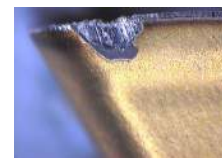


Внутренний подвод СОЖ имеет определяющее значение при работе твердосплавными пластинами

Износ пластин/инструмента

Две наиболее распространенные проблемы, по причине которых происходит поломка инструмента и образуется поверхность низкого качества:

- Интенсивный износ по задней поверхности и выкрашивание режущей кромки.
- Образование проточин.
- Для того чтобы гарантировать надежность и стабильность процесса обработки, рекомендуется своевременная смена режущих кромок.
- Величина износа по задней поверхности не должна превышать 0.2 мм для фрез с углом в плане 90°, например фреза CoroMill 490. Для фрез с круглыми пластинами предельное значение износа составляет 0.3 мм.

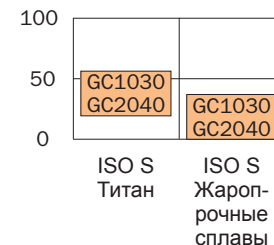


Типичный вид износа

Рекомендации по выбору геометрии и сплава

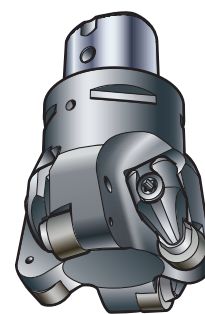
- Сплав GC2040 рекомендуется для черновой обработки и тяжелых условий резания
- Сплав GC1030 предназначен для получистового и чистового фрезерования
- Рекомендуется выбирать позитивные геометрии, такие как -ML и -PL
- Сплав GC1620 является основным выбором для цельных концевых фрез CoroMill Plura.

Скорость резания, v_c
м/мин



Фрезы с пластинами из керамики для черновой обработки жаропрочных сплавов

- Скорость резания при работе керамикой, обычно, в 20-30 раз превышает скорости обработки твердым сплавом, а значение подачи немного ниже (прибл. 0.1 мм/зуб). Фрезерование на таких режимах характеризуется высоким уровнем производительности. Благодаря прерывистому характеру резания операций фрезерования и меньшей температуре режущей кромки, скорость резания может достигать 700-1000 м/мин, по сравнению с точением с использованием керамических пластин, которое протекает в среднем при 200-300 м/мин.
- Пластины из керамики имеют склонность к образованию проточин. Именно поэтому рекомендуется выбирать круглую форму пластин, обеспечивающую небольшое значение угла в плане.
- Использование СОЖ строго не рекомендуется.
- Керамика изменяет свойства поверхностного слоя детали, поэтому ее применение не рекомендуется на чистовых этапах обработки.
- Основная область применения сплава CC6060 (sialon) – фрезерование литых компонентов двигателя, материала Inconel 718, деталей, применяемых в нефтегазовой промышленности.
- Максимальное значение износа при обработке жаропрочных сплавов пластинами из керамики составляет 0.6 мм.
- Более подробную информацию по выбору фрез вы можете получить в ближайшем представительстве Sandvik Coromant.



Пластины из керамики для обработки жаропрочных сплавов.

Примечание:

- Использование пластин из керамики не рекомендуется для обработки титана
- При работе керамическими пластинами не рекомендуется применение СОЖ.

Н Фрезерование закаленных материалов

К фрезерованию материалов в закаленном состоянии относится обработка сталей твердостью, лежащей в пределах 45-68 HRC. Более подробная информация о материалах и их классификация приведены в главе Н. Рекомендации по режимам резания смотрите в "Основном каталоге".

Типовые детали, обрабатываемые данным методом:

- Элементы штампов, выполненные из инструментальной стали
- Прессформы
- Поковочные штампы
- Литейные штампы
- Топливные насосы

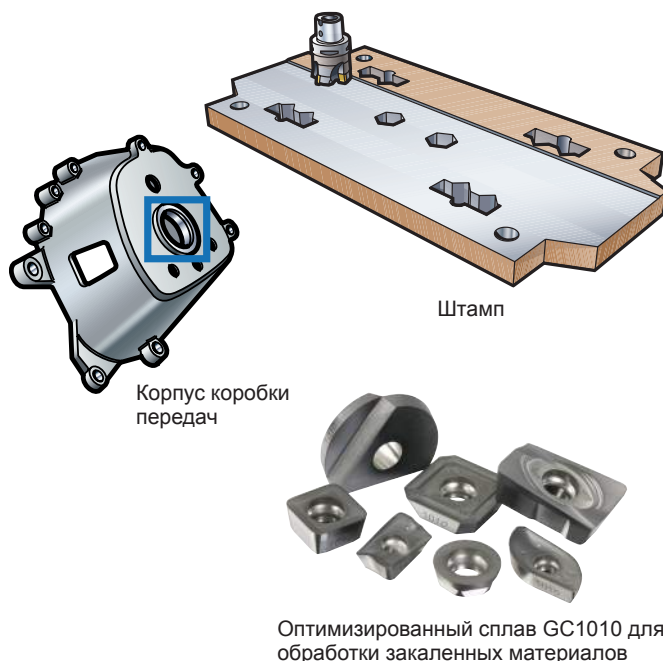
Особенности обработки

- Абразивный износ по задней поверхности.
- Выкрашивания на деталях.

Рекомендуемые типы фрез

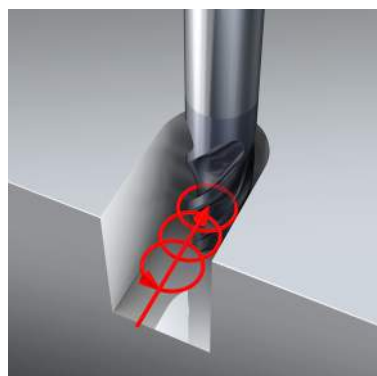
- Большинство фрез семейства CoroMill подходят для обработки закаленных сталей при условии выбора соответствующих геометрии и сплава.
- Рекомендуется использовать пластины с острокрытой геометрией, что способствует снижению сил резания и плавности обработки.
- Сплав GC1010 представляет собой оптимизированное решение для обработки закаленных материалов.
- Сплав GC1030 является дополнительным выбором для обработки в нестабильных условиях, например, черновое фрезерование деталей сварной конструкции.
- Для чистовой обработки фрезами CoroMill Plura подойдет сплав GC1610.

Для финишного фрезерования возможно также использование пластин со вставками из кубического нитрида бора CB50.



Практические рекомендации

- Рекомендуется обработка "на сухую".
- Трохоидальное фрезерование (см. стр. D121) – метод обработки, подразумевающий высокую минутную подачу, невысокие усилия резания и небольшую температуру в зоне обработки. Все эти характеристики являются преимуществами с точки зрения производительности, стойкости и точности деталей.
- Также применим метод обработки, которой можно охарактеризовать как "легкое и быстрое" фрезерование. Небольшие глубины резания в радиальном и осевом направлении и относительно высокие скорости. Для данного метода обработки рекомендуются фрезы с мелким шагом зубьев.



Трохоидальное фрезерование

Фрезерование уступов

Обзор технологических решений

Фрезерование уступов/ ПЛОСКОСТИ

Выбор инструмента D 44

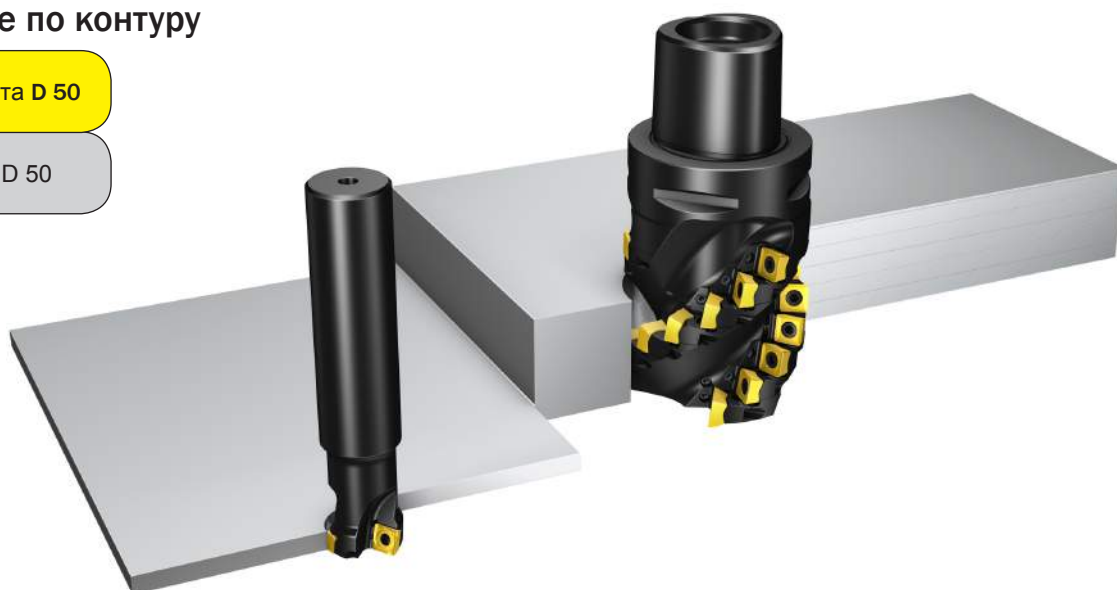
Рекомендации D 46



Фрезерование по контуру

Выбор инструмента D 50

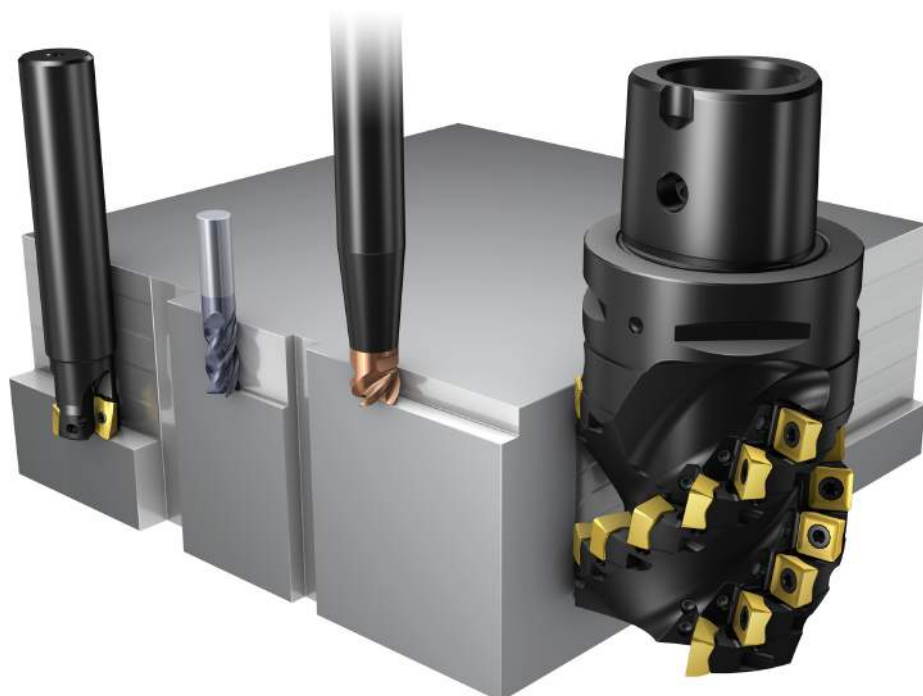
Рекомендации D 50



Фрезерование уступов

Выбор инструмента D 45

Рекомендации D 48



Обработка глубоких уступов

Фрезерование

Решение проблем D 128

Фрезерование плоскостей и уступов

При фрезеровании уступов торцевой и периферийной частью фрезы одновременно производится обработка двух поверхностей.











Главным требованием является – перпендикулярность горизонтальной плоскости и вертикальной стенки.

Обработать уступ можно используя сборные фрезы с СМП и углом в плане 90° , цельными концевыми фрезами, длиннокрючочными и пазовыми фрезами. Поэтому, благодаря такому большому разнообразию, очень важно учесть технические требования при выборе инструмента для оптимального решения.



Выбор инструмента

Фрезерование плоскостей и уступов

	CoroMill® 490	CoroMill® 390	CoroMill® 290	CoroMill® Century	CoroMill® 331
					
Диаметр фрезы. (D_c), мм	20 – 80	40 – 200	40 – 250	40 – 200	80 – 315
Макс. глубина резания (a_p), мм	5.5	15.7	10.7	10	10.6
Обеспечение перпендикулярности	+++	++	+	+	++
Обрабатываемый материал					













Фрезы для обработки уступов

При обработке невысоких уступов фрезами с углом в плане 90° обычно достигается хорошая перпендикулярность уступа.

- Первым выбором для точной и легкой обработки является фреза CoroMill 490. Эта фреза способна обеспечить высокую точность обработки глубоких уступов многопроходной стратегией, образуя минимальные перепады между проходами.
- Семейство фрез CoroMill 390 имеет широкий ассортимент пластин, включая полный ряд пластин с радиусами, что позволяет использовать эти фрезы в широком диапазоне операций.

- Фреза CoroMill Century – первый выбор для высокоскоростной финишной обработки алюминия, также пригодна для обработки других материалов.
- Все фрезы для обработки уступов широко универсальны и применимы даже для обработки отверстий. Фрезы с углом в плане 90° являются хорошей альтернативой торцевым фрезам, особенно при вероятности прогиба плоскости при её обработке или фрезеровании закрытого кармана с тонкими стенками.
- Универсальная трёхсторонняя фреза CoroMill 331 применяется для обработки пазов, также может быть использована для обработки широких, неглубоких уступов. Ещё возможно её применение для некоторых специальных видов обработки, например, таких как фрезерование поднутрений.

Фрезерование уступов – концевые фрезы

	CoroMill® Plura	CoroMill® 316	CoroMill® 490	CoroMill® 390	CoroMill® 390 С демпфером	CoroMill® 790
						
Диаметр фрезы (D_c), мм	10 – 20	10 – 25	20 – 80	12 – 40	20 – 40	25 – 100
Мак глубина резания (a_p), мм	38	11	5.5	15.7	10	12 / 18
Обеспечение перпендикулярности	+++	+++	+++	++	++	++
Обрабатываемый материал						

Концевые фрезы

Фрезы со сменными пластинами и цельные твердосплавные фрезы представляют собой прекрасное решение для обработки уступов, требующих увеличенного вылета инструмента.

- В качестве первого выбора представлена универсальная фреза CoroMill 390. Исполнение со встроенным демпфером позволяет вести эффективную обработку глубоко расположенных поверхностей.

- Фреза CoroMill 790 является первым выбором для обработки заготовок из цветных металлов.

- Цельнотвердосплавная концевая фреза CoroMill Plura имеет огромное число разнообразных геометрий и подходит для выполнения операций фрезерования в самых разных условиях.

Фрезерование уступов – длиннокромочные фрезы

	Длиннокромочная фреза CoroMill® 390	Длиннокромочная фреза CoroMill® 690	Длиннокромочная фреза для чистовой обработки
			
Диаметр фрезы (D_c), мм	32 – 200	50 – 100	50 – 80
Мак глубина резания (a_p), мм	85	112	150
Обеспечение перпендикулярности			+++
Обрабатываемый материал			

Длиннокромочные фрезы

Длиннокромочные фрезы обычно используются для обработки глубоких уступов.

- CoroMill® – первый выбор для общей черновой обработки в стабильных условиях.

- Для обработки титана рекомендуется выбирать фрезы семейства CoroMill 690.

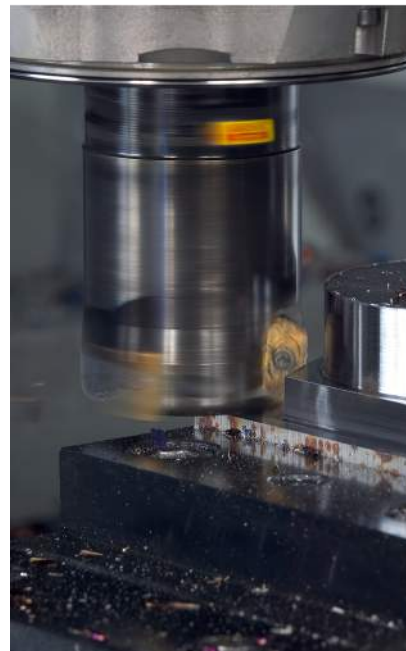
- Среди всех фрез данного типа, длиннокромочная фреза для чистовой обработки обеспечивает наивысшие результаты по качеству обработанной поверхности.

Примечание: Все вышеперечисленные фрезы подходят для обработки по контуру и фрезерования круговых ребер жесткости.

Практические рекомендации

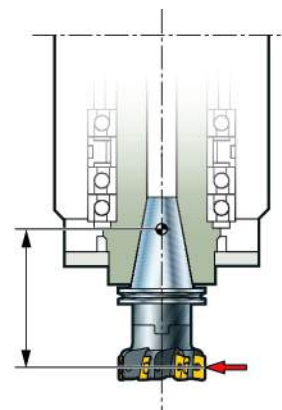
Советы по применению

- Попутное фрезерование всегда является предпочтительным методом, что особенно важно при необходимости получить высокую геометрическую точность уступа в 90° .
- Обработка уступа должна осуществляться таким образом, чтобы усилия резания по возможности были направлены к опорным точкам приспособления. Встречное фрезерование также может выступать в отдельных случаях в качестве хорошей альтернативы.
- Выбор шага фрезы зависит от степени стабильности всей системы в целом, включая станок, жесткость заготовки и ее закрепления, а также от характеристик обрабатываемого материала.
- На станках с размером шпинделя ISO 40 и менее из-за их ограниченной жесткости рекомендуется работать фрезами с крупным шагом зубьев.
- Фрезы с крупным шагом также рекомендуются для обработки деталей, закрепленных при помощи универсального наладочного приспособления. Более подробно о влиянии жесткости заготовки и её закрепления см. раздел "Основные положения" на стр. D31.
- Взаимное расположение фрезы и заготовки является особо значимым фактором, которому следует уделять повышенное внимание.
- При отношении $D_c/a_e > 10$, подача, f_z , должна быть скорректирована в соответствии со значением h_{ex} для достижения хороших результатов обработки и во избежание поломки режущей кромки.
- Если высота уступа менее 75% от длины режущей кромки, поверхность вертикальной стенки, обычно, не требует последующей чистовой доработки.
- Выбирайте пластины из более твердых марок сплава, чем для торцевого фрезерования.
- Работа длиннокромочных фрез CoroMill характеризуется неблагоприятными условиями резания, в связи с чем для них рекомендуется выбирать пластины из сплавов повышенной твердости.
- Чем больше глубина резания, тем более чувствительна система к вибрациям и поэтому обработку рекомендуется вести на пониженных скоростях.
- При возникновении вибраций, необходимо снизить скорость резания v_e и увеличить f_z , но при условии соблюдения рекомендаций по толщине срезаемой стружки h_{ex} !
- Убедитесь в том, что мощностные характеристики станка соответствуют выбранным режимам фрезерования. Расчет режимов резания приведен в главе I.



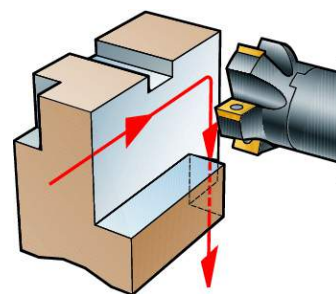
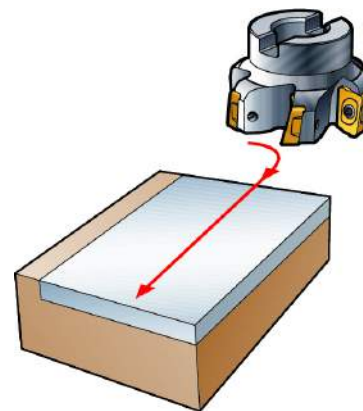
Крепление инструмента

- Особое внимание следует уделять требованиям по мощности, необходимой на осуществление нагруженных проходов, имеющих место при обработке длиннокрючочными фрезами.
- Надежность закрепления инструмента оказывает огромное влияние на результаты обработки фрезами диаметром менее 50 мм.
- С увеличением глубины резания большее значение приобретает размер и стабильность соединения инструмента. Это объясняется значительными радиальными усилиями резания при обработке прямоугольных уступов, особенно длиннокрючочными фрезами.
- Соединение Coromant Capto обеспечивает максимальный уровень стабильности и минимальное отклонение всех типов фрез, что приобретает решающее значение при работе с увеличенным вылетом.
- Более подробно о работе с увеличенным вылетом и применении антивибрационного инструмента Silent Tools см. в разделе "Основные положения" на стр. D30 и в разделе "Профильное фрезерование" на стр. D71.



Вход в резание

- При обработке прямоугольных уступов плавный вход фрезы в резание очень важен с точки зрения вибрационной устойчивости и обеспечения надлежащей стойкости инструмента.
- Программируйте врезание инструмента по плавной дуге таким образом, чтобы толщина срезаемой стружки на выходе зубьев из резания равнялась нулю. Придерживаясь данных рекомендаций, можно выполнять врезание с высокой подачей и более продолжительным периодом стойкости инструмента.
- Данный метод наиболее применим для операций обработки наружных углов, потому что он позволяет избегать больших нагрузок при врезании. Более подробная информация в разделе "Основные положения", на стр. D25.
- Обеспечивайте непрерывный контакт фрезы и заготовки.



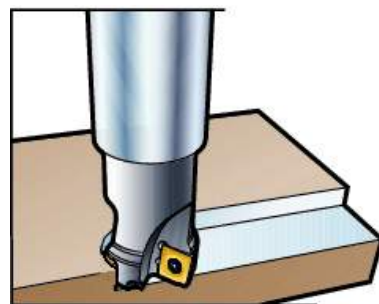
Практические рекомендации

Фрезерование невысоких уступов

Это довольно часто встречающийся тип фрезерной операции, выполняемой торцево-цилиндрическими и концевыми фрезами. При небольшой высоте уступа возможна обработка с большой радиальной глубиной резания.

Зачастую такие фрезы могут заменить традиционную торцевую фрезу, особенно в условиях, когда необходимо снизить усилия резания на деталь в осевом направлении, а также если затруднен доступ к заготовке, вызванный особенностями крепежного приспособления.

- Фрезы с увеличенной режущей частью над диаметром хвостовика обеспечивают максимальные возможности по доступу.
- Фреза для обработки уступов CoroMill 390 в стабильных условиях способна осуществлять высоконагруженные проходы. Она также является надежным решением в тяжелых условиях резания, таких как прерывистое фрезерование.

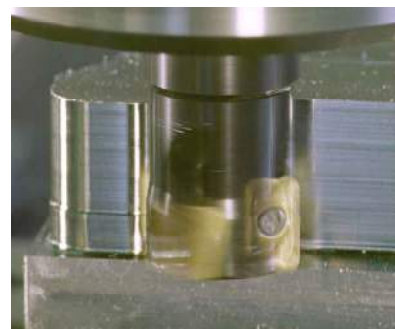


Фрезерование высоких уступов

Выполняется за несколько проходов с использованием торцево-цилиндрических и концевых фрез

Минимизировать ступеньки на отфрезерованной поверхности, являющиеся границами проходов, можно только посредством использования фрезы высокой точности, которая способна обеспечить 90° перпендикулярность стенки.

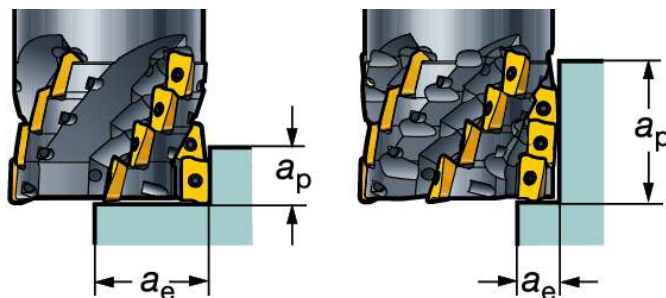
Если высота уступа меньше 75% длины режущей кромки, вертикальная поверхность, как правило, не требует последующей чистовой обработки.



Обработка уступа длиннокромочной фрезой за один проход

Длиннокромочные фрезы подходят для обработки более высоких, протяженных уступов, требующих снятия большого объема металла:

- Высокая скорость удаления материала.
- Обычно используется для чернового фрезерования, из-за того что на обработанной поверхности образуются риски между рядами пластин.



Данные фрезы предъявляют повышенные требования к следующим составляющим процесса резания:

- Стабильность
- Состояние шпинделя
- Эвакуация стружки
- Система крепления инструмента
- Энергопотребление.

Значительные радиальные усилия обуславливают высокую сложность выполнения операции.

Длиннокромочные фрезы короткого исполнения рекомендуются для:

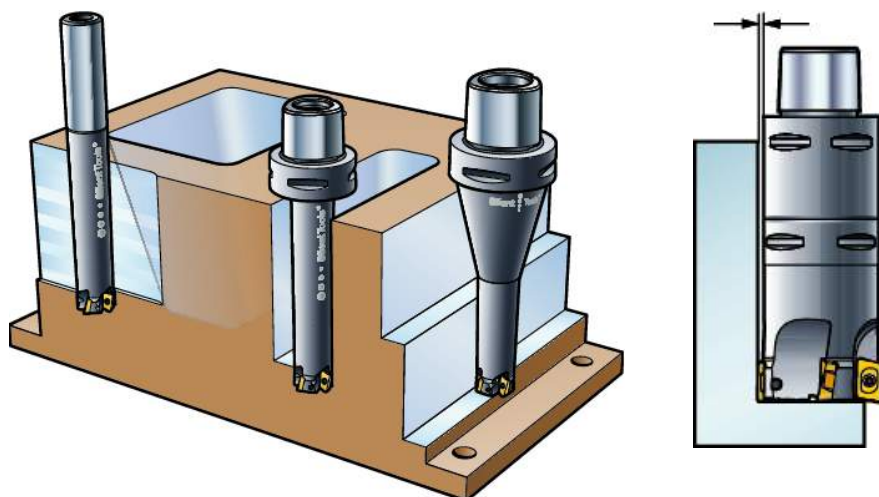
- Обработки невысоких, но широких уступов.
- Обработки паза на полную ширину, равную диаметру инструмента, однако, могут возникнуть ограничения по характеристикам станка.

Длиннокромочные фрезы удлиненного исполнения рекомендуются для:

- Фрезерования уступов с умеренной радиальной глубиной резания.
- Фрезерования по контуру на мощных станках.

Фрезерование глубоких уступов

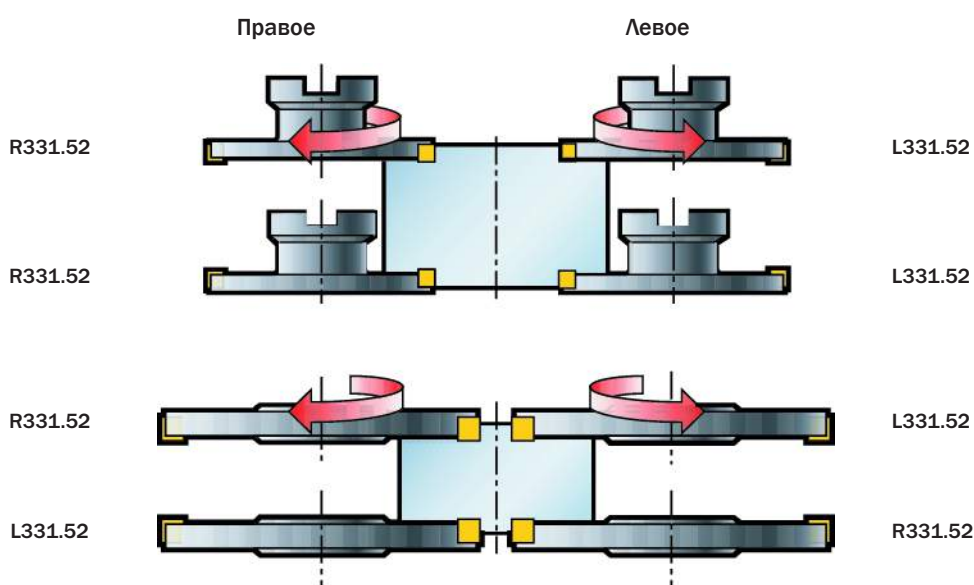
- Для обработки небольших, но расположенных глубоко, уступов следует использовать удлиненные фрезы. Для обработки более удалённых мест, используйте удлинители Coromant Capto.
- Длиннокромочные фрезы также доступны в удлиненном исполнении для ещё более глубоких уступов. Однако в этом случае следует ограничить ширину резания.



Фрезерование уступов трёхсторонними фрезами

Трёхсторонние дисковые фрезы также применяются для обработки уступов, особенно если форма узкая и к тому же протяжённая.

Обычно эти фрезы обеспечивают единственно возможную обработку поднутрений на закрытых уступах.



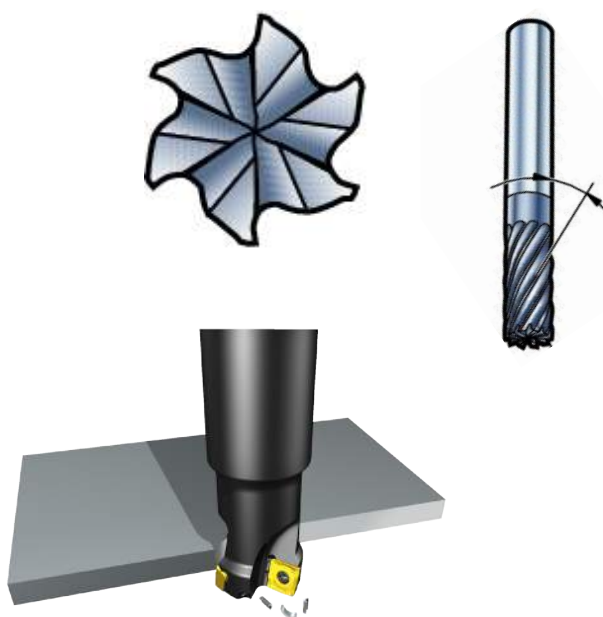
Правильный выбор фрез семейства CoroMill 331 для фрезерования уступов и поднутрений при правостороннем и левостороннем вращении шпинделя.

Контурная обработка - Фрезерование периферией

Обработка стенок, в действительности, это - торцевое фрезерование, только по контуру. Торцевое фрезерование и контурное фрезерование – это разновидности фрезерования периферийной частью фрезы.

Выбор инструмента

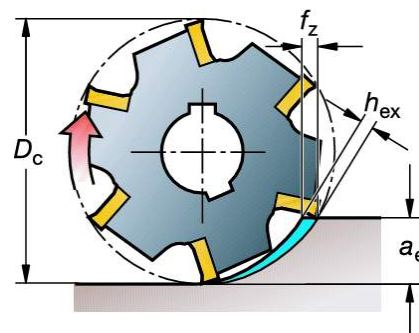
- Тонкие стенки обычно обрабатывают концевыми фрезами, обработку более глубоких или широких стенок ведут за несколько проходов концевыми фрезами, однако высокую стенку можно обработать за один проход длиннокрюмочной фрезой.
- Уступы глубиной в два диаметра инструмента эффективно фрезеровать длиннокрюмочной фрезой или цельной твердосплавной фрезой CoroMill Plura. Для обработки таких глубоких уступов рекомендуемая глубина резания должна составлять половину диаметра фрезы.
- Для контурной обработки и фрезерования уступов также можно применять трёхсторонние фрезы.
- Большой угол винтовой канавки обеспечивает достаточное число зубьев в контакте и плавность процесса резания при контурной обработке на небольшой глубине резания.
- Фрезы с малым и сверхмалым шагом зубьев наиболее пригодны для контурной обработки. Также это применимо для обработки тонких стенок и неглубоких широких уступов фрезами с углом плане 90°.



Практические рекомендации

Советы и рекомендации по применению

- Наиболее важным фактором при фрезеровании периферийной частью является выбор подходящей подачи на зуб, f_z .
- Значение подачи, f_z , необходимо корректировать при врезании фрезы, что влияет на толщину стружки, смотрите раздел "Основные положения" на стр. D20.
- Значение подачи на зуб, f_z , необходимо умножить на коэффициент подачи.
- Результирующая подача будет больше с меньшей дугой врезания и, в то же время, толщина стружки будет достаточной величины.
- Тем не менее, коэффициентом увеличения подачи не всегда можно пользоваться: ограничения по шероховатости поверхности будут ограничивать значение подачи.



Шероховатость поверхности – цилиндрическое фрезерование

Как упоминалось ранее, шероховатость получаемой поверхности может ограничивать значение подачи, особенно при малой радиальной глубине резания.

При работе цилиндрической частью концевой фрезы на профиле образуются серии 'гребешков'. Высота этих гребешков, h , определяется:

- Диаметр фрезы, D_c
- Подачей на зуб, f_z
- Биением инструмента, TIR.

Как правило, сборные фрезы с СМП будут всегда иметь большее биение, TIR, по сравнению с цельными твердосплавными фрезами. Также больший диаметр фрезы и большее количество зубьев увеличивают высоту гребешков.

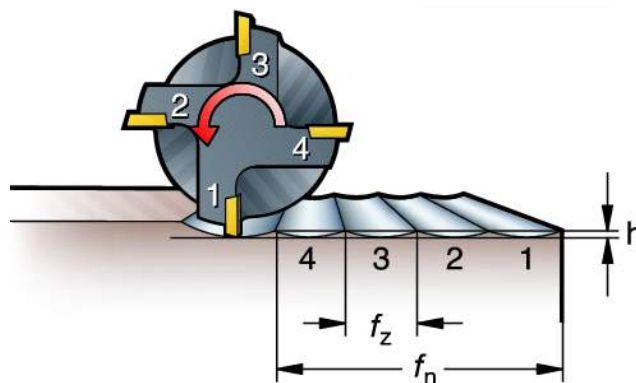
Для наилучшей шероховатости поверхности:

- Используйте цельные твердосплавные фрезы CoroMill Plura или CoroMill 316.
- Закрепляйте инструмент в прецизионных патронах (CoroGrip или HydroGrip), используя модульную систему Coromant Capto.
- Обеспечьте наименьший вылет инструмента.

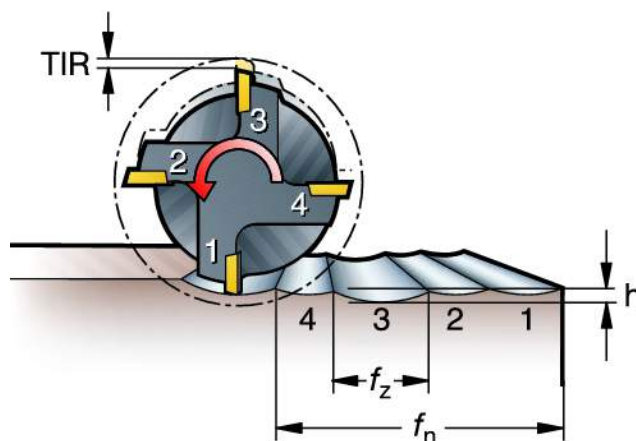
Рекомендации по подаче (не учитывая h_{ex}):

- Фрезы с СМП, начальное значение $f_z = 0.15$ мм/зуб
- Цельные твердосплавные фрезы, начальное значение $f_z = 0.10$ мм/зуб

Примечание: наихудшее качество поверхности получается при её формировании всего одной режущей кромкой, когда имеет место повышенное биение фрезы.

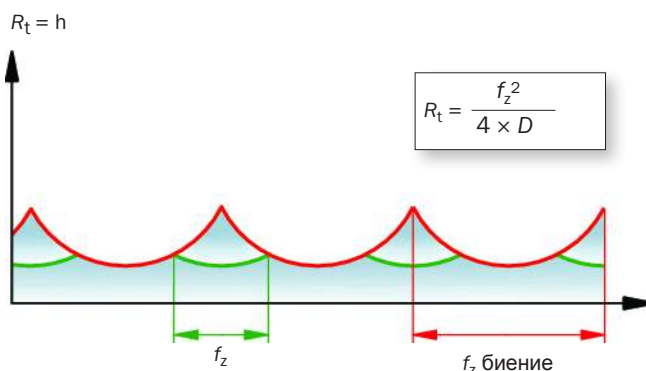


При отсутствии биения инструмента, высоту гребешков можно приблизительно подсчитать:



При наличии биения, величина подачи, f_z , и, следовательно, высота гребешков, h , будет сильно зависеть от этого биения, TIR.

Глубина профиля/высота гребешков



Поверхность, образованная при наличии биения и с его отсутствием.

Более подробная информация о рекомендуемом размере фрезы, врезании, расположении относительно заготовки, образовании стружки в разделе "Основные положения" на стр. D22.

Информация об осевой контурной обработке, используя торцевые фрезы, в разделе "Торцевое фрезерование" на стр. D59.

Фрезерование уступов – Обработка тонких и нежестких стенок

- Для обработки тонкостенных деталей могут использоваться различные стратегии, их выбор зависит от высоты и толщины стенки.
- Количество проходов во всех случаях будет определяться размерами стенки и осевой глубиной резания.
- Необходимо принимать во внимание устойчивость, как фрезы, так и стенки.
- Применяйте высокоскоростную стратегию, то есть малую a_p/a_e и высокую скорость резания v_c , что облегчает обработку тонких стенок, так как такое сочетание обеспечивает сокращение времени контакта и, следовательно, снижает силовое воздействие и отжим стенки.
- Предпочтительно попутное фрезерование.
- Для фрезерования алюминия и титана рекомендуются идентичные методы.



Малое соотношение высоты к толщине стенки <15:1:

- Обработку одной стороны следует вести непересекающимися проходами.
- То же повторите на противоположной стороне.
- Для последующей финишной обработки необходимо оставить припуск.

Среднее соотношение высоты к толщине стенки <30:1

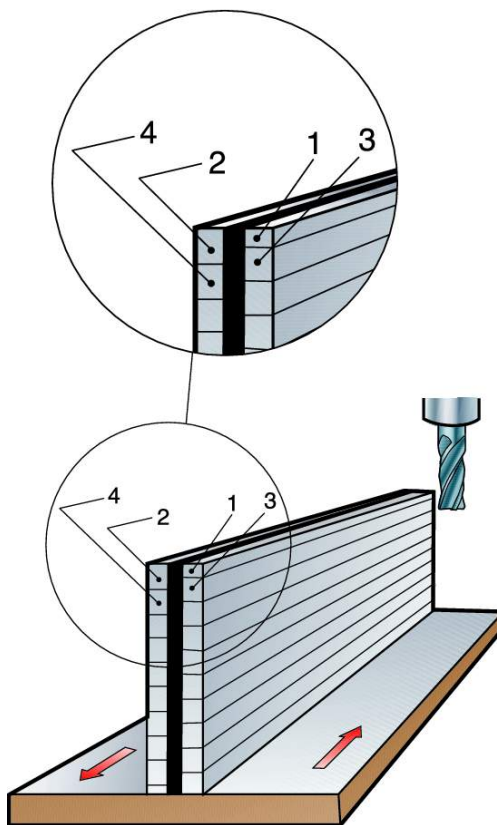
"Поуровневое" фрезерование:

- Фрезерование с чередованием сторон стенки с разной начальной глубиной резания при непересекающихся проходах.

Чередование

Поддержка стенки:

- Аналогичный подход, но с перекрытием проходов обработки двух сторон стенки: это обеспечит лучшую поддержку в месте фрезерования. Первый проход следует производить с уменьшенной глубиной резания, $a_p/2$.
- В любом случае, необходимо оставить припуск на стенке для последующей финишной обработки 0.2 – 1.0 мм.

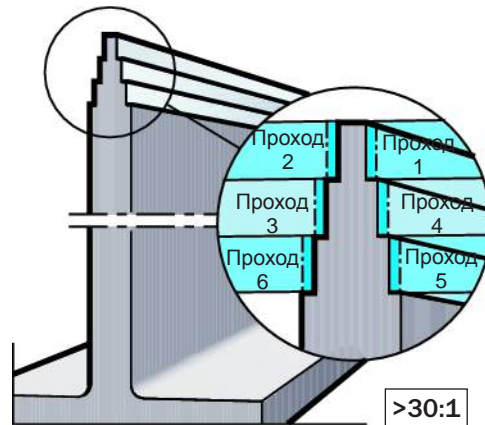


Проходы следует выполнять зигзагообразно.

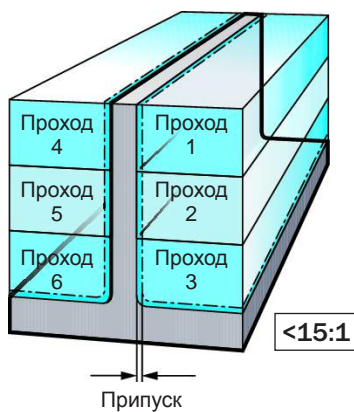
Очень большое соотношение высоты к толщине стенки >30:1

В дополнение к обработке с чередованием сторон стенки, можно достигнуть нужной толщины стенки за несколько этапов, то есть стенка будет похожа на ёлку.

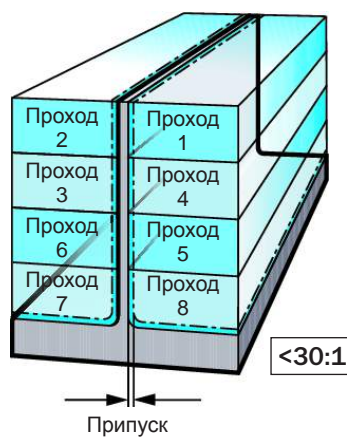
- Во время обработки более тонкая часть стенки всегда будет поддерживаться более толстой.
- Таким образом, поэтапно ведите обработку сверху вниз.



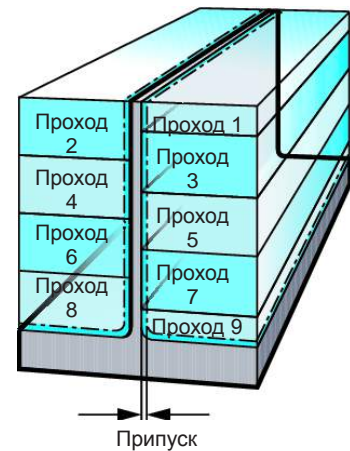
Тонкие стенки



Поуровневая обработка



Обработка с поддерживающими участками



Обработка уступов тонкостенных деталей

Обработка тонкостенного основания:

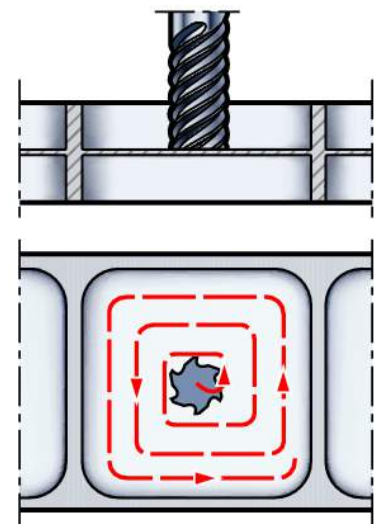
- Используйте фрезерование круговой интерполяцией из центра области обработки сразу на всю глубину резания.
- Обработку следует производить наружу по круговой траектории из этой точки.

Если обработка включает поверхности уже обработанные с другой стороны:

- Применяйте инструмент с наименьшим количеством режущих зубьев.
- Необходимо минимальное силовое воздействие с этой стороны при обработке.

Если заготовка имеет отверстие в центре основания:

- Оставьте поддерживающую опору в том месте при обработке с одной стороны.
- Обработайте другую сторону.
- Удалите поддерживающую опору после того, как обе стороны будут обработаны.



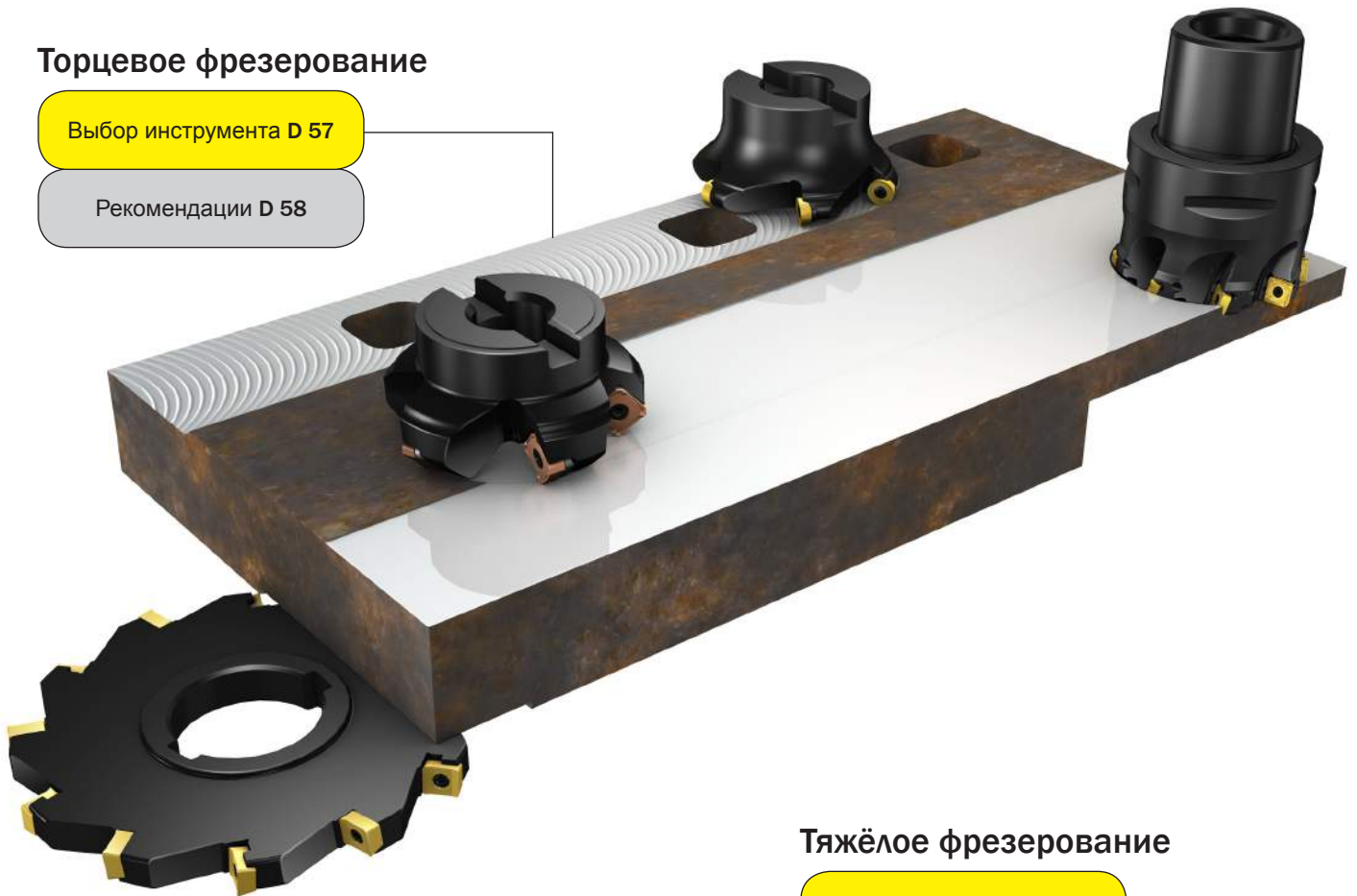
Торцевое фрезерование

Обзор технологических решений

Торцевое фрезерование

Выбор инструмента D 57

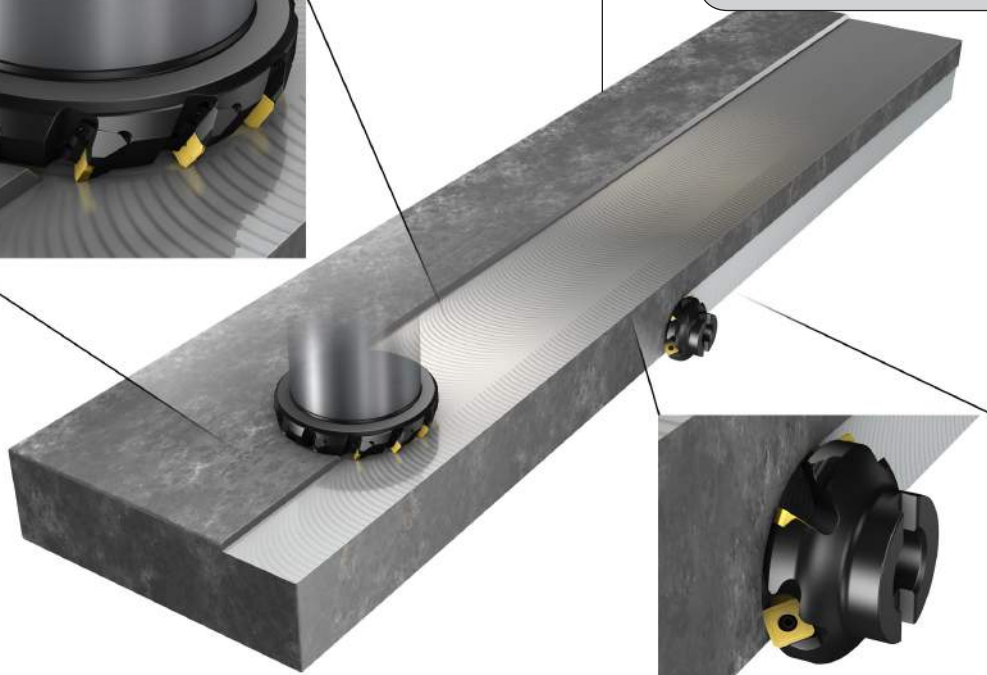
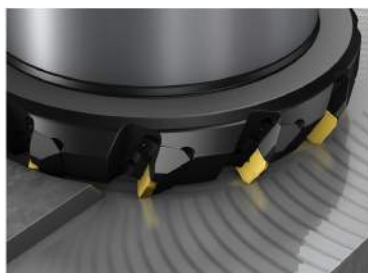
Рекомендации D 58

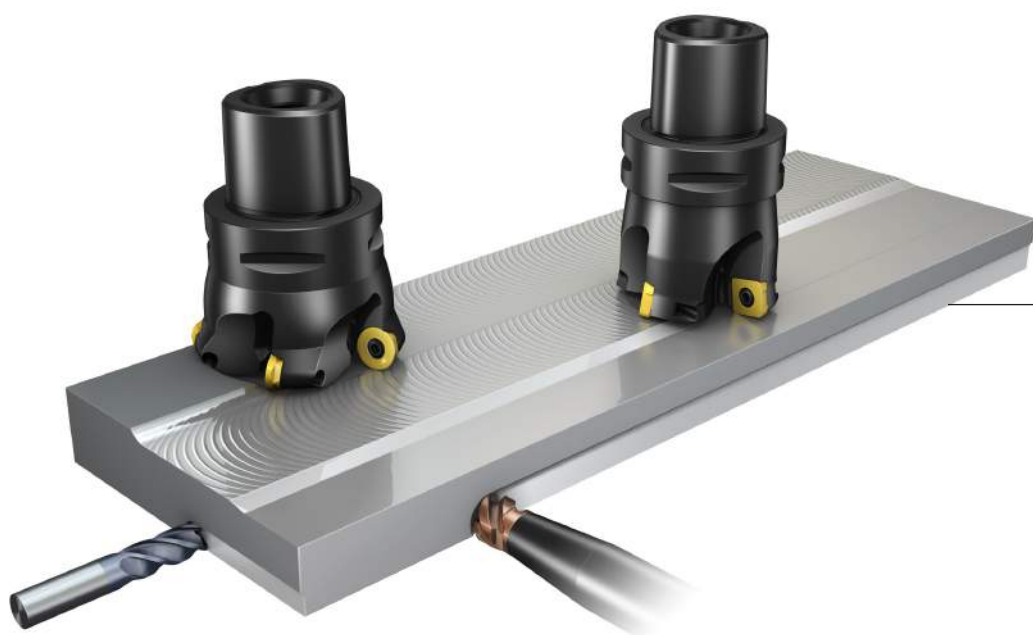


Тяжёлое фрезерование

Выбор инструмента D 62

Рекомендации D 63





Высокоскоростное фрезерование

Выбор инструмента D 60

Рекомендации D 61

Финишная обработка пластинами Wiper

Выбор инструмента D 64

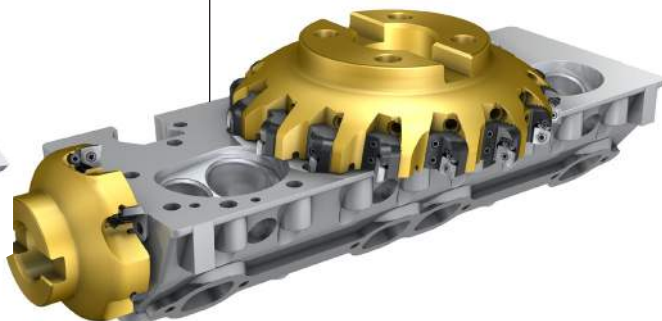
Рекомендации D 65



Фрезы, оптимизированные для обработки различных материалов

K На странице D 36.

N На странице D 38.

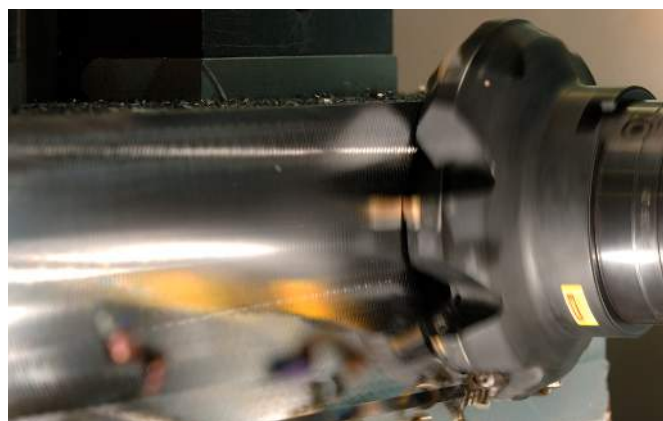


Фрезерование

Решение проблем D 128

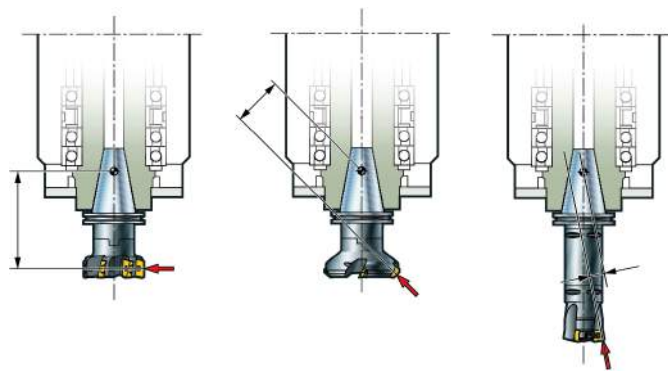
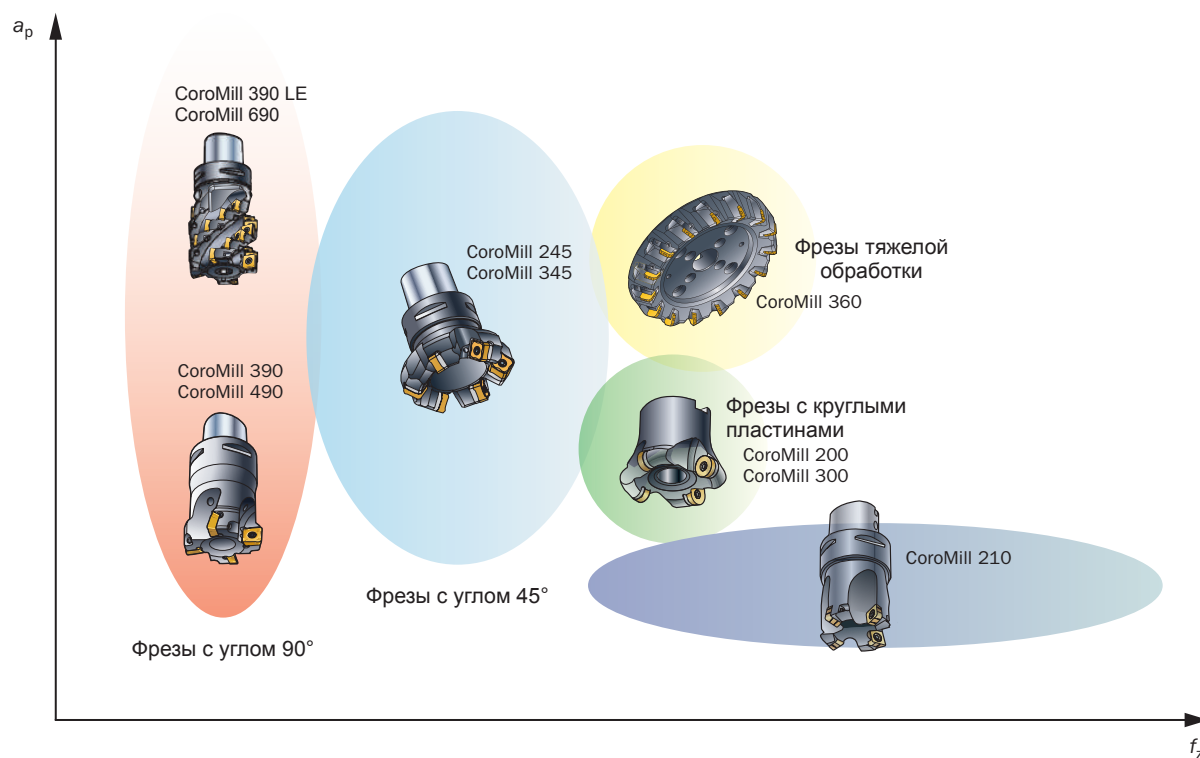
Торцевое фрезерование

Одной из наиболее распространенных операций является торцевое фрезерование, для ее выполнения можно использовать различный инструмент. Наиболее часто применяются фрезы с главным углом в плане 45° , но также для торцевого фрезерования могут применяться фрезы с круглыми пластинами, дисковые трёхсторонние и концевые фрезы.



Обзор торцевых фрез

Диаграмма показывает основные области применения различных конструкций фрез в зависимости от глубины резания, a_p , и подачи на зуб, f_z .



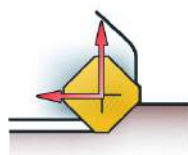
Направление сил резания зависит от главного угла в плане.

Торцевое фрезерование

Выбор инструмента

Фрезы с главным углом в плане 45°

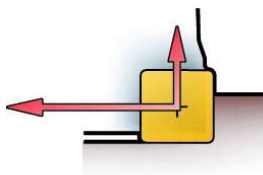
- Первый выбор для общего назначения
- Меньше вибраций на большом вылете
- За счёт более тонкой стружки можно повысить производительность



	CoroMill® 245	CoroMill® 345	Sandvik AUTO
Макс. глубина резания (a_p), мм	6/10	6	6
Диаметр фрезы (D_c), мм	32 – 250	40 – 250	80 – 500
Обрабатываемый материал			

Фрезы с главным углом в плане 90°

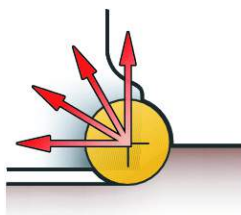
- Обработка тонкостенных деталей
- Обработка слабо закреплённых деталей
- Обработка уступов в 90°



	CoroMill® 490	CoroMill® 290	CoroMill® 390
Макс. глубина резания (a_p), мм	5.5	10.7	10/15.7
Диаметр фрезы (D_c), мм	20 – 80	40 – 250	12 – 42/ 400 – 200
Обрабатываемый материал			

Фрезы с круглыми пластинами

- Фрезы общего назначения
- Самая прочная режущая кромка
- Большое количество режущих кромок на пластине
- Наилучшим образом подходят для обработки жаропрочных сплавов группы ISO S.
- Процесс резания более плавный



	CoroMill® 200	CoroMill® 300
Макс. глубина резания (a_p), мм	10	7/8
Диаметр фрезы (D_c), мм	25 – 160	10 – 42/ 25 – 125
Обрабатываемый материал		

Фрезы с главным углом в плане 60° – 65°

На странице D 150.

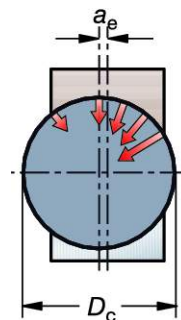
Фрезы с главным углом в плане 10°

На странице D 60.

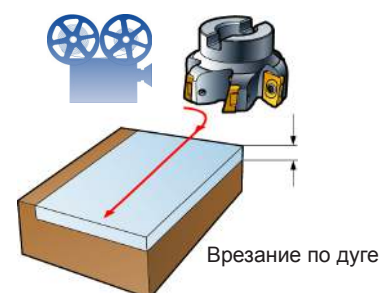
Практические рекомендации

Практические советы и рекомендации

- Всегда следует принимать во внимание жесткость станка, размер и тип шпинделя (горизонтальное или вертикальное расположение) и мощность станка.
- Выбирайте диаметр фрезы, так чтобы он был больше ширины заготовки на 20...50%.
- Следует учитывать расположение фрезы относительно заготовки и размер максимальной толщины стружки для выбора оптимальной подачи.
- Смещение фрезы от центра заготовки позволяет на выходе из резания формировать самую тонкую стружку.

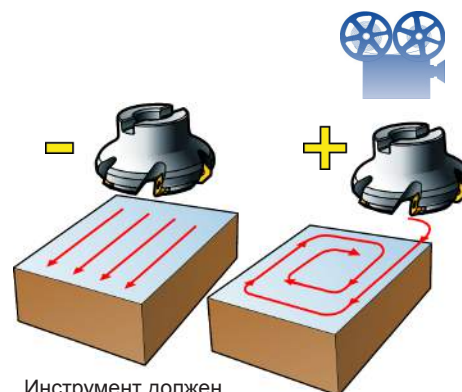


- Для плавного врезания фрезы в заготовку траекторию следует формировать по дуге и при этом снижать подачу.



- Применение попутного фрезерования наиболее благоприятно для стружкообразования: при врезании формируется более толстая стружка, на выходе – более тонкая.

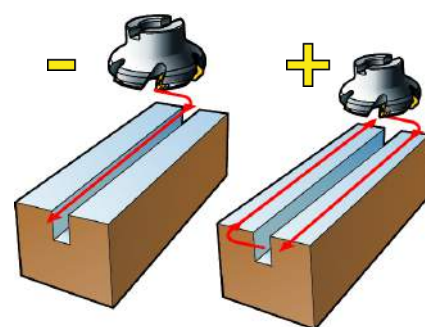
- Избегайте лишних врезаний и выходов из заготовки.



- По возможности следует избегать частого входа и выхода инструмента из заготовки. Это способствует возникновению неблагоприятных напряжений на режущей кромке или является причиной возникновения вибраций. Рекомендуется формировать траекторию движения фрезы таким образом, чтобы инструмент находился все время в резании, это предпочтительнее, чем несколько параллельных проходов. А изменение направления резания следует производить по небольшому радиусу для постоянного контакта инструмента и заготовки.

Обработка прерывистой поверхности

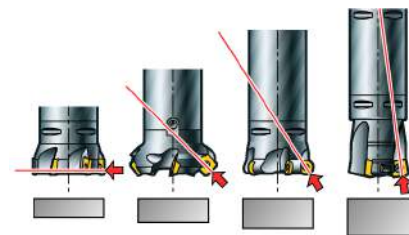
- По возможности, следует исключать прерывистую обработку (с отверстиями или пазами). Прерывистая обработка требует большей прочности режущей кромки и является причиной многократных врезаний и выходов из резания.
- В любом случае, при обработке прерывистой поверхности следует снижать подачу на 50%.





Торцевое фрезерование тонкостенных и отгибающихся деталей

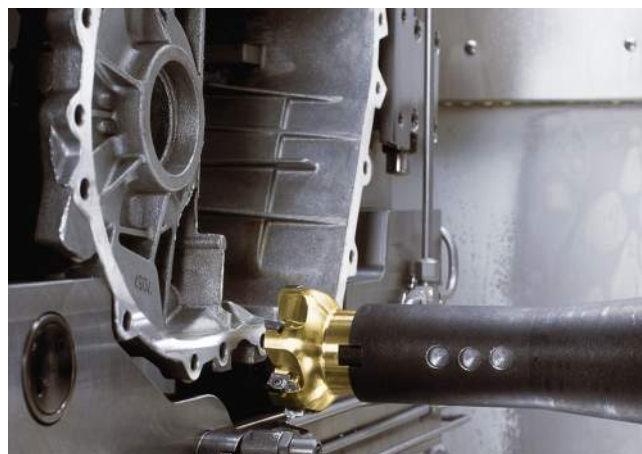
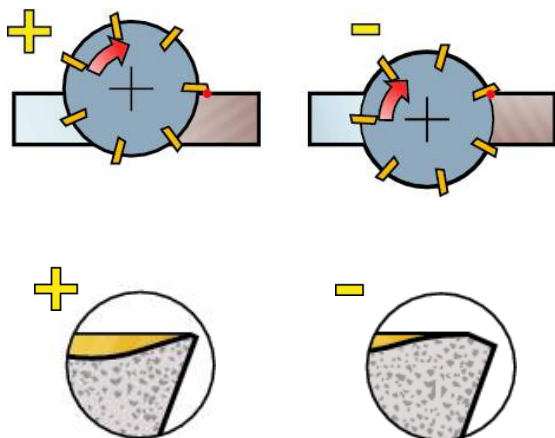
- Всегда следует учитывать воздействие сил резания на заготовку и их направление.
- При обработке неустойчивых в осевой направлении заготовок выбирайте фрезу с главным углом в плане 90° , так как в этом случае основная часть сил резания направлена радиально.
- Следует применять инструмент для легкой обработки.
- Для минимизации осевой составляющей силы резания не назначайте глубину резания меньше чем 0.5-2 мм.
- Для снижения количества зубьев, одновременно участвующих в резании, выбирайте фрезы с крупным шагом.
- Выбирайте острую позитивную (-L) геометрию передней поверхности для снижения сил резания.



Рекомендации, перечисленные выше, более детально описаны в разделе "Основные положения" на стр. D20–D31.

Контурная обработка торцевыми фрезами тонкостенных деталей

- При обработке плоскости тонких стенок центр фрезы должен быть смещен от центра стенки. Таким образом, процесс резания происходит стабильнее, и силы резания распределяются равномерно вдоль стенки, что снижает риск возникновения вибраций
- Лучше выбирать фрезу с таким количеством зубьев, чтобы в резании одновременно участвовало больше одного зуба.
- Выбирайте, по возможности, наиболее острую геометрию пластин: легкую вместо средней и среднюю вместо тяжелой.
- Для снижения риска возникновения вибраций выбирайте пластины с меньшим радиусом при вершине и меньшей зачистной кромкой при обработке тонких стенок.
- Снижайте режимы резания: глубину резания, a_p , и подачу на зуб, f_z .



Более подробная информация о рекомендуемом размере фрезы, методе врезания, расположении относительно заготовки, образовании стружки в разделе "Основные положения" на стр. D22–D25.











Высокопроизводительное фрезерование

Торцевое фрезерование с очень большой подачей на зуб (до 4 мм/зуб) применимо для фрез с небольшим углом в плане или с пластинами круглой формы, так как для них характерно образование стружки небольшой толщины. При этом глубина резания не должна превышать 2 мм. Невероятно высокие значения подачи делают данный метод чрезвычайно производительным.

Существуют фрезы, специально созданные для работы в условиях высоких подач с небольшой глубиной резания. Обязательным условием пригодности инструмента для “легкого и быстрого” фрезерования является небольшое значение главного угла в плане.



Выбор инструмента

	CoroMill® 210	CoroMill® 316	CoroMill® Plura	CoroMill® 200	CoroMill® 300
					
	Высокопроизводительные фрезы			Фрезы с круглыми пластинами	
Мак глубина резания (a_p), мм	1.2 – 2	1.3	1.3	10	7/8
Диаметр фрезы (D_c), мм	25 – 160	10 – 25	4 – 20	25 – 160	10 – 42/ 25 – 125
Обрабатываемый материал					

CoroMill® 210

- Наиболее производительный инструмент с главным углом в плане 10° , позволяющий вести обработку с очень высокими значениями подачи на зуб, f_z .

CoroMill® Plura и CoroMill® 316

- Увеличение подачи более чем в два раза по сравнению с традиционными концевыми фрезами при небольшой глубине резания, a_p .
- Высокоточные фрезы, оптимизированные для высокоскоростной обработки закаленной стали.
- Черновая и получистовая профильная обработка с чрезвычайно высокими подачами.

Примечание: Не превышайте максимально рекомендованного значения a_p для фрез CoroMill 210, CoroMill Plura и CoroMill 316. При высокоскоростной обработке фрезами с круглыми пластинами или с большим радиусом при вершине значение a_p должно быть значительно ниже рекомендованного максимума.

CoroMill® 200 и CoroMill® 300

- Фрезы с круглыми пластинами.
- С уменьшением глубины резания толщина стружки резко уменьшается.
- Плавный процесс резания.
- Фрезы общего назначения для тяжелых и легких условий обработки.

Практические рекомендации

Фрезы с небольшим главным углом в плане

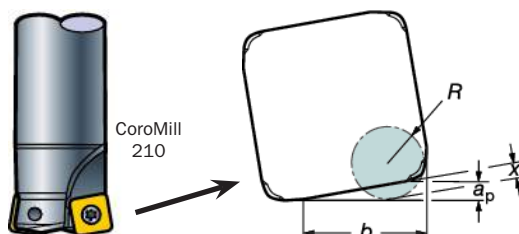
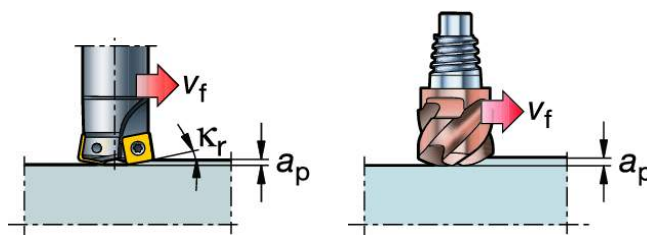
Максимальная толщина срезаемой стружки оказывается ничтожно малой при небольшом значении главного угла. Поэтому становится возможным работа с большими подачами без риска перегрузки режущей кромки.

Для фрез CoroMill 210:

- Максимальное значение глубины резания для фрез с пластинами 14 мм составляет 2.00 мм, с для фрез с пластинами 9 мм – 1.2 мм.
- В благоприятных условиях обработки подача на зуб, f_z , может достигать 4 мм/зуб, при этом производительность съема металла может составлять 1400 см³/мин.

Примечание: Старайтесь избегать обработки вблизи прямоугольного уступа, так как при этом резко возрастает глубина резания и, соответственно, значение угла в плане.

Как и на других операциях фрезерования, при использовании фрез данного типа необходимо снижать подачу при ухудшении условий обработки. Это уменьшит риск возникновения вибраций и позволит избежать поломки пластины.



iC	Размеры, мм				Несрезанный материал
	iC	R	b	ap	
9	2.5	7.05	1.2	0.79	
14	3.5	12.0	2.0	1.48	

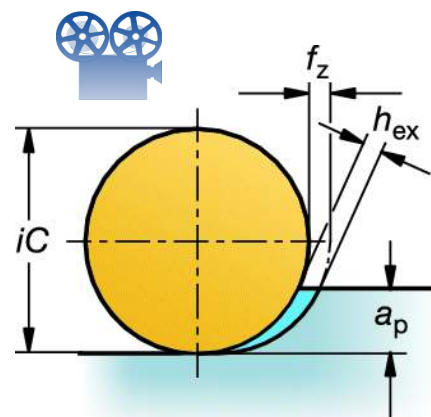


При использовании фрез CoroMill 210, радиус программируется также как и для фрез с круглыми пластинами радиусом R, см. таблицу.

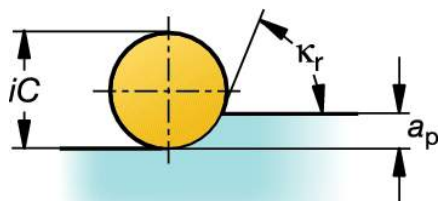
Фрезы с круглыми пластинами

При использовании фрез CoroMill 200 и CoroMill 300 для работы с большими подачами глубина резания должна быть очень небольшой (max 10% от iC). В противном случае толщина срезаемого слоя металла возрастет, что вызовет необходимость в снижении подачи.

Примечание: В процессе обработки фрезами с круглыми пластинами при приближении к прямоугольному уступу обязательно снижайте подачу из-за резкого увеличения глубины резания.



Толщина срезаемой стружки, h_{ex} , у пластин круглой формы зависит от глубины резания, a_p .



Прочные пластины для черновых операций общего типа

- Наивысшая производительность достигается, если значение глубины резания меньше чем 25% x iC.

У круглых пластин нагрузка на режущую кромку и угол в плане зависят от значения глубины резания.

Тяжелое торцевое фрезерование

К данному типу фрезерования относится черновая обработка поковок, отливок, горячекатаных заготовок или сварных деталей на мощных фрезерных станках портального типа или на больших фрезерных центрах.

Обработка характеризуется съемом большого объема материала и высокими усилиями резания и сопровождается образованием высоких температур. Поэтому инструмент для выполнения подобных операций должен отвечать определенным специфическим требованиям.











- Высокая нагрузка на режущую кромку при работе пластиной на полную глубину резания.
- Износ уголков пластины абразивной коркой, когда значение глубины резания близко к нулю.

Фрезы с углом в плане 60° являются оптимальным решением для тяжелого фрезерования. Их конструкция обеспечивает:

- Большие возможности по глубине резания, относительно сбалансированные усилия резания и эффект утонения стружки, позволяющий увеличить подачу.
- Конструкция фрезы позволяет использовать пластины с большой зачистной фаской, что обеспечивает хорошую чистоту поверхности.



Выбор инструмента

	CoroMill® 360	CoroMill® 245-18	T-Max 45	CoroMill® 390-18	CoroMill® 300-20
					
Главный угол в плане (K_r), градусы	60°	45°	45°	90°	Круглые пластины
Макс. глубина резания (a_p), мм	13 / 18	10	12	15.7	10
Диаметр фрезы (D_c), мм	160 – 500	32 – 250	100 – 400	40 – 200	66 – 200
Обрабатываемый материал					

Фреза CoroMill® 360

- Простота эксплуатации фрезы и быстрая и надежная фиксация пластин уменьшают вспомогательное время на операции.
- Максимальная глубина резания достигает 18 мм, что означает высокую производительность съема материала и возможность обрабатывать заготовки с грубой коркой.
- Высокая производительность – подача составляет 0.4 – 0.7 мм/зуб.
- Широкая зачистная фаска обеспечивает высокое качество обработки.
- Прочные вершины пластин хорошо противостоят абразивному износу при резании на небольшой глубине.
- Высокая прочность фрезы в целом делает ее надежным решением для фрезерования в очень тяжелых условиях.

Фреза CoroMill® 245 с пластинами размером 18 мм

- Торцевая обработка средней тяжести, ненагруженный процесс резания.
- Глубина резания 6–8 мм, диапазон подач 0.2 – 0.6 мм/зуб.
- Первый выбор для обработки на больших обрабатывающих центрах в тяжелых условиях.
- Возможна комплектация фрезы пластинами Wiper при необходимости получения хорошего качества поверхности.

Фреза CoroMill® 390 с пластинами размером 18 мм
Первый выбор для обработки торцев и уступов в условиях средней тяжести.

Фреза CoroMill® 300 с пластинами размером 20 мм
Прочные режущие кромки подходят для обработки по корке или для прерывистой обработки. Круглая форма пластин гарантирует плавный процесс резания. При работе с небольшой глубиной резания может использоваться восемь режущих кромок. Максимальная глубина резания составляет 10 мм. Максимальная рекомендуемая толщина срезаемой стружки зависит от геометрии пластины и глубины резания и может достигать 0.55 мм/зуб. Более подробная информация на стр. D162.

Фреза T-Max 45

Высокопроизводительная фреза с углом в плане 45°, рекомендуемая для работы в тяжелых условиях обработки, в частности при большом вылете инструмента, когда значение подачи на зуб ограничено риском возникновения вибраций.

- Возможна обработка с глубиной резания до 12 мм с подачей до 0.5 мм. Фрезерование с такими параметрами обеспечивает высокую эффективность съема металла.
- Толстые пластины с 2 мм зачистной фаски, имеющие возможность регулировки в осевом направлении, делают данную фрезу надежным инструментом для черновой обработки. Хотя она может с успехом использоваться и на чистовых операциях.
- Подпружиненный механизм крепления пластин прост и удобен в эксплуатации.

Практические рекомендации

Практические рекомендации и советы

Вход в резание

Зачастую черновое фрезерование проходит в тяжелых условиях, поэтому на данной операции очень большое значение приобретает возможность обеспечения постепенного входа пластины в резание.

- По возможности программируйте вход инструмента в резание по скругленной траектории.
- При отсутствии такой возможности, снижайте подачу до полного входа фрезы в резание.

Расположение и размер фрезы

При тяжелом торцевом фрезеровании, как правило, обрабатываются достаточно протяженные поверхности за несколько проходов инструмента. При этом необходимо придерживаться рекомендаций, касающихся:

- Взаимного расположения фрезы и заготовки, протяженности линии их контакта
- Выбора диаметра фрезы в зависимости от возможностей оборудования по мощности
- Программирования траектории движения инструмента. Избегайте неблагоприятных условий выхода кромок из резания.

Конкретные рекомендации приведены в разделе Основные положения на стр. D22.

Учитывайте возможность выделения большого объема тепла

Операции тяжелого фрезерования характеризуются высокими температурами в зоне резания. При этом образуется большое количество стружки, которая скапливается вокруг фрезы, вследствие затрудненной эвакуации. Возможно повторное резание стружки, что негативно сказывается на стойкости инструмента. Во избежание вышеперечисленных явлений старайтесь очищать зону резания от излишних объемов стружки.

Предотвратить ускоренный износ уголка пластины из-за абразивной корки можно за счет увеличения глубины резания. В этом случае точка контакта пластины с поверхностью заготовки перемещается в более прочную зону режущей кромки.

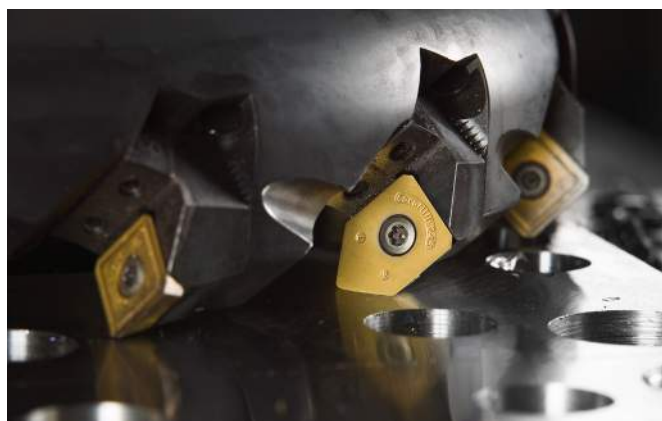
Примечание: При смене режущих кромок на фрезу используйте перчатки, чтобы не обжечься о нагретый инструмент.




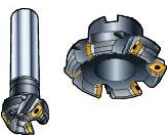










Чистовое фрезерование с пластинами Wiper

Высокое качество обработанной поверхности может быть достигнуто при установке на фрезу совместно со стандартными пластинами одной или нескольких зачистных пластин. Использование пластин Wiper наиболее целесообразно при работе с высокими значениями подачи на оборот, f_n , фрезами большого диаметра с мелким шагом зубьев и на фреззах с возможностью регулировки положения пластин.

При использовании зачистных пластин увеличение подачи возможно до 4 раз без снижения качества обработанной поверхности. Пластины Wiper могут применяться при обработке любых материалов и способны выполнять свою миссию даже в не очень благоприятных условиях резания.



Выбор инструмента

	CoroMill® 345	CoroMill® 245	CoroMill® 365	CoroMill® Century	AUTO-AF	AUTO-FS
						
Главный угол в плане (K_r), градусы	45°	45°	65°	90°	75°	90°
Мак глубина резания (a_p), мм	6	10	6	10	1	8.1
Диаметр фрезы (D_c), мм	40 – 250	32 – 250	40 – 250	40 – 200	80 – 500	125 – 500
Чистота поверхности (R_a)	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
Обрабатываемый материал						

Фреза CoroMill® 245

Широкий выбор пластин Wiper для чистовой обработки большинства групп материалов. Фрезы большого диаметра имеют конструкцию с кассетами, позволяющими выполнять регулировку положения режущей кромки в осевом направлении.

Фреза CoroMill® 345

Доступны пластины Wiper с двумя правыми и двумя левыми фасками длиной 5 мм.

Фреза CoroMill® 365

Доступны два типа пластин Wiper

- С двумя правыми и двумя левыми кромками
- С зачистной фаской большой длины с одной правой и одной левой кромкой.

У фрез большого диаметра со сменной режущей частью и базовым элементом регулировка положения режущих пластин осуществляется за счет использования опорных пластин.

Фреза CoroMill® Century

Высокоточная настройка положения пластин позволяет использовать более одной зачистных пластин на фреззах большого диаметра, а на фрезу небольшого диаметра во все посадочные гнезда могут быть установлены пластины Wiper. Это обеспечивает высочайший уровень производительности с одновременно высоким качеством обработанной поверхности. Доступен широкий выбор сплавов для пластин Wiper для обработки большинства групп материалов.

Фреза AUTO-AF

Все типоразмеры фрез оснащены кассетами, в которые могут быть закреплены пластины Wiper типа -L или -F с увеличенной длиной зачистной кромки. Фрезы большого диаметра выпускаются в исполнении со сменной режущей частью и базовым элементом.

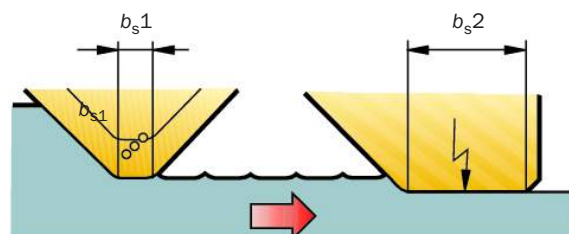
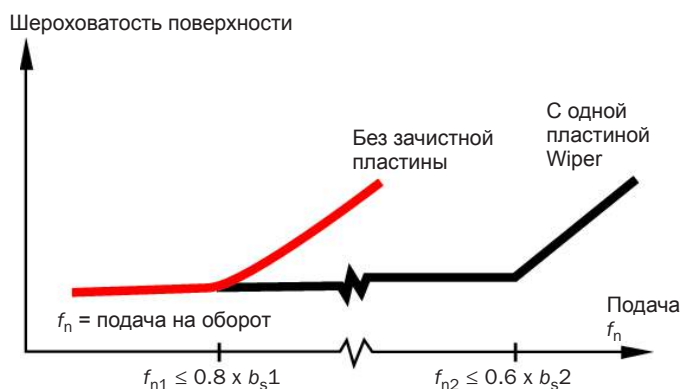
Фреза AUTO-FS

Фрезы большого диаметра имеют сменную режущую часть и базовый элемент. Регулировка в осевом направлении осуществляется за счет использования опорных пластин. Доступны пластины Wiper с 4 режущими кромками.

Практические рекомендации

Зеркальная чистота поверхности при высоких подачах

- Когда подача f_n превышает 80% длины зачистной фаски на стандартной пластине, b_s , использование пластины Wiper позволит улучшить качество обработанной поверхности.
- При увеличении подачи на оборот, f_n , для фрезы большого диаметра с большим числом зубьев, необходимость использования зачистной пластины с целью поддержания качества поверхности особенно высока.
- Волнистость обработанной поверхности зависит от величины осевого биения фрезы, которое, в свою очередь, зависит от точности шпинделя, размера фрезы и точности ее регулировки. Зачистная кромка большого размера будет компенсировать данное отклонение, при этом подача на оборот может оставаться в пределах 60% от длины зачистной ленточки пластины.
- Зачистная пластина выступает в осевом направлении относительно остальных на 0.05 мм при установке во фрезе с фиксированным положением пластин. Для фрез с возможностью регулировки положения режущих кромок возможна установка зачистных пластин с большей точностью. В связи с более выступающим положением пластины Wiper испытывает большие нагрузки по сравнению со стандартными пластинами, что может вызвать вибрации. Поэтому пластины Wiper рекомендуется использовать для легкого фрезерования на умеренных скоростях и их число должно быть строго ограничено.



- С целью ограничения осевой нагрузки на кромку и минимизации риска появления вибраций, следует работать с небольшой глубиной резания, лежащей в пределах 0.8 – 1.0 мм.
- При регулировке положения зачистных пластин следует быть особо внимательным. При неправильной установке вы можете не получить положительного результата.

Пример:

- Ширина зачистной фаски, b_s , на пластине составляет 1.5 мм.
- На фрезе 10 пластин, подача на каждую из которых, f_z , равна 0.3 мм. Подача на оборот, f_n , составит 3 мм, т.е. в два раза больше размера зачистной фаски.
- Для того чтобы гарантировать высокое качество обработанной поверхности, подача не должна превышать 80% от длины зачистной ленточки, т.е. $1.5 \times 0.8 = 1.2$ мм.
- Соответствующая пластина wiper будет иметь зачистную фаску шириной приблизительно 8 мм.
- Итог: подача на оборот может быть увеличена с 1.2 мм до 4.8 мм (60% от 8 мм = 4.8 мм). **Примечание:** При выборе подачи необходимо также учитывать ограничения по мощности станка.

Дополнительные рекомендации по достижению зеркальной чистоты поверхности

- Работайте с высокой скоростью резания и/или пластинами из кермета для получения блестящей поверхности.
- Обработку нержавеющей стали и жаропрочных сплавов рекомендуется вести с использованием СОЖ или с охлаждением масляным туманом.
- Наилучшую чистоту поверхности обеспечивают пластины из PVD сплавов с острой режущей кромкой при фрезеровании с глубиной резания, $a_p = 0.5 - 0.8$ мм.

Профильное фрезерование

Обзор технологических решений

Профильное фрезерование

Выбор инструмента D 68

Рекомендации D 70



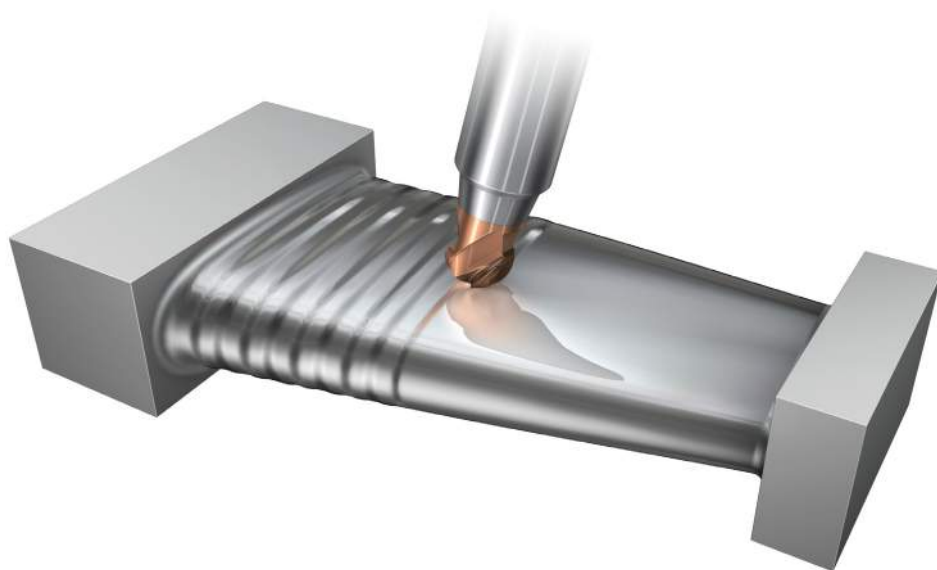
Точение фрезерованием

Выбор инструмента D 81

Рекомендации D 82



Обработка лопаток: профильное фрезерование и точение фрезерованием



Фрезерование

Решение проблем D 128

Профильное фрезерование

К профильному фрезерованию относится обработка выпуклых и вогнутых профилей по двум или трем координатам.

Чем больше размер заготовки и чем сложнее профиль предполагаемой к обработке поверхности, тем более тщательно следует подходить к разработке технологии фрезерования.

Процесс обработки можно разделить на три основных стадии:

- Черновая/получистовая обработка
- Получистовая обработка
- Чистовая обработка.

Суперфинишное фрезерование, как правило, выполняется с очень большими подачами. А снятие остаточного припуска выполняется на стадии получистовой и чистовой обработки.

Для достижения наивысшей точности и производительности обработки рекомендуется выполнять черновое и чистовое фрезерование на разных станках и использовать специализированный инструмент для каждого конкретного этапа.

Операции чистового фрезерования рекомендуется выполнять на 4/5 осевом оборудовании с использованием



преимуществ современного программного обеспечения. Это позволит минимизировать или избежать совсем потерь времени, связанных с ручным трудом оператора. А результаты обработки будут выше и по геометрической точности, и с точки зрения качества обработанной поверхности.

Выбор инструмента

Фрезы для черновой и получистовой обработки





	CoroMill® Plura		CoroMill® 316		CoroMill® 216
Геометрия	VFD радиус при вершинах	BNE	Радиус при вершинах	BNE	BNE
Диаметр фрезы (D_c), мм	4 – 20	1 – 20	10 – 25		10 – 50
Мах глубина резания (a_p), мм	38		13		44.6
Обрабатываемый материал					

VFD = Переменная глубина стружечных канавок
BNE = Фреза со сферическим концом

Фрезы для черновой и получистовой обработки

	CoroMill® 390		CoroMill® 300		CoroMill® 200	CoroMill® 790	
Геометрия	Радиусные пластины		Тороидальная	Круглые пластины	Круглые пластины	Радиусные пластины	
Диаметр фрезы (D_c), мм	12 – 200		10 – 42	25 – 125	25 – 160	25 – 54	40 – 100
Мах глубина резания (a_p), мм	12 – 42	40 – 200	7/8		10	12/18	
Обрабатываемый материал							

Фрезы для чистовой и суперфинишной обработки

	CoroMill® Plura		CoroMill® 316		CoroMill® 216F	CoroMill® 790	
Геометрия	VFD Радиус при вершинах	BNE	Радиус при вершинах	BNE	BNE	Радиусные пластины	
Диаметр фрезы (D_c), мм	4 – 20	1 – 20	10 – 25		8 – 32	25 – 54	40 – 100
Мах глубина резания (a_p), мм	38		13		4.8	12/18	
Обрабатываемый материал							

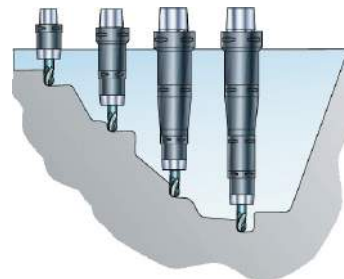
BNE = Фреза со сферическим концом

Практические рекомендации

Советы по применению

Для выбора наиболее подходящего инструмента и метода обработки необходимо тщательно изучить профиль детали.

- Определите минимальную и максимальную глубину профиля.
- Рассчитайте объем материала, который предстоит удалить.
- Оцените инструментальную наладку с точки зрения устойчивости к появлению вибраций, см. стр. D30.
- Для достижения наилучших результатов по точности обработки рекомендуется выполнять отдельные стадии фрезерования на специализированном оборудовании.
- Использование специализированного инструмента для суперфинишной обработки позволит избежать трудоемкой ручной операции полирования поверхности.
- Использование специализированного программного продукта, в некоторых случаях, может привести к значительной экономической выгоде.
- Для достижения наилучшего качества поверхности при обработке с минимальным припуском рекомендуется выбирать концевые фрезы CoroMill Plug и использовать технику высокоскоростного фрезерования, см. стр. D75.
- Производительность на черновых и получистовых этапах обработки крупных заготовок, как правило, достигается за счет использования традиционных стратегий фрезерования. Исключение составляет обработка алюминия, которая даже на черновой стадии должна проходить с высокой скоростью резания.



Вибрации – методы предупреждения

Вибрации зачастую являются нежелательным явлением, возникающим в процессе фрезерования глубоких выемок. Традиционным и проверенным способом борьбы с вибрациями является снижение режимов резания – глубины, скорости или подачи.

- Используйте жесткий модульный инструмент с минимальной величиной биения.
- Модульный инструмент обеспечивает гибкость и возможность собирать большое число разнообразных наладок при минимальной номенклатуре используемого инструмента.
- Если общая длина наладки от торца шпинделя до самой выступающей точки режущей кромки превышает 4-5 диаметров необходимо вести обработку с использованием антивибрационной оснастки.
- При необходимости увеличить изгибную жесткость наладки увеличенной длины рекомендуется выбирать удлинители из более тяжелого материала.
- При работе с частотой вращения шпинделя более 20000 об/мин рекомендуется использовать сбалансированную оснастку.
- Выбирайте максимально возможный по отношению к диаметру инструмента размер соединения удлинителей и адаптеров.
- Разница в 1 мм на радиус между режущей частью инструмента и размером хвостовика является достаточной. При обработке глубоких уступов рекомендуется использовать фрезы с увеличенной режущей частью относительно хвостовика.
- Рассмотрите возможность применения плунжерного фрезерования как альтернативу обработке с большим вылетом, см. Специализированные методы на стр. D116.



Увеличивайте вылет инструмента постепенно

Для обеспечения высокой производительности при черновой обработке глубоких полостей, когда последняя часть припуска снимается на значительной глубине, чрезвычайно важно работать несколькими инструментами с последовательно увеличивающимся вылетом.

- Начинайте обработку фрезой с минимальным вылетом, так как работа инструментом большей длины будет ограничивать режимы резания и увеличивать риск возникновения вибраций.
- В соответствии с программой обработки меняйте инструмент на следующий, с большим значением вылета. Точка смены фрез определяется геометрией профиля полости.
- Пересчитывайте режимы резания для инструмента каждой длины с целью достижения высокой производительности на каждом этапе операции.



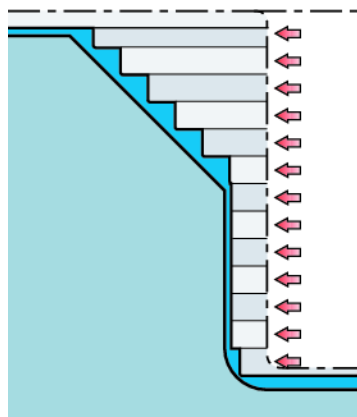
Обработка полости в сплошном материале

- При обработке полости или кармана важно минимизировать глубину резания, a_p , и сохранить равномерный припуск под дальнейшие чистовые операции.
- Результатом работы фрез для обработки уступов или длиннокрюмочных фрез является поверхность с ступенчато распределенным остаточным припуском, что при последующей обработке вызывает неравномерное распределение сил резания и отжим инструмента. В конечном итоге это сказывается на низкой геометрической точности обработанной поверхности.
- Использование фрез с круглыми пластинами (CoroMill 300 или CoroMill 200) обеспечит плавное изменение профиля заготовки при переходе от одного вида инструмента к другому. Эти фрезы оставляют более равномерный остаточный припуск, что обеспечивает лучшее качество готовой детали.
- Черновая обработка полости может также осуществляться фрезой для работы с большими подачами (CoroMill 210). Она также оставляет после себя небольшой припуск с небольшими перепадами по высоте.

Более подробно об этом на стр. D102. Методы обработки карманов и увеличения отверстий.

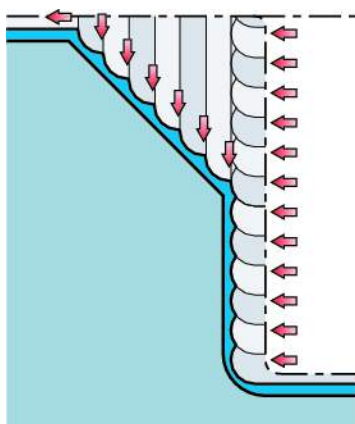
Фрезы для обработки прямоугольных уступов

– Большой и неравномерно распределенный припуск



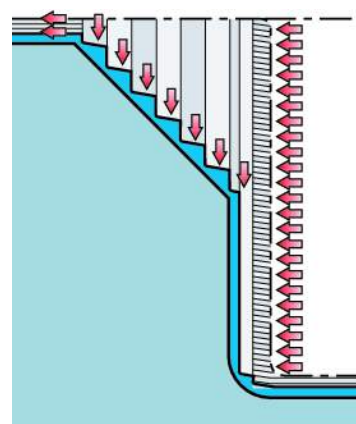
Фрезы с круглыми пластинами

+ Малая толщина припуска



Фрезы для работы с большими подачами

+ Малая толщина припуска



Метод копирования или обход по контуру?

Традиционный и самый простой метод программирования траектории движения фрезы при обработке полости является копирование профиля впадины, сопровождающееся многочисленными входами и выходами фрезы из контакта с заготовкой. Данный метод позволяет в полной мере раскрыть возможности усовершенствованного программного обеспечения, современного оборудования и инструмента.

При выполнении такого рода операций для достижения высокой эффективности чрезвычайно важным является использование современных методов и подходов.

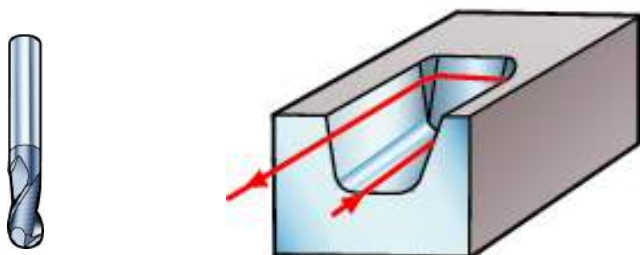
Поэтому рекомендуется, вместо общепринятого послойного срезания припуска с постоянной координатой Z, использовать преимущества передового метода обхода выборки по контуру в сочетании с попутным фрезерованием. Это обеспечит:

- Значительно меньшее время обработки.
- Более полное использование потенциала станка и инструмента.
- Улучшенную геометрическую точность полученной детали.
- Меньший объем чистовых операций и ручной доводки поверхности.

Данный метод обработки требует более тщательной предварительной проработки и больший период времени на программирование траектории движения инструмента. Но первоначально затраченное время компенсируется коротким циклом обработки и общее время, затраченное на операцию, сократится втрое.

Обход по контуру

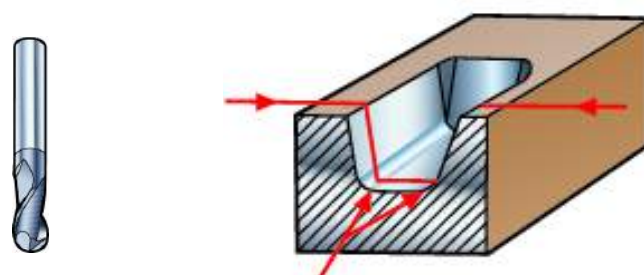
Предпочтительный метод



- + Контроль скорости резания - v_e
- + Преимущество использования высокоскоростной обработки
- + Высокие значения подач
- + Производительность
- + Высокая стойкость пластин
- + Надежность процесса

Метод копирования

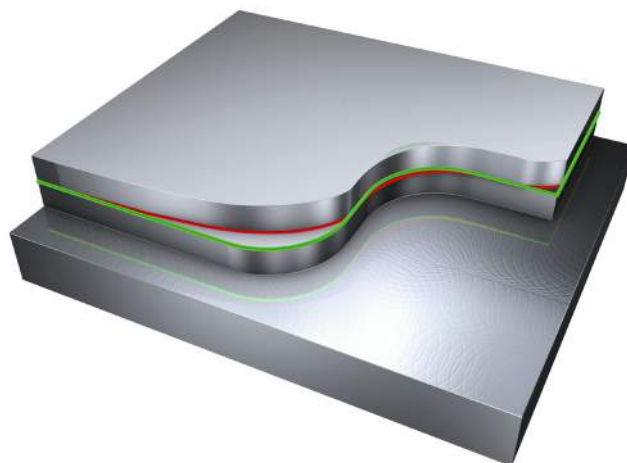
Распространенный метод



- Высокие нагрузки у центра фрезы
- Невысокие подачи
- Меньший период стойкости
- Механическое воздействие
- Неточность формы
- Большая длительность цикла обработки

Функция расчёта траектории и автоматическая корректировка подачи

Оба вышеупомянутых метода фрезерования предпочтительнее выполнять на станках с функцией расчёта траектории и автоматической корректировкой подач во избежание отклонений от заданной траектории инструмента.



Обход по контуру

- Используйте такой вид фрезерования как обработка в одной плоскости методом попутного фрезерования.
- Фрезерование по контуру периферией инструмента характеризуется большей производительностью, так как в работе участвует большее число режущих кромок.
- При наличии у станка ограничений по количеству оборотов, данный метод фрезерования позволяет поддерживать постоянную скорость резания.
- Также при фрезеровании по контуру смена направления траектории движения инструмента и изменение направления сил резания происходят гораздо реже. Это тем более важно при работе на высокой скорости и большой подаче при обработке материалов повышенной твердости. В этом случае режущая кромка очень чувствительна к любым изменениям в процессе резания, которые могут привести к вибрациям или отжиму инструмента.
- Для обеспечения высокой стойкости фрезы необходимо минимизировать число выходов и входов кромки и обеспечить максимальную непрерывность процесса резания.

Примечание! Избегайте работы центром инструмента, когда скорость резания равна нулю.



Точение

B

Огрезка и обработка канавок

C

Нарезание резьбы

D

Фрезерование

E

Сверление

F

Расгачивание

G

Инструментальная оснастка

H

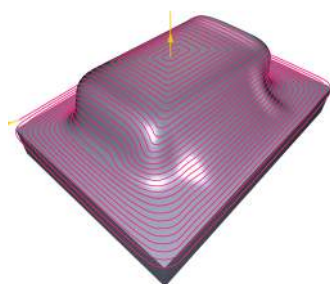
Материалы

I

Информация/Указатель

Траектория движения инструмента

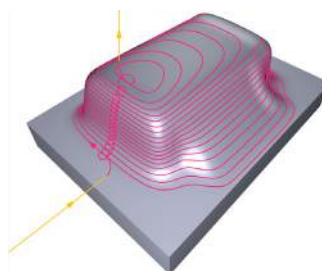
Z – постоянна, две рабочие координаты.
От черного до чистового фрезерования



Фрезерование с постоянной координатой Z - обработка в одной плоскости

- Распространенный метод, когда доступна функция CAM - "постоянная высота гребешка".
- Плавный ввод и отвод инструмента
- Простота программирования
- Широкий выбор инструмента

Винтовая обработка по контуру, три – пять рабочих координат.
Чистовая обработка



Обход по контуру с врезанием

- Плавная смена направления движения
- Высокие геометрическая точность и качество поверхности
- Контролируемая высота профиля
- Постоянный контакт фрезы и заготовки
- Короткий цикл обработки
- Короткий инструмент

Фрезерование методом копирования

Фрезерование открытого кармана методом копирования подразумевает сочетание встречного и попутного фрезерования и включает большое число неблагоприятных входов и выходов инструмента из резания.

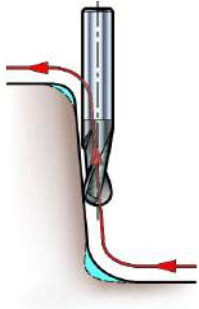
Каждый вход и выход фрезы из контакта с заготовкой означает отклонение инструмента, результатом которого является след на обработанной поверхности.

Когда усилия резания и отжим инструмента уменьшается, на выходе фрезы из резания образуется небольшой зарез материала.

Выводы:

- По возможности избегайте фрезерования карманов методом копирования. При погружении фрезы толщина стружки увеличивается, поэтому необходимо снизить скорость резания.
- Существует риск выкрашивания режущих кромок у центра фрезы при её столкновении с дном полости.

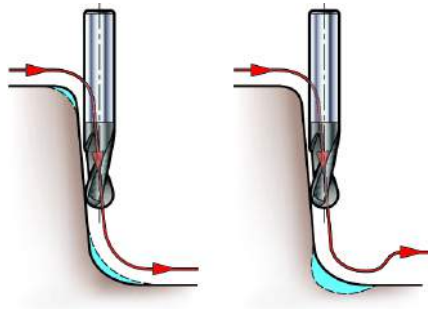
- Рекомендуется вести обработку на станках с функцией расчёта траектории и автоматической корректировкой подачи. В противном случае недостаточно быстрое замедление фрезы может привести к её поломке.
- При столкновении фрезы со стенкой полости происходит резкое увеличение длины линии контакта, что грозит отклонением инструмента, появлением вибраций или даже поломкой фрезы.
- При работе концевыми фрезами со сферическим концом самой уязвимой точкой на инструменте является его центр из-за нулевой скорости резания. Избегайте обработки центром инструмента и старайтесь использовать фрезерование с линейчатым контактом, но для этого необходимо отклонять шпиндель или обрабатываемую поверхность.
- Для данного вида обработки встречное фрезерование является предпочтительным, так как максимальная толщина стружки достигается на более благоприятных скоростях резания.



Риск зарезания поверхности



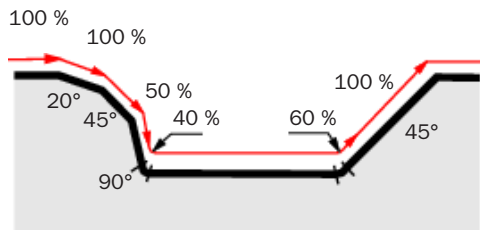
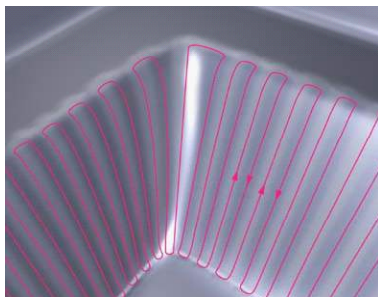
Копирование методом встречного фрезерования: Максимальная толщина стружки при рекомендованной v_c .



Обработка дна полости: Риск выкрашивания кромок в центре фрезы. Искажение формы детали является довольно распространенным дефектом при использовании технологии высокоскоростного фрезерования.



Копирование методом попутного фрезерования: Большая толщина стружки на очень низкой скорости резания v_c .



Уменьшение подачи для сохранения стойкости инструмента

Периодическая смена попутного фрезерования встречным и наоборот, ведет к изменению направления действующих на инструмент усилий резания. При уменьшении подачи на критических участках траектории движения фрезы значительно снижается риск выкрашивания режущих кромок и достигается большая стабильность процесса с увеличенной стойкостью инструмента.



Черновая обработка



Получистовая обработка



Чистовая и суперфинишная обработка



Постоянство припуска как средство достижения точной формы детали

Постоянство припуска является одним из критических факторов, определяющих производительность профильного фрезерования, особенно если речь идет об обработке с высокой скоростью.

- Профильное фрезерование является характерной операцией при обработке штампов и пресс-форм. На данных операциях большое значение имеет правильный выбор размера фрезы.
- Основная цель это получение равномерно распределенного припуска для обеспечения постоянства усилий резания при работе во всех направлениях.

Часто бывает целесообразно работать фрезами разного диаметра, переходя от инструмента с большим диаметром к меньшему, особенно на этапе легкой черновой и получистовой обработки. Данный вариант является более предпочтительным по сравнению с использованием фрезы одного диаметра на протяжении всей обработки.

- Наилучшее качество поверхности на чистовом этапе достигается при минимальной величине остаточного припуска и его максимальной равномерности.
- Основная задача при профильном фрезеровании - добиться как можно более точного соответствия обработанной поверхности заданным параметрам.
- Стабильный процесс резания.

Преимущества равномерно распределенного припуска

- Часть операций получистовой обработки и практически все виды чистовых операций профильного фрезерования могут выполняться с частичным участием оператора и даже иногда в условиях безлюдного производства.
- Влияние на направляющие станка, шаровые винты и подшипники шпинделя будет менее губительным.

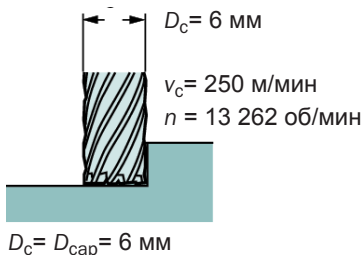
Реальная скорость резания

При использовании номинального значения диаметра фрезы при расчете скорости резания, v_c , фрез со сферическим концом или с круглыми пластинами, реальная скорость резания на небольшой глубине резания, a_p , будет намного ниже теоретической. От чего сильно “пострадают” минутная подача и производительность.

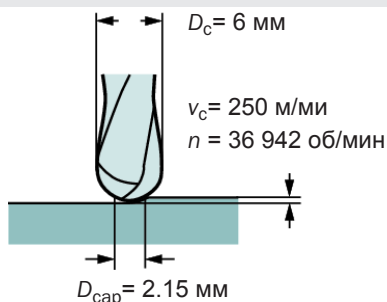
$$v_c = \frac{\pi \times n \times D_{\text{ср}}}{1000} \text{ м/мин}$$

Поэтому при расчете скорости резания необходимо отталкиваться от реального или эффективного диаметра инструмента, $D_{\text{ср}}$.

Обработка уступа концевой фрезой

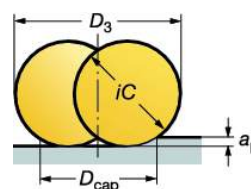


Фреза со сферическим концом



$$D_{\text{ср}} = 2 \times \sqrt{a_p \times (D_c - a_p)}$$

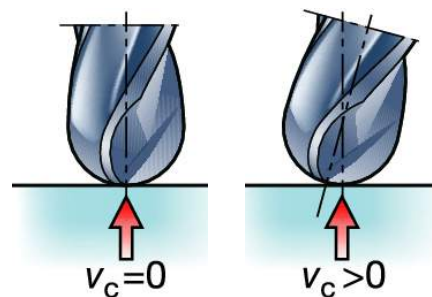
Фреза с круглыми пластинами



$$D_{\text{ср}} = D_3 - iC + \sqrt{iC^2 - (iC - 2 \times a_p)^2}$$

Фрезерование с точечным контактом – наклон фрезы

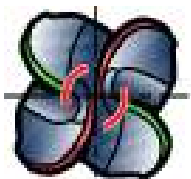
- При работе фрезами со сферическим концом наиболее критической зоной режущей кромки является центр фрезы со скоростью близкой к нулю и, соответственно, с неблагоприятными условиями резания. А также центр фрезы характеризуется неудовлетворительными условиями эвакуации стружки из-за ограниченного пространства у перемычки.
- В связи с этим рекомендуется обработка с наклоненным шпинделем или наклоном обрабатываемой поверхности под углом 10-15°. Данный метод позволяет избежать негативных последствий резания центральной частью фрезы.



- Увеличение предельного минимума скорости резания.
- Повышенная стойкость и улучшенное стружкообразование.
- Улучшение качества поверхности.

CoroMill® Plura и CoroMill® 316 - фрезы с режущей центральной частью

Центральная часть, $z = 2$



Периферийная часть, $z = 4$



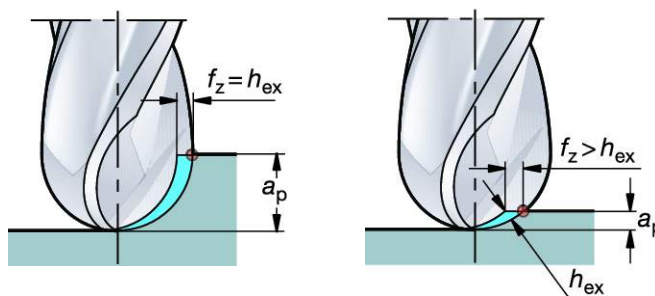
Наклон фрезы под углом 10-15° гарантирует наличие в зацеплении 4 режущих зубьев.

Обработка с небольшой глубиной резания

Позволяет увеличить скорость резания, v_c , и подачу на зуб, f_z

При работе фрезами с круглыми пластинами или со сферическим концом на небольшой глубине резания существует возможность повышения скорости резания, v_c , благодаря небольшой длине контакта инструмента и обрабатываемого материала. Время контакта фрезы и заготовки также мало и температура в зоне резания поддерживается на невысоком уровне.

Также возможно увеличение величины подачи на зуб, f_z , из-за эффекта уменьшения толщины срезаемого слоя, см. Основные положения на стр. D20.



Обработка с небольшой глубиной резания

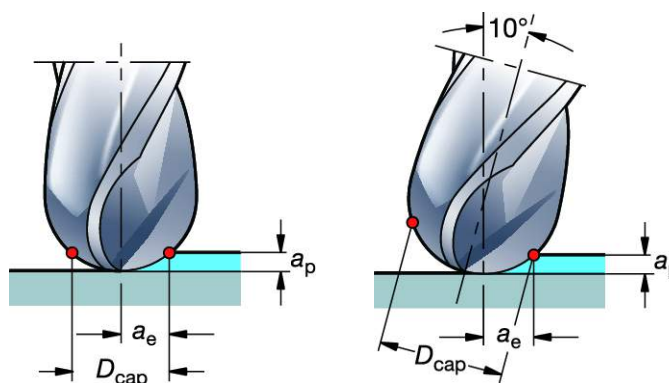


Пример обработки с небольшой глубиной резания:

Прямолинейное и наклонное положение фрезы

Пример демонстрирует возможность увеличения скорости резания при небольшом отношении a_e/a_p , как одно из преимуществ обработки наклонным инструментом.

Фреза CoroMill Plura со сферическим концом
 $D_c = 10$ мм, сплав GC 1610.
 Обрабатываемый материал: Сталь твердостью 400НВ
 Режимы резания, рекомендованные для большой глубины резания $a_p - D_c/2$:
 $v_c = 170$ м/мин
 $f_z = 0.08$ мм/об = h_{ex}



Операция фрезерования	Фреза без наклона	Наклонённая фреза (10°)
<ul style="list-style-type: none"> Получистовая обработка $a_p = 2$ мм <p>Скорость может быть увеличена до 75% при небольшой глубине резания:</p> <p>$v_c = 300$ м/мин</p> <p>Подача на зуб, f_z, остается одинаковой как для прямолинейного, так и для наклонного положения фрезы, а эффективное число зубьев, z_c, изменяется из-за отсутствия резания у центра фрезы, как объяснялось на предыдущей странице.</p>	<p>$D_c = 10$ мм $D_{cap} = 8$ мм</p> <p>$v_c = 300$ м/мин $n = 11\ 940$ об/мин</p> <p>$h_{ex} = 0.08$ мм $f_z = 0.12$ мм/зуб $z_c = 2$ $f_n = 0.24$ мм/об</p> <p>$v_f = 2\ 860$ мм/мин</p>	<p>$D_c = 10$ мм $D_{cap} = 8.9$ мм</p> <p>$v_c = 300$ м/мин $n = 10\ 700$ об/мин</p> <p>$h_{ex} = 0.08$ мм $f_z = 0.12$ мм/зуб $z_c = 4$ $f_n = 0.48$ мм/об</p> <p>$v_f = 5\ 100$ мм/мин</p>
<ul style="list-style-type: none"> Суперфинишная обработка $a_e = 0.1$ мм <p>Увеличение скорости резания может быть значительным и достигать 3-5 раз из-за очень короткого периода контакта заготовки и инструмента:</p> <p>$v_c = 5 \times 170 = 850$ м/мин</p> <p>Примечание: При суперфинишной обработке одновременно в работе должно находиться по крайней мере два зуба фрезы $z_n = 2$, для минимизации биения. При столь небольшом значении a_p, подача на зуб f_z ограничивается требованиями по шероховатости поверхности, а величиной h_{ex} можно пренебречь. При суперфинишном фрезеровании рекомендуется придерживаться следующего правила. Работать с подачей f_z приблизительно равной a_e.</p> <p>$f_z = 0.12$ мм/об</p>	<p>Не рекомендуется осуществлять суперфинишное фрезерование без наклона фрезы</p>	<p>$D_c = 10$ мм $D_{cap} = 4.4$ мм</p> <p>$v_c = 850$ м/мин $n = 61\ 100$ об/мин</p> <p>$h_{ex} = 0.02$ мм $f_z = 0.12$ мм/зуб $z_c = 2$ $f_n = 0.24$ мм/об</p> <p>$v_f = 14\ 600$ мм/мин</p>

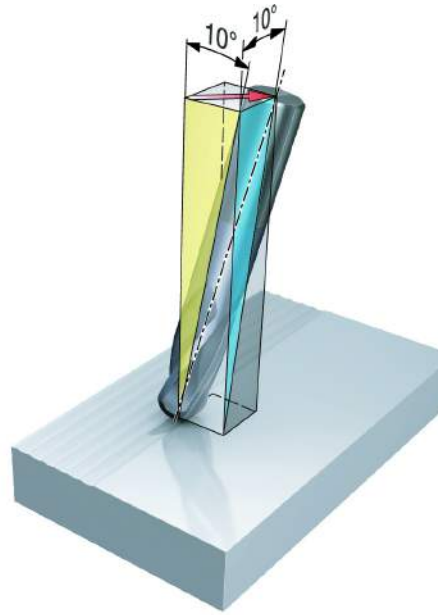
Образование рифленой поверхности

На поверхности обработанной фрезой со сферическим концом или фрезой со скругленной режущей кромкой будут оставаться небольшие грани или границы между проходами, высота которых зависит от:

- Ширины фрезерования, a_e ,
- Подачи на зуб, f_z .

Другими немаловажными параметрами являются глубина резания, a_p , и биение инструмента, (TIR), от которых зависят усилия резания и шероховатость обработанной поверхности. В связи с этим для достижения высоких результатов следует:

- Использовать высокоточный гидравлический патрон HydroGrip для закрепления инструмента в сочетании с соединением Coromant Carpo.
- По возможности минимизировать вылет инструмента.



Попутное фрезерование с наклоном фрезы в двух плоскостях под углом 10° гарантирует хорошее качество поверхности и стабильный процесс резания.

Черновая и получистовая обработка

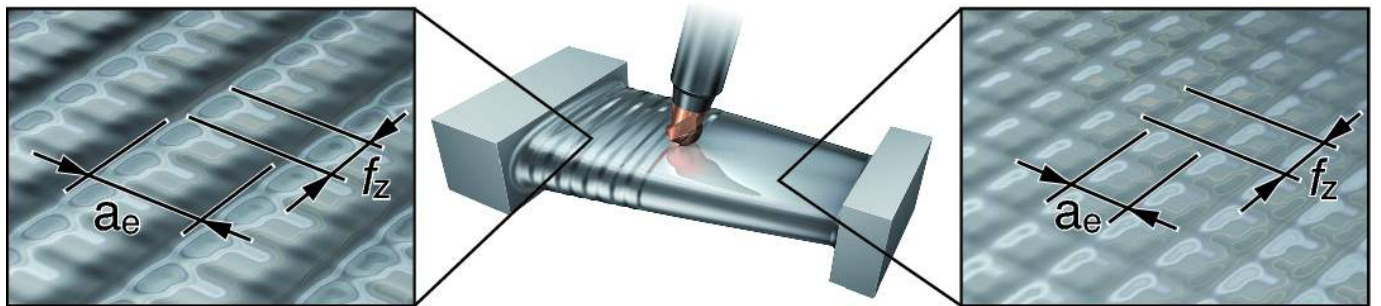
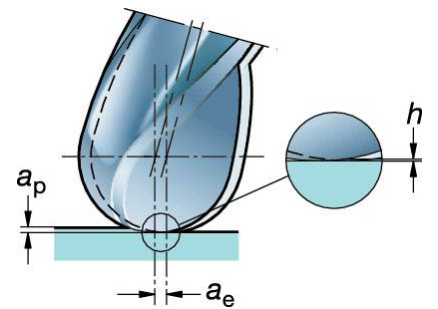
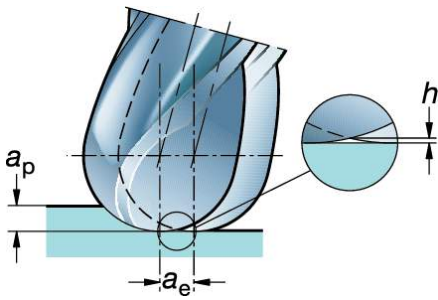
Если подача на зуб намного меньше ширины и глубины фрезерования, то высота переходов на обработанной поверхности будет значительно меньше в направлении подачи.

Чистовая и суперфинишная обработка

Необходимо стремиться получить поверхность с симметричной текстурой во всех направлениях, так как это упрощает ее последующую полировку, вне зависимости от выбранного метода.

Данного результата можно достичь при $f_z \approx a_e$.

Всегда работайте наклоненным инструментом для обеспечения наивысшего качества поверхности.



Получистовая обработка с f_z гораздо меньшей, чем a_e .

Суперфинишная обработка наклоненной фрезой и f_z равной a_e .



CoroMill® Plura



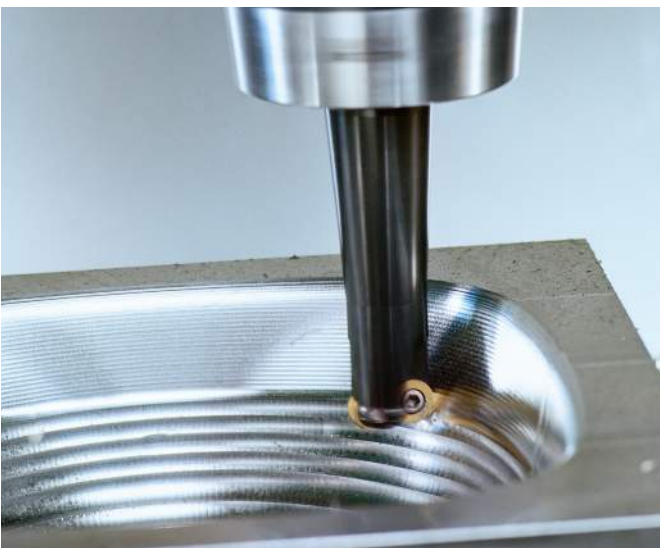
CoroMill® 390



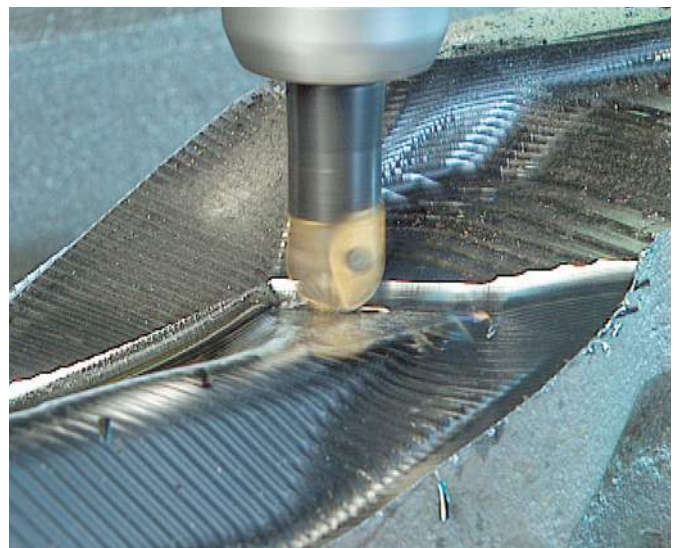
CoroMill® 300



CoroMill® 316



CoroMill® 300 в тороидальном исполнении



CoroMill® 216

Точение фрезерованием

Точение фрезерованием – это фрезерование поверхности заготовки при её вращении вокруг оси.

Данный способ подходит для обработки заготовок с эксцентричным профилем, которые не поддаются обработке традиционными методами фрезерования или точения. Он характеризуется высокой скоростью удаления металла и отличным стружкодроблением.

- Цилиндрическая поверхность формируется при подаче фрезы только в радиальном направлении.
- При одновременной подаче инструмента в двух направлениях возможна обработка эксцентрических поверхностей, таких как кулачки на валах.
- Подача инструмента по более чем двум осям требует от инструмента возможности врезаться под углом.
- Обработка конической поверхности требует перемещения по трём координатам.
- Фрезерование поверхностей более сложной формы, таких как турбинные лопатки, требует одновременного перемещения по 4 или 5 осям.

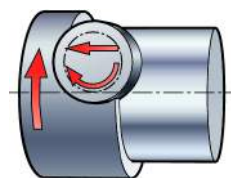


- Деталь типа лопатки можно обработать при подаче фрезы в более чем двух направлениях при одновременном вращении заготовки.

Выбор метода

Торцевое фрезерование поверхностей вращения - 4/5 осей

Основной способ наружной обработки.

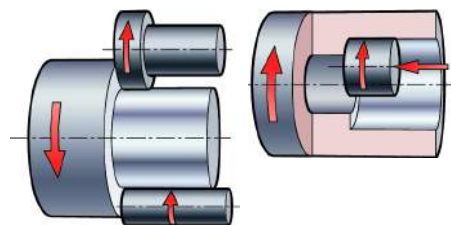


- + Небольшой вылет инструмента
- + Небольшой диаметр фрезы/низкий момент
- + Наружная обработка/нежесткие заготовки
- + Профильная обработка
- Деталь имеет форму неидеального цилиндра
- Не подходит для внутренней обработки.

Периферийное фрезерование поверхностей вращения - 3/4 оси

Тот же принцип, что и при круговой интерполяции с врезанием, но в совокупности с вращением заготовки.

Используется, как правило, для обработки внутренних поверхностей.



- + Внутренняя обработка
- + Цилиндрическая поверхность
- + Кольцевые канавки
- + Резьбофрезерование
- + Хорошая круглость
- Профильная обработка
- Большой диаметр фрезы/высокий момент
- Большой вылет инструмента.

Выбор инструмента

Черновое фрезерование поверхностей вращения

	Фреза для обработки уступов CoroMill® 390	Длиннокромочная фреза CoroMill® 390LE	Торцевая фреза CoroMill® 245	Высокопроизводительная фреза CoroMill® 210	Фреза с круглыми пластинами CoroMill® 300
Глубина резания – (a_p)	++	+++	++	–	+
Ширина фрезерования – (a_e)	++	++	++	–	+++
Минутная подача – (v_f)	++	+	++	+++	+++
Скорость снятия металла – Q (см ³ /мин)	+	+++	++	+	+++
Возможность врезания	+	–	–	–	+++
Мощность/жесткость оборудования	++	–	++	+	+++
Чистота поверхности	+++	+	+++	–	++
Труднообрабатываемый материал	+	+	++	++	+++
От черновой до чистовой обработки	+++	+	+++	–	++

Чистовое фрезерование поверхностей вращения

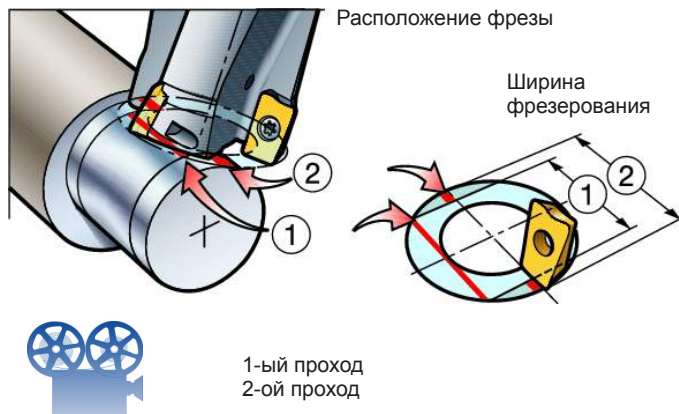
	Цельнотвердосплавная фреза CoroMill® Plura	Фреза с механическим креплением пластин CoroMill® 390	Торцевая фреза с механическим креплением пластин CoroMill® Century	Фреза с круглыми пластинами CoroMill® 300
Плоскостность	+++	+++	+++	+
Число пластин $wiper$	4	1	от 1 до всех	0
Подача на зуб	–	+	+([*] +++)	++
Скорость снятия металла – Q (см ² /мин)	–	+	+([*] +++)	++
Обработка вблизи уступа	+++	+++	+++	–
Труднообрабатываемый материал	+	+	+	+++
Узкий профиль	+++	+	+	–

* Только при осевой подаче и всех режущих пластинах $wiper$.

Практические рекомендации

Положение фрезы при использовании круглых пластин

При торцевом фрезеровании поверхности вращения на фрезу устанавливается одна пластина *wiper*, которая контактируя с заготовкой по линии, формирует окончательную цилиндрическую поверхность на детали. Из-за выпуклой формы обрабатываемой поверхности зачистная фаска на пластине должна быть абсолютно плоской. Для обработки поверхности шириной равной диаметру фрезы требуется как минимум два прохода. На первом проходе фреза смещается в позицию 1 на величину E_{w1} и за один оборот заготовки обрабатывает среднюю часть шейки, после чего перемещается в позицию 2 с E_{w2} и обрабатывает края на последующем обороте.



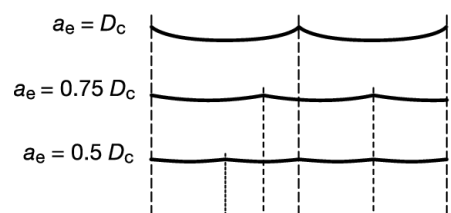
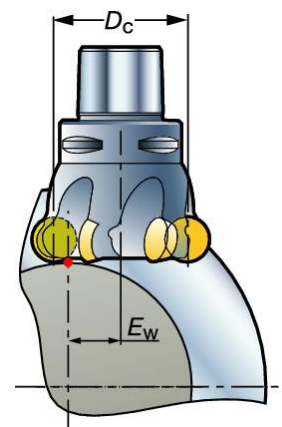
Положение фрезы при использовании круглых пластин (не *wiper*)

Для получения поверхности с хорошей цилиндричностью рекомендуется вести обработку инструментом небольшого диаметра с шириной фрезерования, a_e , менее 40% от эффективного диаметра фрезы, D_c .

Однако для повышения производительности обработки необходимо увеличивать ширину фрезерования, a_e . Это может быть достигнуто за счет:

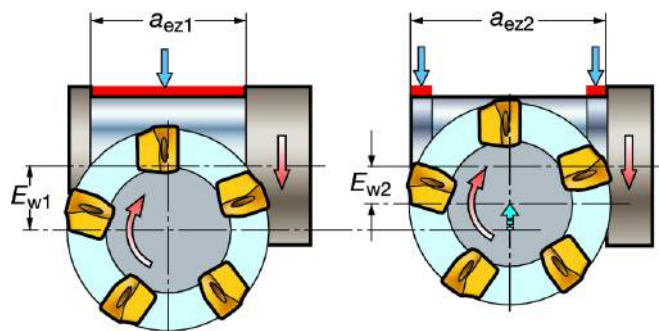
- Диаметра фрезы
- Соотношения – a_e/D_c .

Для получения гребешков перехода оптимальной высоты необходимо смещать центр фрезы по отношению к оси заготовки. Величина смещения зависит от a_e и определяется из диаграммы для соответствующего отношения a_e/D_c .

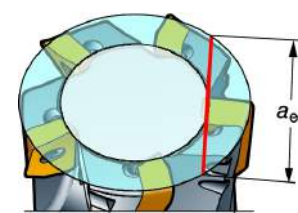
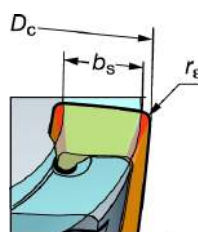


Смещение и ширина фрезерования

Если обрабатываемая поверхность шире фрезы, на последующих оборотах фреза смещается в осевом направлении, оставаясь в позиции 1. Величина осевого смещения не должна превышать 80% от a_{ez1} на один оборот заготовки. Если поверхность ограничена уступом с углом 90° , то последний проход повторяют, сместив фрезу в позицию 2, E_{w2} .

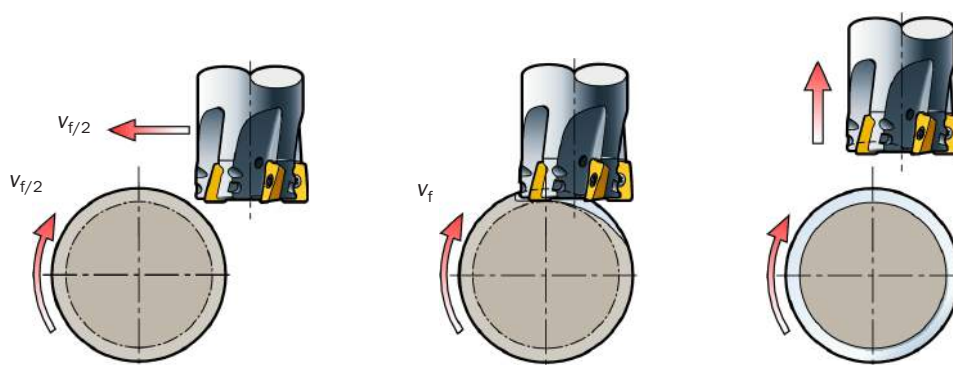
Ширина пластины W_{iper}

Ширина фрезерования



Направление врезания

Фреза должна врезаться в заготовку, перемещаясь в радиальном направлении. Окружная скорость рабочей подачи заготовки выбирается в соответствии с рекомендуемой подачей на зуб для фрезы. Отвод фрезы производится в осевом направлении.



Программирование

Подробная информация о методах программирования фрезерования тел вращения в нашем специализированном руководстве по применению. Обращайтесь к Вашему региональному представителю Sandvik Coromant.

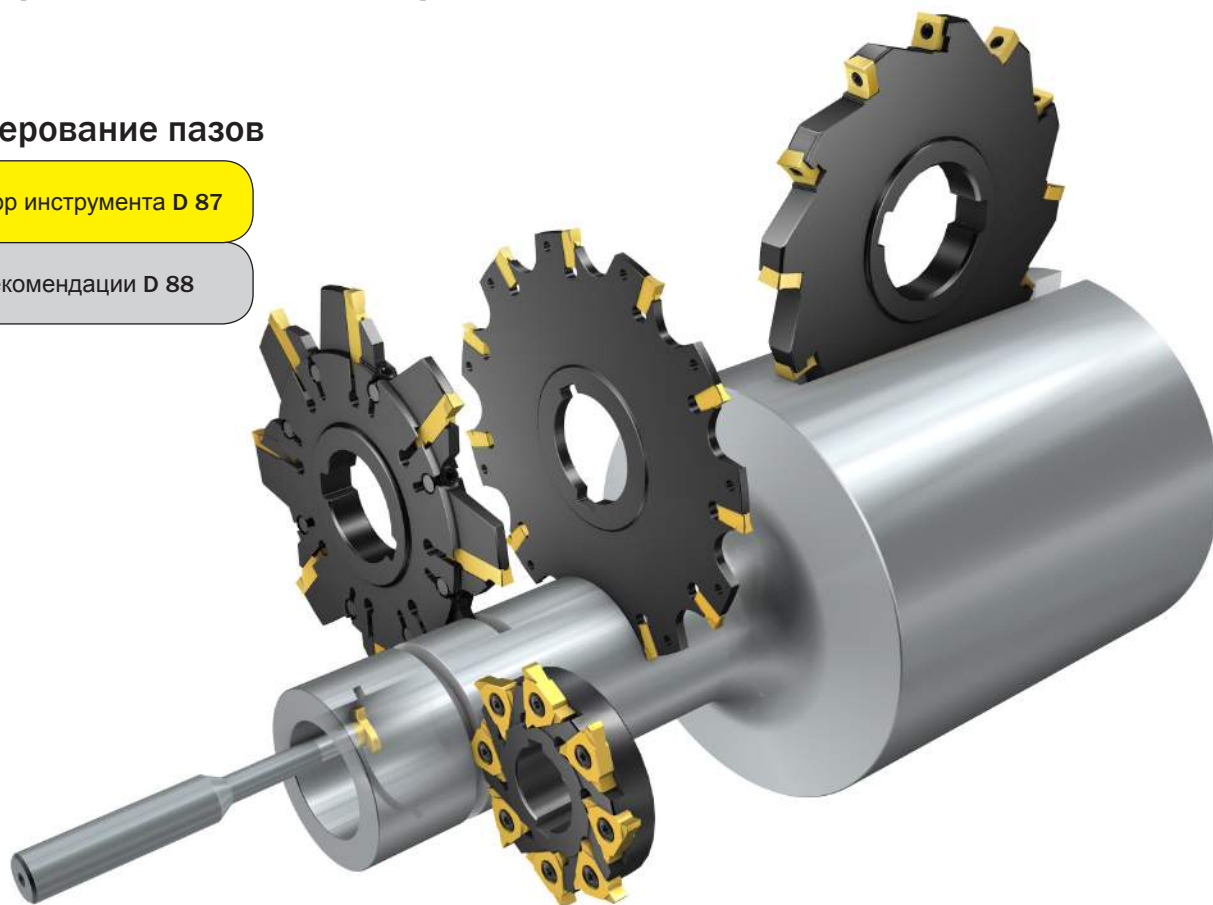
Фрезерование пазов и резьбофрезерование

Обзор технологических решений

Фрезерование пазов

Выбор инструмента D 87

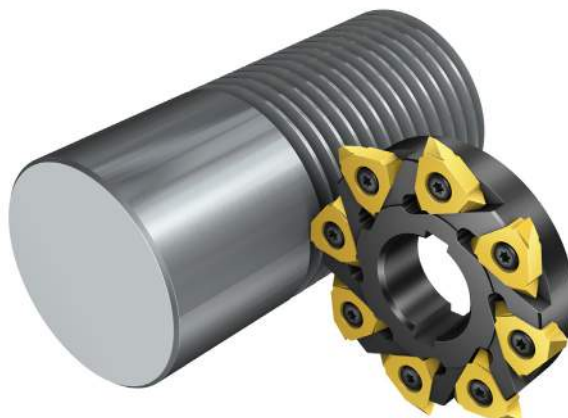
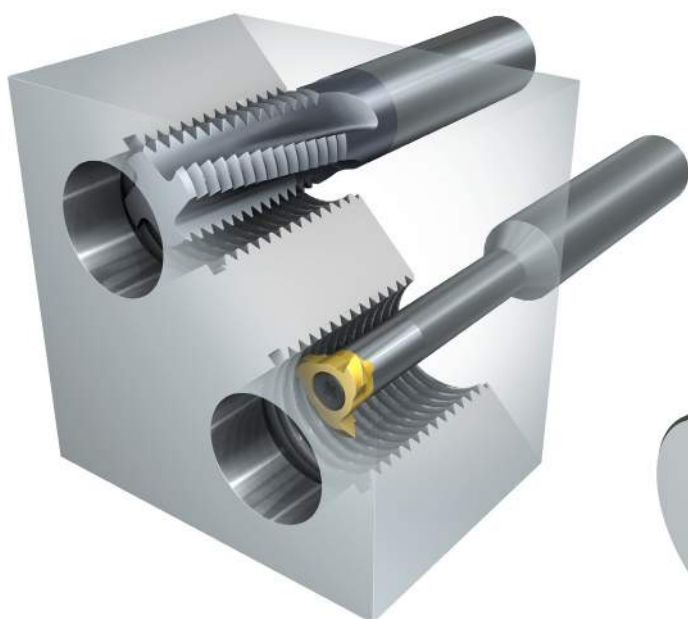
Рекомендации D 88



Резьбофрезерование

Выбор инструмента D 95

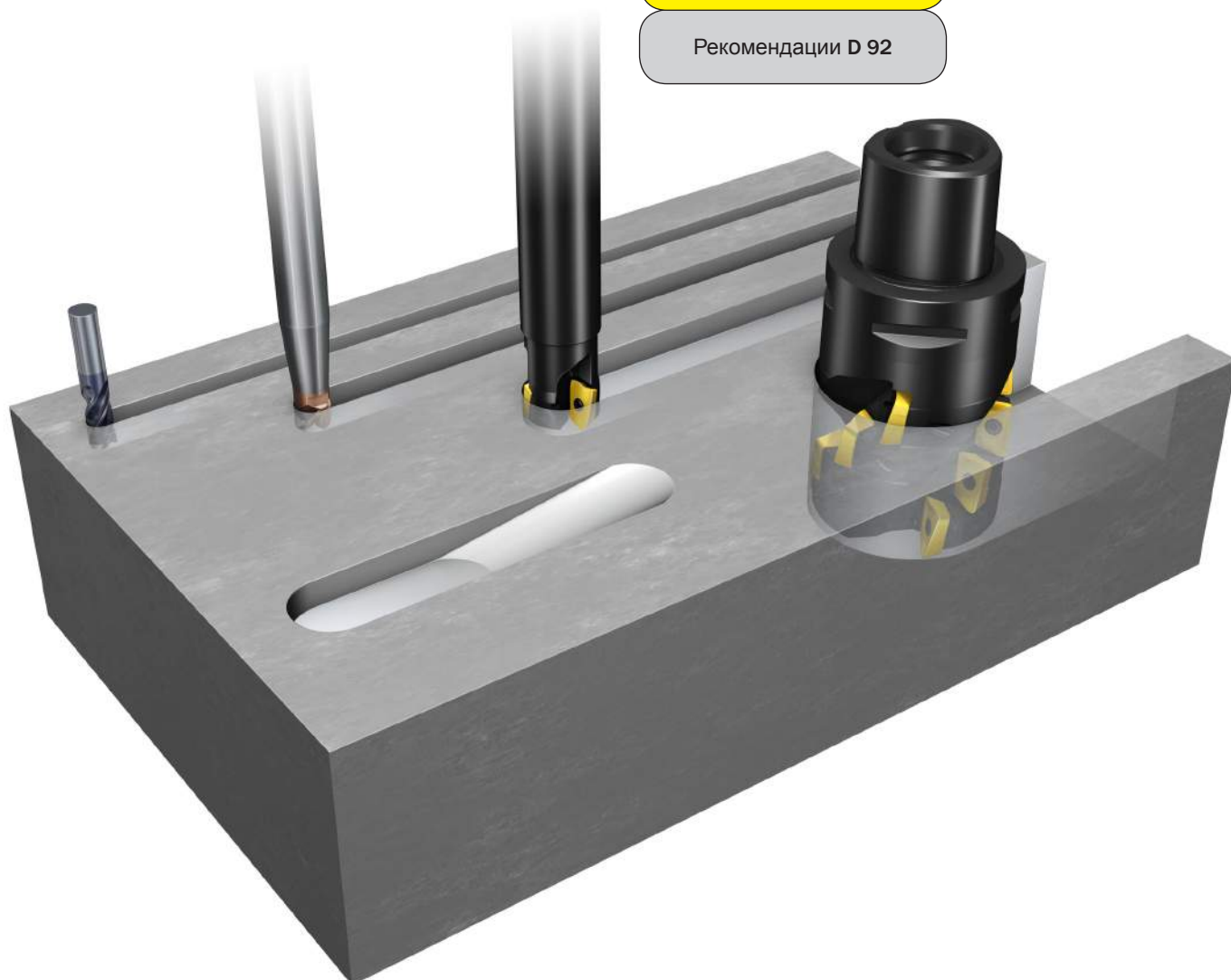
Рекомендации D 97



Обработка пазов концевыми фрезами

Выбор инструмента D 91

Рекомендации D 92



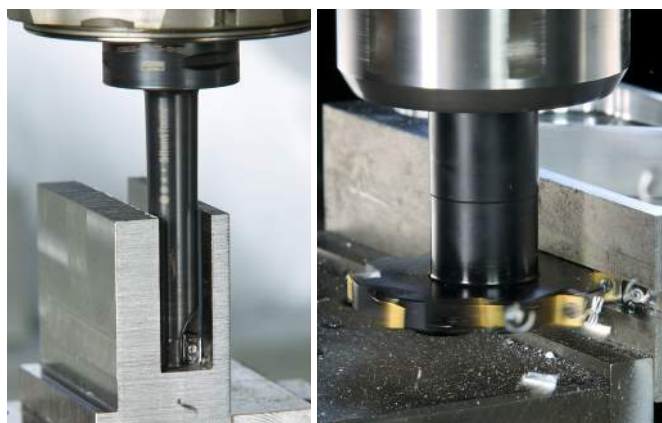
Фрезерование

Решение проблем D 128

Фрезерование пазов

На операциях обработки пазов трёхсторонние дисковые фрезы, как правило, имеют преимущество перед концевыми фрезами.

- Обрабатываемые пазы или канавки могут иметь различную геометрию – быть короткими или протяженными, открытыми или закрытыми, прямолинейными или криволинейными, глубокими или мелкими, широкими или узкими.
- В общем случае, выбор инструмента обусловлен шириной и глубиной паза, а иногда и его длиной.
- Тип оборудования и серийность производства определяют выбор между концевыми и трёхсторонними фрезами.
- Трёхсторонние дисковые фрезы являются более эффективным решением для обработки длинных и глубоких пазов, особенно при использовании горизонтальных станков. А для фрезерных станков с вертикальным расположением шпинделя, получивших широкое распространение в последнее время, наилучшим решением для обработки пазов являются концевые и длиннокрючковые фрезы.



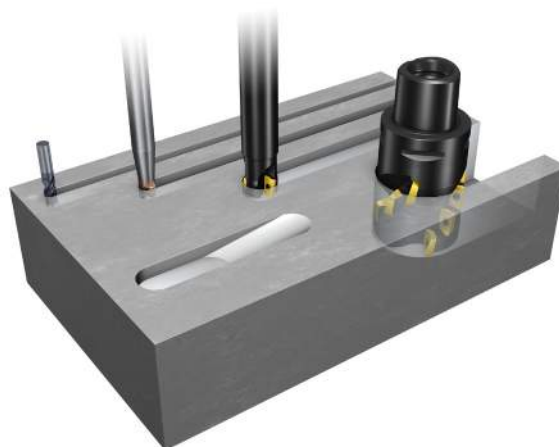
Сравнение двух фрезерных концепций

Трёхсторонние фрезы



- + Открытые пазы
- + Глубокие пазы
- + Регулируемая ширина/допуск
- + Обработка пазов набором фрез
- + Отрезка
- + Большой выбор по ширине/глубине
- Закрытые пазы
- Только прямолинейные канавки
- Эвакуация стружки.

Концевые фрезы



- + Закрытые пазы
- + Неглубокие пазы
- + Непрямолинейные пазы
- + Универсальность – дополнительные методы:
 - Трохоидальное фрезерование пазов на деталях из труднообрабатываемых материалов (закаленные стали, жаропрочные сплавы и т.д.)
 - Плунжерное фрезерование как альтернатива фрезерованию с большим вылетом инструмента
 - Возможность выполнения другого типа операций – получистового или чистового фрезерования
 - Возможность использования концевой фрезы не только для обработки пазов
- Глубокие пазы
- Высокие усилия резания
- Высокая чувствительность к вибрациям.











Фрезерование пазов

Трёхсторонние фрезы являются максимально эффективным решением для обработки длинных, глубоких и открытых пазов. При этом фрезерная операция характеризуется высокой стабильностью и производительностью. Возможно также фрезерование набором дисковых фрез при необходимости обработать несколько пазов одновременно.



Выбор инструмента

Трёхсторонние дисковые фрезы

	CoroMill® 331	CoroMill® 329	T-Max Q-cutter	CoroMill® 327	CoroMill® 328
					
Мак ширина резания (a_p), мм	10/26.5	2.5 – 4	6.1	5.15	5.15
Мак глубина резания (a_f), мм	34.0/114.5	18	119	6.5	5.0
Диаметр фрезы (D_c), мм	40 – 125/ 80 – 315	125 – 160	80 – 315	9.7 – 27.7	39 – 80
Обрабатываемый материал					

CoroMill® 331

Широкоуниверсальные фрезы, обеспечивающие высокую точность обработки. Наиболее производительный инструмент для обработки пазов и отрезки. Возможна обработка пазов большой ширины набором дисковых фрез.

CoroMill® 329

Универсальный инструмент для обработки точных пазов, канавок с плоским дном и для операций отрезки.

T-Max® Q-cutter

Фреза, выступающая в качестве альтернативного варианта для обработки узких пазов и канавок с плоским дном. Основной выбор для выполнения операций отрезки.

CoroMill® 327

Обработка внутренних канавок и снятие фасок в отверстиях диаметром более 10 мм. Радиусные пластины для обработки канавок под уплотнительные кольца и канавок под стопорные кольца с фаской.

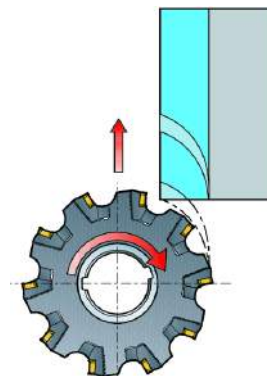
CoroMill® 328

Обработка обычных канавок и канавок под стопорные кольца с фасками в отверстиях диаметром свыше 39 мм. Наружная и внутренняя обработка.

Практические рекомендации

Советы по применению

- Размер фрезы, шаг зубьев и расположение фрезы в совокупности должны обеспечивать постоянное наличие в зацеплении хотя бы одного зуба.
- Контролируйте толщину срезаемой стружки для достижения оптимального значения подачи на зуб.
- Снижайте подачу на входе в резание из-за увеличенной толщины стружки в конце резания.
- При фрезеровании в тяжелых условиях проверьте возможности станка по мощности и моменту.
- При креплении фрезы на оправке, чрезвычайно важным является жесткость последней и величина вылета наладки. Необходимо обеспечить жесткость и надежность закрепления детали и самой оправки для того чтобы противостоять усилиям резания встречного фрезерования.



Попутное фрезерование

- Предпочтительный вариант обработки.
- Используйте жесткий упор в направлении действия тангенциальных сил для предотвращения сдвига заготовки. Направление подачи совпадает с направлением сил резания, что накладывает высокие требования к жесткости станка и отсутствию зазоров в ШВП.

Встречное фрезерование

- Альтернативный метод фрезерования рекомендуемый при недостаточной жесткости системы или при обработке экзотических материалов.
- Является хорошим решением при возникновении проблем с эвакуацией стружки при прорезке глубоких пазов.

Фрезерование с использованием маховика

- Дополнительный метод фрезерования при малой жесткости системы и при недостаточных мощностных характеристиках станка.
- Располагайте маховик как можно ближе к инструменту.
- Повышение надежности закрепления заготовки всегда способствует хорошим результатам обработки.

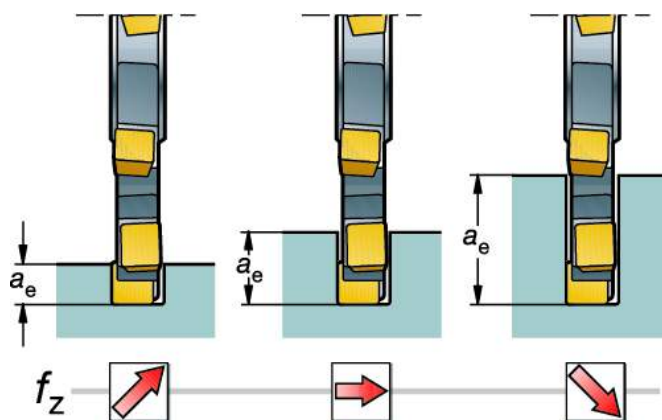
Обработка открытых пазов трёхсторонними фрезами

Расчёт подачи на зуб

При обработке дисковыми фрезами, такими как CoroMill 331, одним из определяющих факторов является достижение оптимальной подачи на зуб, f_z . Недостаточное значение этой величины может вызвать серьезные последствия, поэтому следует быть предельно осторожным при ее расчете.

Подача на зуб, f_z , должна быть снижена для обработки более глубоких пазов и увеличена для более мелких, что обусловлено ограничениями по толщине срезаемой стружки.

Информацию о том, как оптимизировать подачу на зуб, см. в Основных положениях. Рекомендации по максимальной толщине срезаемой стружки для периферийного фрезерования на стр. D20.



**Пример:**

При обработке на полную глубину паза фрезой CoroMill 331 с пластинами размером 05 и геометрией PL, максимальная толщина стружки должна быть 0.1 мм, что соответствует:

a_e/D_c (%)	f_z (мм/зуб)
25	0.12
10	0.17
5	0.23

Примечание: учитывая то, что обработка на полную ширину паза происходит двумя пластинами, подачу следует рассчитывать исходя из половины от общего количества зубьев, z_n .

Глубина резания

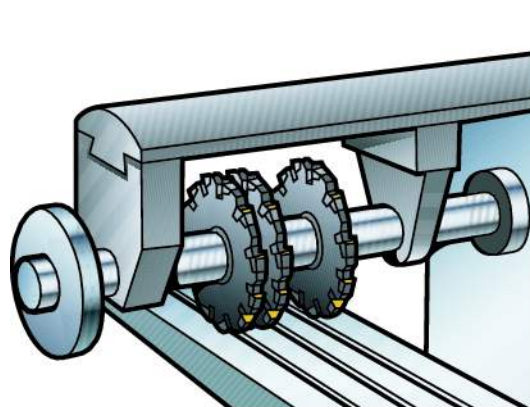
В общем случае фреза CoroMill 331 способна обрабатывать на глубину a_e , превышающую ширину фрезы, a_p в 4 раза. Для обработки более глубоких пазов необходимо снижать подачу на зуб, а если паз имеет небольшую глубину - подачу, наоборот, следует увеличить.

Примечание: глубина обрабатываемого паза может быть ограничена диаметром оправки, прочностными характеристика шпоночного соединения и условиями эвакуации стружки.

Использование маховика на горизонтальных станках

При трехстороннем фрезеровании в зацеплении находится небольшое число зубьев, из-за чего в процессе резания возникают вибрации. Это плохо сказывается на результатах обработки и на уровне производительности.

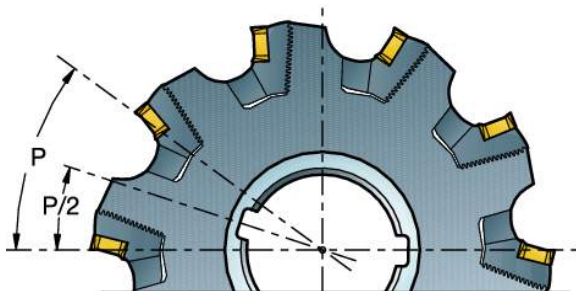
- Установка маховика на фрезерную оправку зачастую является эффективным методом борьбы с вибрациями.
- Проблемы, связанные с недостаточной мощностью станка, ограниченными возможностями по передаче крутящего момента и невысокой стабильностью, часто удается решить за счет применения маховика.
- Необходимость в использовании маховика тем выше, чем ниже мощность предполагаемого для обработки станка или чем выше уровень его износа.
- Маховик следует располагать максимально близко к инструменту.
- Использование маховика обеспечивает большую плавность процессу резания, меньший шум и способствует снижению риска возникновения вибраций, а, соответственно, и большей стойкости режущего инструмента.
- Маховик рекомендуется использовать совместно с встречным методом фрезерования.
- Для достижения высокой стабильности обработки следует использовать маховик максимального размера и массы.
- В качестве маховика можно использовать несколько стальных дисков с отверстиями, соответствующими диаметру фрезерной оправки.
- Эффект от применения маховика повышается с увеличением его диаметра. То есть, если условия обработки позволяют использовать маховик большего диаметра его вес может быть уменьшен.
- Общий вес маховика можно при необходимости распределить между несколькими дисками.
- С повышением частоты вращения шпинделя и увеличением ширины реза потребность в маховике уменьшается.
- Рекомендуется использовать фрезу наименьшего для достижения больших оборотов при соответствующей скорости резания.



Обработка пазов набором фрез с шахматным расположением зубьев

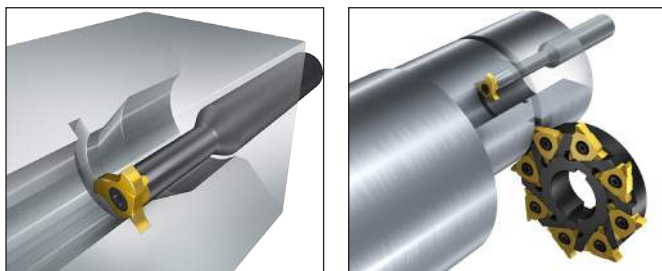
Для обработки нескольких пазов одновременно фрезы CoroMill 331, CoroMill 329, T-Max Q-cutter и CoroMill 328 могут устанавливаться на оправке в шахматном порядке.

Расположение зубьев соседних фрез в шахматном порядке с их смещением в радиальном направлении на половину шага позволяет избежать вибраций при работе набором фрез.



Одна из шпонок смещена от центральной линии на величину, равную половине шага.

Фрезерование узких и неглубоких пазов и канавок

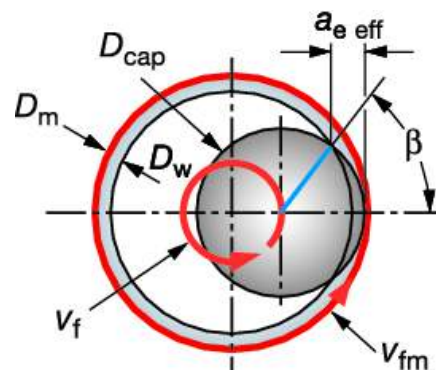


Фрезы CoroMill 327/328 оснащены пластинами с несколькими режущими кромками и с широким выбором геометрий, что делает их пригодными для обработки большинства канавок небольшой глубины.

Область их применения включает обработку внутренних канавок под стопорные кольца и канавок под уплотнения, небольших прямолинейных или наружных канавок. Применение данного типа фрез особенно целесообразно для невращающихся заготовок.

Обработка внутренних канавок

- При круговом фрезеровании необходимо обеспечить плавный вход инструмента в резание.
- Учитывайте соотношение между диаметром фрезы и диаметром отверстия, D_c/D_w . Чем меньше это соотношение, тем больше будет длина линии контакта инструмента и обрабатываемого материала.



Рекомендуемые значения скорости резания и толщины срезаемой стружки для фрез CoroMill® 327

v_c , м/мин:

P	200	(150-400)
M	100	(80-160)
K	250	(200-400)

h_{ex} , мм:

0.04 (0.01 – 0.07)

Режимы резания для фрез CoroMill 328 приведены в разделе Информация/Указатель, глава I.

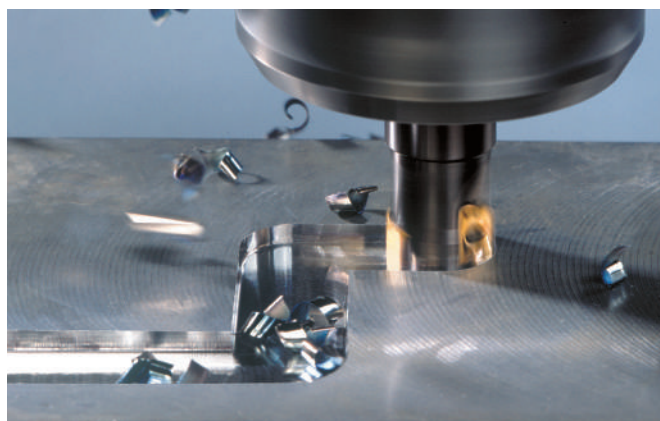
Обработка пазов концевыми фрезами

Концевые фрезы выбираются для обработки коротких, неглубоких и, главным образом, закрытых пазов и канавок. Хорошим примером является шпоночный паз.

Концевыми фрезами возможна обработка следующего типа канавок:






- прямолинейных, изогнутых и расположенных под углом
- с шириной, превышающей диаметр предполагаемой для обработки фрезы.

Обработку пазов большей глубины в тяжёлых условиях рекомендуется выполнять длиннокрайными фрезами.



Выбор инструмента

Концевые и длиннокрайные фрезы

	CoroMill® 690	CoroMill® 390	CoroMill® 490	CoroMill® 316	CoroMill® Plura
					
Мак глубина резания (a_p), мм	112	15.7/85	5.5	11	38
Диаметр фрезы (D_c), мм	50 – 84	12 – 42/32 – 200	20 – 80	10 – 25	2 – 20
Врезание под углом*	Нет	Да	Нет	Да	Да
Обрабатываемый материал	S	P M K N S H	P M K S H	P M K N S	P M K N S H

*Фрезерование с врезанием под углом является хорошим методом для обработки закрытых пазов, см. Специализированные методы на стр. D104.

Практические рекомендации

Советы по применению

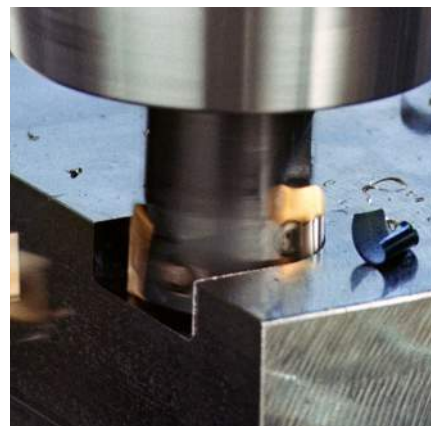
- Используйте концевые фрезы с позитивной геометрией с высоким периодом стойкости с закреплением в высокоточных патронах.
- Старайтесь минимизировать расстояние от патрона до режущей кромки, то есть работать с наименьшим вылетом.
- При работе инструментом с большим вылетом работайте с небольшой глубиной резания, но с большой подачей.
- Назначайте подачу на зуб с учетом рекомендаций по толщине срезаемой стружки. Используйте фрезы с крупным шагом во избежание образования слишком тонкой стружки. Так как это может привести к возникновению вибраций, ухудшению чистоты обработанной поверхности и образованию заусенцев.
- Используйте фрезу максимально возможного диаметра, для того чтобы обеспечить стабильность процесса резания.
- Следует отдавать предпочтение встречному фрезерованию.
- Необходимо обеспечить надлежащие условия эвакуации стружки из канавки. Используйте для этих целей сжатый воздух.
- Наивысшую стабильность обработки обеспечивает соединение Coromant Capto.

Информацию о том, как повысить точность и качество пазов и канавок при фрезеровании см. в Специализированных методах на стр. D120.

Обработка канавок концевыми фрезами

Обработка паза, также называемая трехсторонним фрезерованием, подразумевает формирование трех поверхностей.

- Пазы, закрытые с обоих концов, требуют применения фрез, способных работать с осевой подачей. Более подробно о методах обработки карманов см. на стр. D115.
- Обработка паза на полную глубину концевой фрезой непростая операция. Глубина резания в осевом направлении, как правило, должна составлять 70% длины режущей кромки. При выборе метода обработки паза необходимо учитывать характеристики станка по жесткости и условия эвакуации стружки.
- Концевые фрезы чрезвычайно чувствительны к колебаниям усилий резания. Поэтому риск возникновения отклонений инструмента и вибраций зачастую являются ограничивающими параметрами, особенно при фрезеровании с большими скоростями и с большим вылетом.



Обработка шпоночных пазов

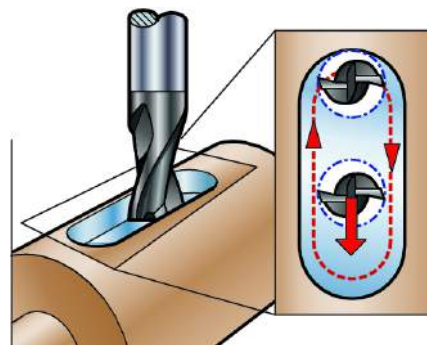
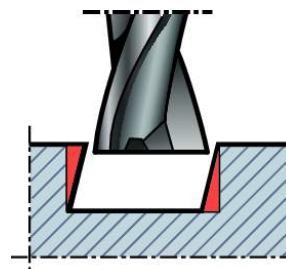
Для операций обработки закрытого шпоночного паза существуют специальные рекомендации, в дополнение к общим рекомендациям по обработке плоскостей и пазов.

Направление сил резания и отжим инструмента при фрезеровании закрытого шпоночного паза не позволяют получить точного прямоугольного сечения.

Точность обработки может быть повышена, если использовать фрезу несколько меньшего диаметра и обрабатывать паз за два прохода:

1. Профрезеровать шпоночный паз на полную глубину начерно.
2. Профрезеровать паз по контуру, применив метод встречного фрезерования и обеспечив, таким образом, перпендикулярность стенок.

На чистовых этапах обработки необходимо работать с небольшой глубиной резания, чтобы минимизировать отжим инструмента, что является определяющим фактором качества обработанной поверхности и геометрической точности паза (угол в 90°).

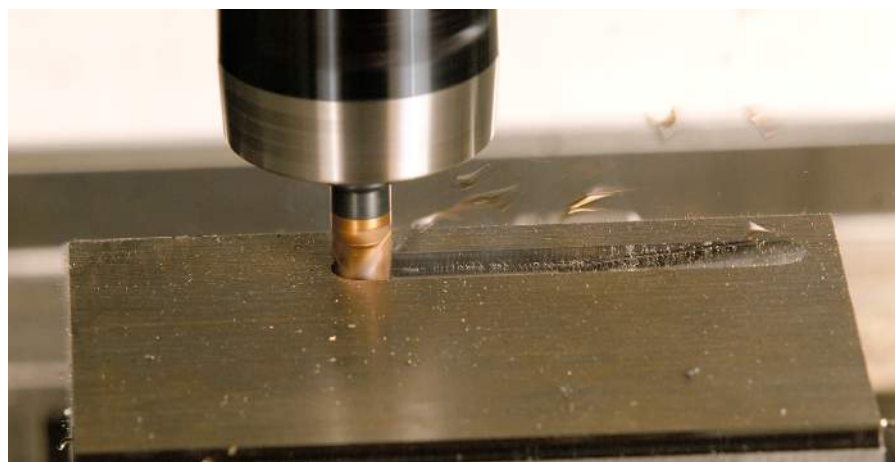


Обработка шпоночного паза за два прохода.

Методы расфрезерования закрытых пазов или карманов в цельной заготовке

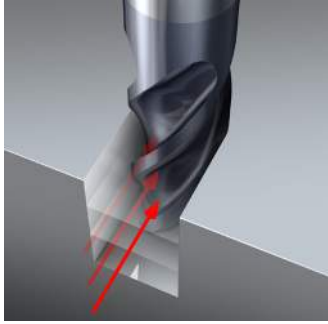
Наиболее распространенным методом обработки длинного и узкого паза является врезание под углом со сверлением предварительного отверстия.

При обработке неглубоких пазов хорошей альтернативой является фрезерование с осевой подачей. Фрезерование методом круговой интерполяции с врезанием подойдет для обработки широких пазов и карманов. Более подробно см. Специализированные методы на стр. D102.



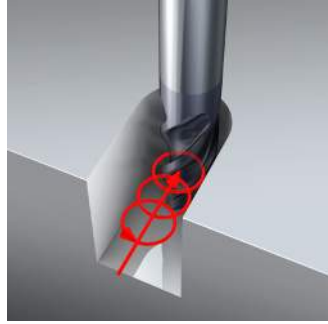
Сравнение трёх методов фрезерования

Традиционное фрезерование паза



- + Осуществляется на трёхкоординатном станке
- + Высокая скорость снятия материала в стабильных условиях обработки
- + Простота программирования
- + Широкий выбор инструмента
- Высокие радиальные усилия
- Риск возникновения вибраций – глубокие пазы следует обрабатывать за несколько проходов

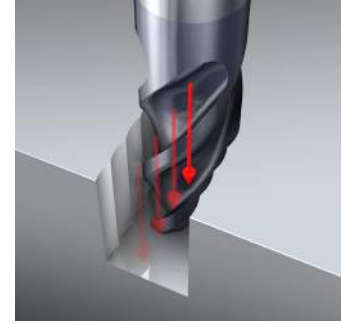
Трохоидальное фрезерование



- + Низкие радиальные усилия – меньшая склонность к вибрациям
- + Минимальный отжим инструмента при фрезеровании глубоких пазов
- + Производительный метод фрезерования:
 - при обработке закаленных сталей и жаропрочных сплавов (ISO H и S)
 - в условиях, способствующих возникновению вибраций
- + Максимальная ширина паза должна составлять 70% от диаметра фрезы, D_c
- + Хорошие условия эвакуации стружки
- + Образование меньшего количества тепла
- Сложное программирование

Более подробная информация в разделе Специализированные методы на стр. D121.

Плунжерное фрезерование

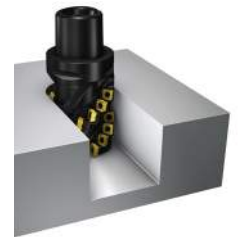


- + Альтернативный метод для борьбы с вибрациями:
 - при большом вылете инструмента
 - при обработке глубоких пазов
 - при недостаточной жесткости станка или наладки
- Невысокая производительность в стабильных условиях
- Требуется периодического вывода фрезы в процессе резания и оставляет необходимость в последующей чистовой обработке
- Фрезерование концевыми фрезами часто сопряжено с трудностями при эвакуации стружки
- Ограниченный выбор инструмента

Более подробная информация в разделе Специализированные методы на стр. D116.

Черновая обработка паза длиннокрючочными фрезами

- Фрезы, способные эффективно удалять большие объемы металла, как правило, рекомендуются для черновых этапов обработки.
- Фрезы с небольшим вылетом могут обрабатывать паз на полную глубину и ширину в стабильных условиях резания.
- Для таких операций выбирайте станки с 50 конусом, так как работа фрез данного типа сопровождается высокими радиальными усилиями резания.
- Довольно часто ограничивающим фактором являются недостаточно высокие характеристики станка по мощности и передаваемому моменту.
- Для создания оптимальных условий резания выбирайте соответствующий шаг фрезы.



Шаг:	L	M	H
Фрезерование уступов:	Большое a_p/a_e	Среднее a_p/a_e	Умеренное a_p/a_e
Фрезерование паза:	Умеренное a_p	Ограничено	-
v_c м/мин:			

Длиннокрючочные фрезы удлиненного исполнения, в основном, предназначены для обработки по контуру, см. Обработка уступов на стр. D50.



Резьбофрезерование

Фрезерование резьбы на невращающихся заготовках является хорошей альтернативой получению резьбы при помощи метчика и даже может заменить операцию нарезания резьбы токарным резцом.







Фрезы CoroMill позволяют нарезать резьбу максимально близко к уступу или у дна отверстия.

Прерывистый характер резания обеспечивает хороший стружкоотвод, особенно при обработке вязких материалов.



Выбор инструмента

Концевые фрезы CoroMill Plura, а также фрезы CoroMill 327 и 328 имеют пластины со специализированными геометриями для нарезания резьбы

	CoroMill® Plura	CoroMill® 327	CoroMill® 328
			
Шаг, мм	0.7 – 3	1 – 4.5	1.5 – 6
Диаметр фрезы (D_c), мм	3.2 – 19	11.7 – 21.7	39 – 80
Обрабатываемый материал			

Общая информация

- Всегда выбирайте инструмент с минимально возможным вылетом.
- В таблице заказа для каждого типа инструмента указывается минимальный размер внутренней резьбы. Но фреза может использоваться для формирования резьб с тем же шагом и на больших диаметрах. Подробная информация в “Основном каталоге”.

Подробная информация о параметрах резьб и о способах их формирования в разделе Резьбонарезание, глава С. Рекомендации по сверлению предварительных отверстий под резьбу приведены в разделе Информация/Указатель, глава I.

Применение фрез CoroMill® для нарезания резьбы

Преимущества

- Один инструмент для правой и левой резьбы.
- Один инструмент для большого диапазона диаметров без ограничений по максимально возможному диаметру отверстия.
- Нарезание резьбы вплотную к уступу и дну глухого отверстия.
- Возможность обработки резьб с произвольным полем допуска.
- Предпочтительный вариант при необходимости работы с большим вылетом без повышенного риска возникновения вибраций.
- Хороший контроль над стружкообразованием.
- Надежный отвод стружки обеспечивает стабильность процесса резания.
- Высокая эффективность при обработке закаленных сталей, а также материалов с низкой обрабатываемостью и плохим стружкодроблением.
- Внутренний подвод СОЖ способствует нарезанию резьбы в заготовках из труднообрабатываемых материалов.
- В случае поломки инструмент легко удалить из отверстия без повреждения заготовки.

Недостатки

- Резьбовые фрезы всегда оставляют на обработанной поверхности следы от подачи. Профиль полученной в результате фрезерования резьбы несколько отличается от идеального. Степень отклонения зависит от шага резьбы, диаметра отверстия и величины радиального припуска.
- Относительно высокие усилия резания при работе фрез CoroMill Plura вызывают отжим инструмента, что также искажает профиль резьбы.
- Каждая фреза CoroMill Plura предназначена для определенного шага резьбы.

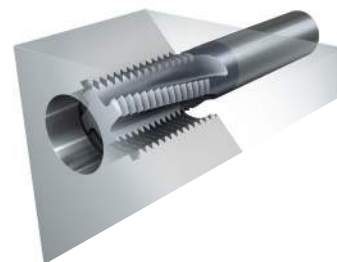
Нарезание резьбы фрезами CoroMill® 327 и CoroMill® 328

- Одна пластина для резьб с разным шагом.
- Низкие усилия резания делают эти фрезы хорошей альтернативой для нарезания резьбы в отверстиях среднего и большого диаметра, а также в условиях низкой жёсткости, то есть при работе с большим вылетом и/или при нарезании резьбы в тонкостенных заготовках.
- Невысокие требования по мощности.
- Первый выбор для формирования крупной наружной резьбы на деталях с асимметрией.
- Мелкосерийное и единичное производство.



Нарезание резьбы фрезами CoroMill® Plura

- Формирование резьбы за один круговой оборот инструмента (оборот в 360°).
- Информация по выбору инструмента, режимам резания и методам программирования приведена в программе CoroMill Plura Guide.



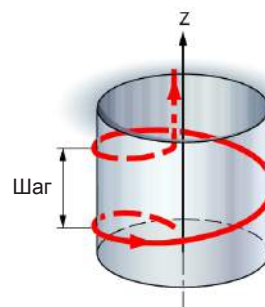
Практические рекомендации

Общие рекомендации

- Всегда обеспечивайте плавный вход и выход фрез CoroMill Plura, CoroMill 327 и CoroMill 328 из резания.
- Предпочтительным является попутное фрезерование.
- При нарезании резьбы в материалах повышенной твердости или других труднообрабатываемых материалах целесообразнее разделить операцию на несколько проходов, уменьшив a_e .

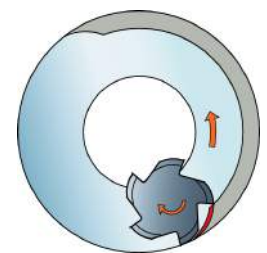
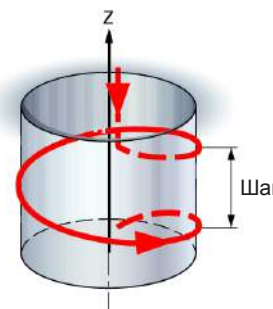
Изготовление правой резьбы

Первоначально фреза опускается внутрь отверстия, как можно ближе к дну, и начинает двигаться вверх по винтовой линии, против часовой стрелки.



Изготовление левой резьбы

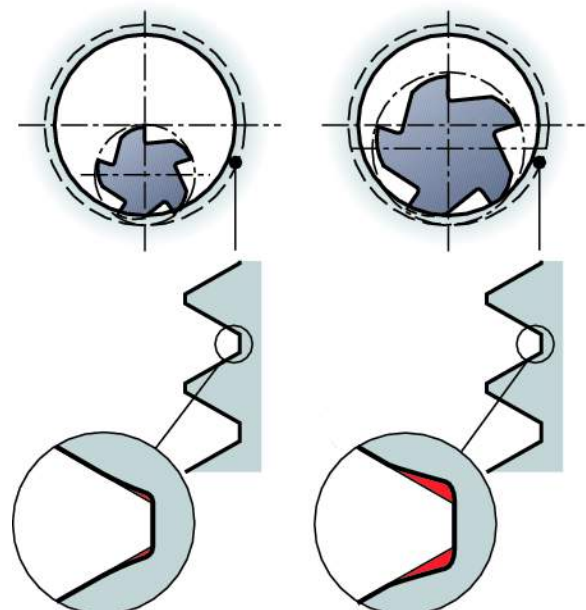
Фреза располагается выше отверстия и опускается вниз, вращаясь также против часовой стрелки.



Попутное фрезерование является предпочтительным.

Искажение профиля резьбы

- Резьбовые фрезы формируют резьбу с несколько искаженным профилем.
- Степень искажения зависит от соотношения диаметра резьбы и диаметра фрезы, а также от шага резьбы.
- Практическое правило заключается в том, что отношение диаметра резьбы к диаметру инструмента должно быть не менее 1,5.



Нарезание наружной резьбы – фрезы CoroMill® 327 и CoroMill® 328

Большинство резьбовых пластин предназначено для нарезания внутренней резьбы. Однако все пластины с неполным профилем (V-профиль) могут также применяться для наружного резьбонарезания.

Примечание: будьте внимательны к глубине резьбы.

Пример:

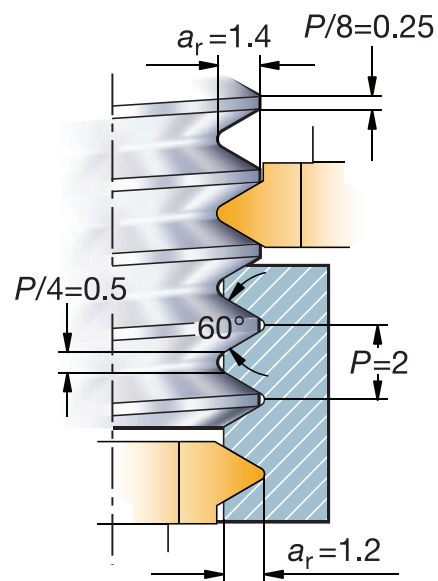
Фреза CoroMill 327 с кодом заказа 327R12-22 100VM-TH.

Рекомендации:

- Шаг от 1 до 2 мм (min = 1, max = 2)
- a_r max составляет 1.2 мм

Следовательно:

- Для внутренней резьбы шаг 2 мм достаточен, при $a_r = 1.2$ мм (a_r max = 1.2 мм).
- Для наружной резьбы шаг 2 не достаточен, при $a_r = 1.4$ мм (a_r max = 1.2 мм).
- Выбирайте пластину с шагом от 2.5 до 3.5 для обработки наружной резьбы.



Требования к станкам

- Резьбофрезерование требует от станка возможности одновременного перемещения по трем координатам X, Y и Z.
- Перемещения по осям X и Y определяют диаметр резьбы, а перемещение по оси Z влияет на шаг.
- Операции резьбофрезерования рекомендуется выполнять без использования СОЖ.
- Для оптимизации процесса эвакуации стружки можно использовать сжатый воздух с частицами масла специального типа.

Программирование

Общие рекомендации

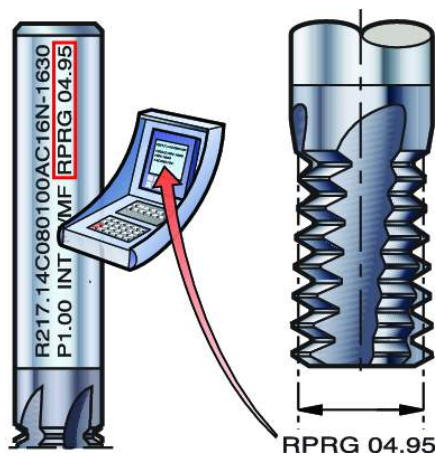
При написании программы для операции фрезерования резьбы диаметр инструмента имеет большое значение.

- При помощи коррекции на радиус в программе можно задать точный диаметр инструмента, в зависимости от шага резьбы.
- В случае если резьба имеет очень жесткий допуск, необходимо немного уменьшить значение радиуса коррекции.

Резьбовые фрезы CoroMill® Plura

На хвостовик каждой фрезы CoroMill Plura нанесено индивидуальное значение коррекции на радиус (RPRG).

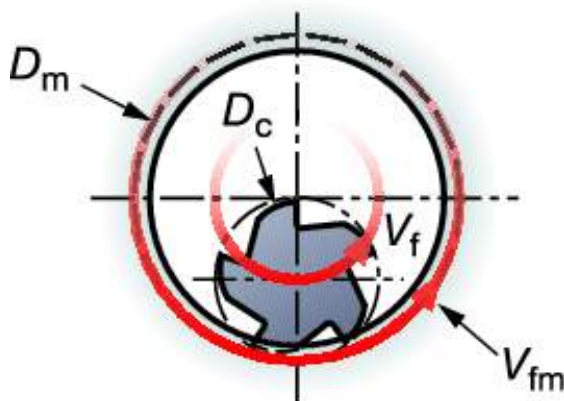
- При помощи RPRG в программе задается точный диаметр инструмента, в зависимости от шага резьбы, а также эта величина гарантирует получение резьбы соответствующего качества.
- Обычно величина коррекции вводится заранее, перед циклом обработки в таблицу «offset» станка.
- При условии назначения правильных режимов резания, с использованием радиуса коррекции, даже первая обработанная резьба будет иметь соответствующие размеры.



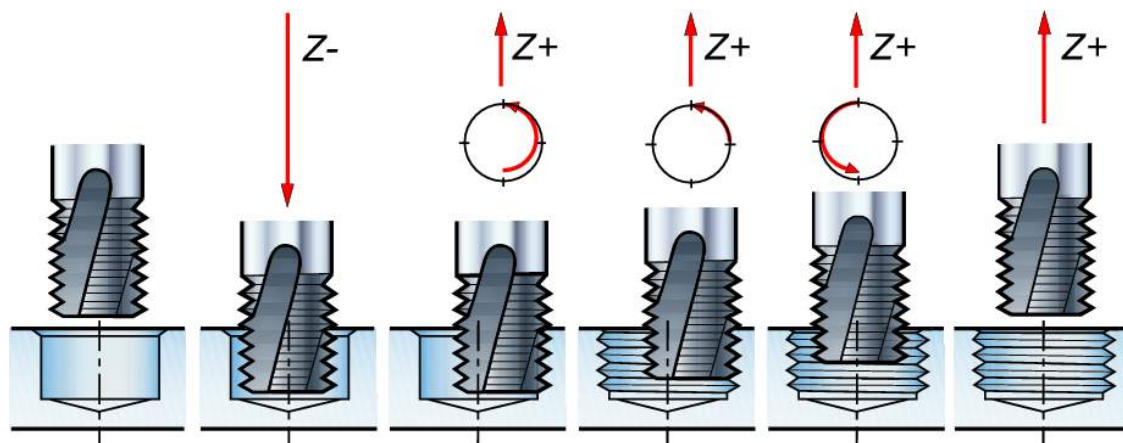
Программирование с использованием радиуса коррекции.

Рекомендации по режимам резания

- При внутренней обработке скорость на периферии инструмента выше, чем скорость в его центре.
- В большинстве случаев, когда пишется программа для фрезерного станка, под величиной подачи понимается скорость перемещения оси шпинделя. С целью повышения стойкости фрезы и во избежание появления вибраций или полного выхода инструмента из строя, необходимо снижать (пересчитывать) величину подачи.
- Резьбофрезы CoroMill Plura имеют большую длину контакта с заготовкой, по сравнению с обычной фрезой, что приводит к неблагоприятному соотношению длины линии контакта и диаметра фрезы.
- Операции резьбофрезерования возможно осуществлять на тех же режимах, что и обработку обычными концевыми фрезами.
- При обработке с небольшой глубиной резания значение подачи не должно превышать 0.15 для достижения высокого качества поверхности.



$$v_f = \frac{v_{fm} \times (D_m - D_{cap})}{D_m}$$



Специализированные методы

Рекомендации

Точение

В

Отрезка и обработка канавок

С

Нарезание резьбы

D

Фрезерование

F

Сверление

F

Растачивание

G

Инструментальная оснастка

H

Материалы

I

Информация/Указатель

Фрезерование с осевым врезанием

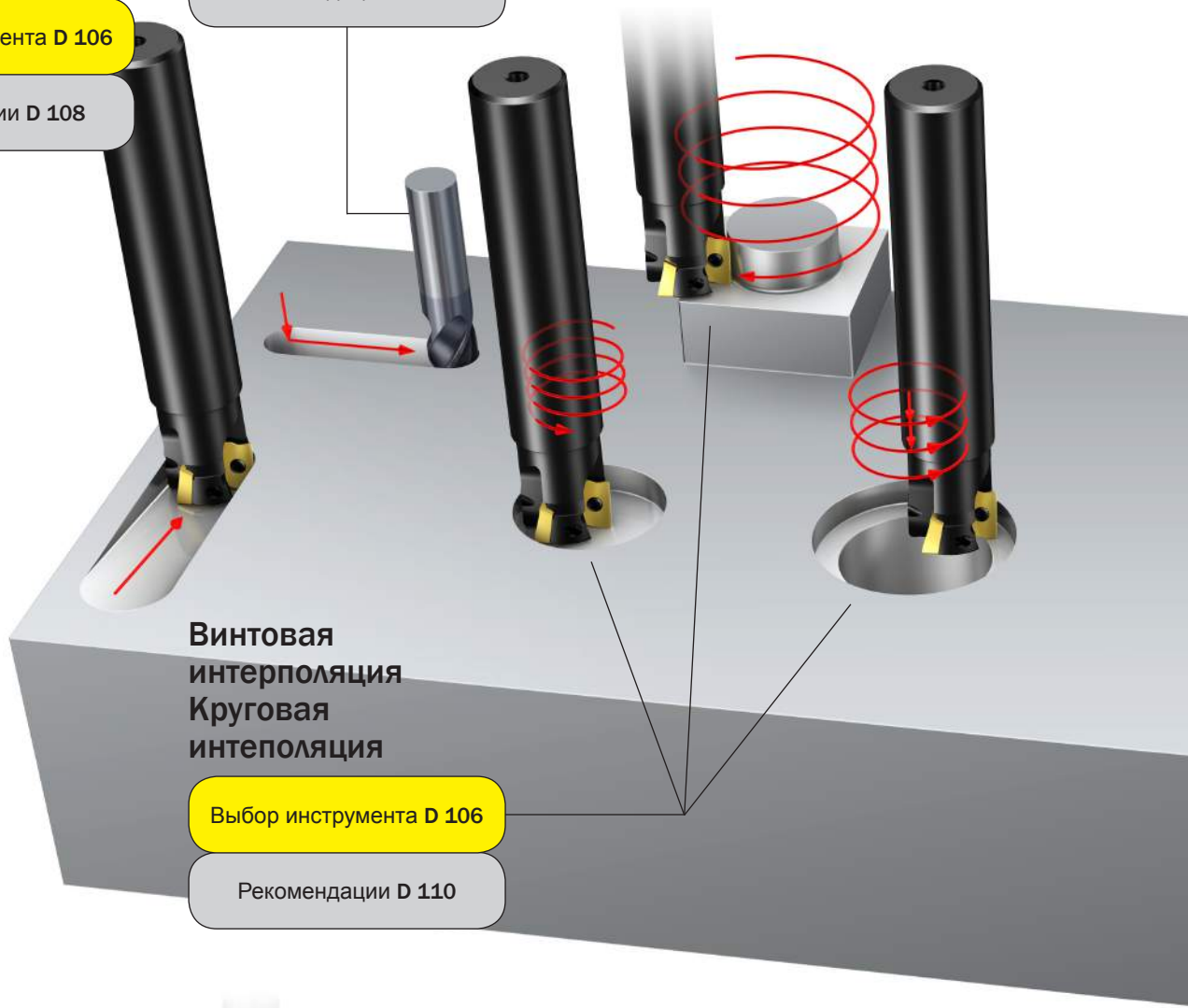
Линейное врезание под углом

Выбор инструмента D 106

Рекомендации D 108

Выбор инструмента D 119

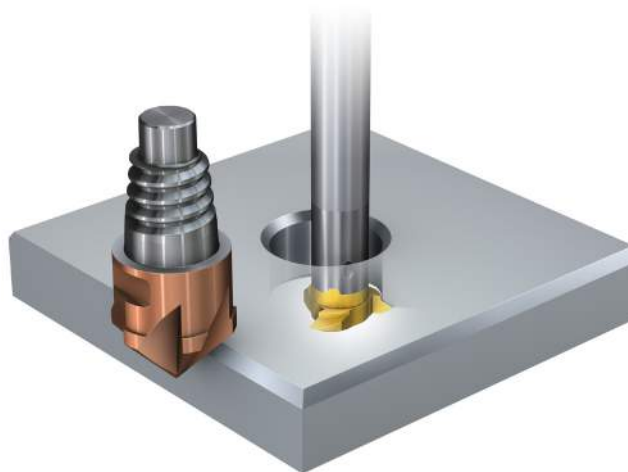
Рекомендации D 119



Винтовая интерполяция Круговая интерполяция

Выбор инструмента D 106

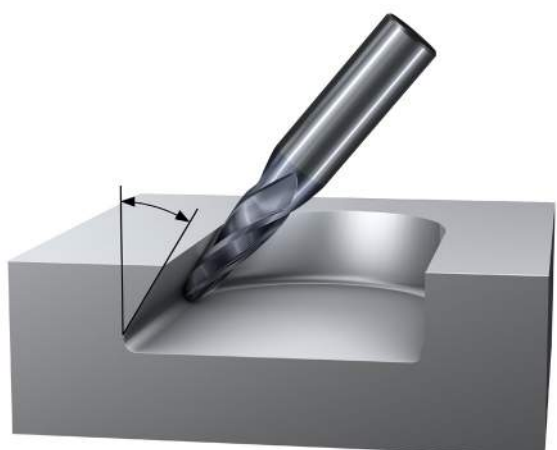
Рекомендации D 110



Круговая интерполяция

Выбор инструмента D 126

Рекомендации D 127



Закрытые карманы

Выбор инструмента D 125

Рекомендации D 125

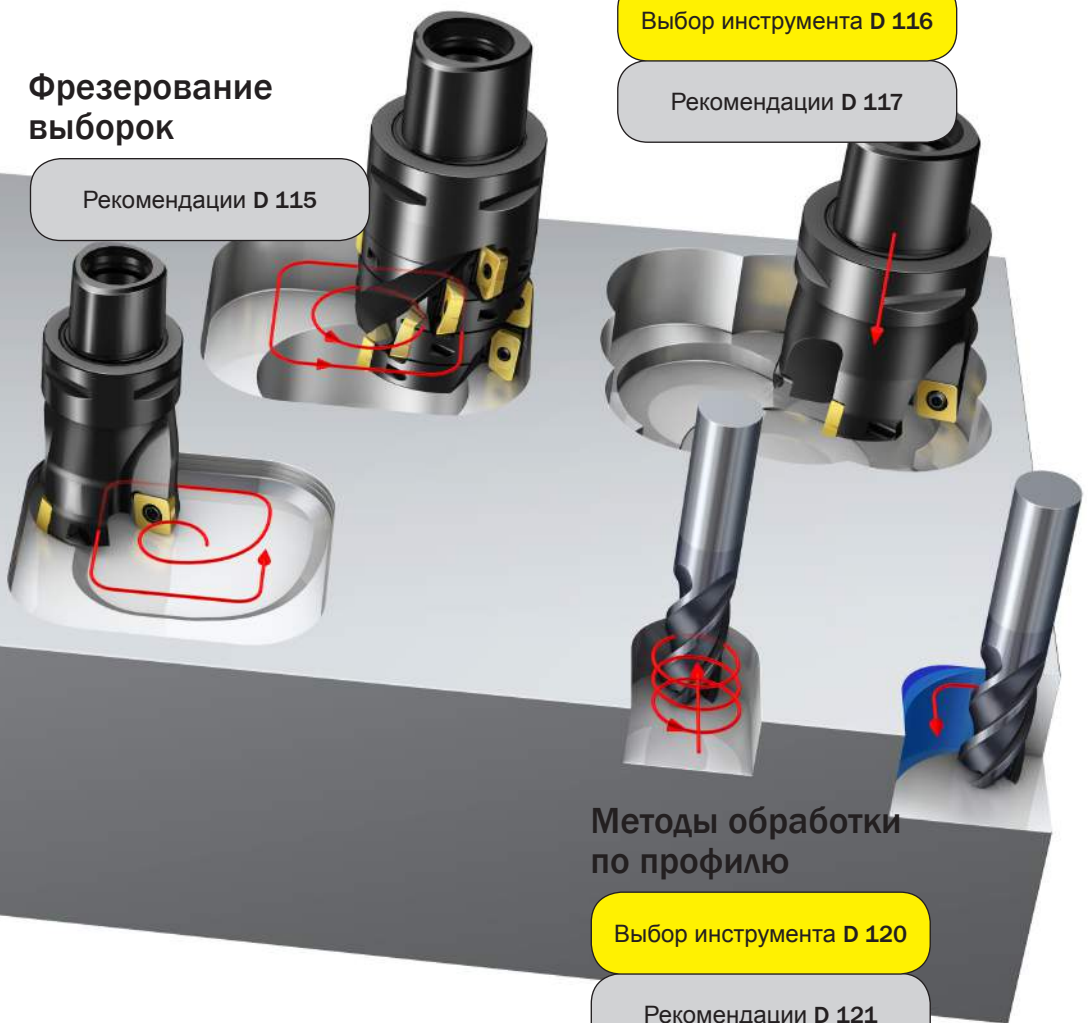
Фрезерование выборок

Рекомендации D 115

Плунжерное фрезерование

Выбор инструмента D 116

Рекомендации D 117



Методы обработки по профилю

Выбор инструмента D 120

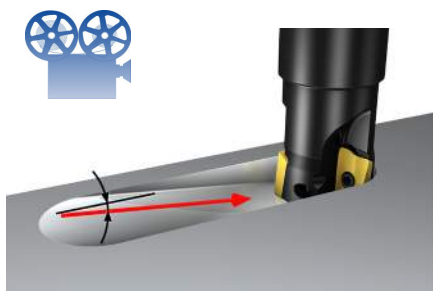
Рекомендации D 121

Фрезерование

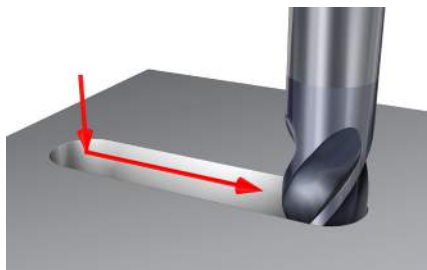
Решение проблем D 128

Методы обработки отверстий и выборок

Обработка выборок в цельной заготовке



Линейное врезание под углом

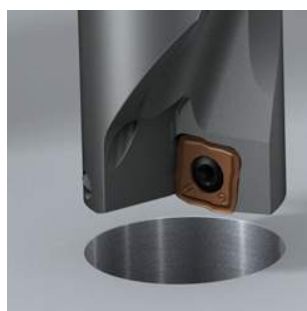


Фрезерование с осевым врезанием

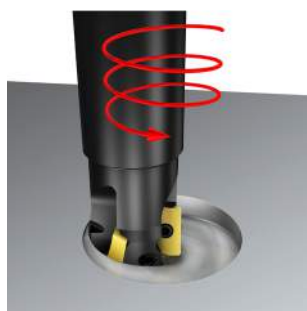
Вскрытие кармана

Метод фрезерования с врезанием под углом (одновременно по 2-м осям) имеет преимущество перед методом фрезерования с осевым врезанием.

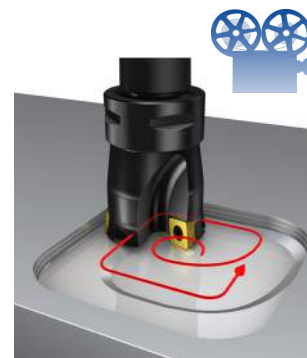
Фрезерование с осевым врезанием может рассматриваться как альтернативный метод, при котором наблюдается неудовлетворительное стружкодробление и возникновение нежелательных вибраций инструмента.



Засверливание



Винтовая интерполяция



Обработка выборки с врезанием под углом

Вскрытие отверстия или выборки

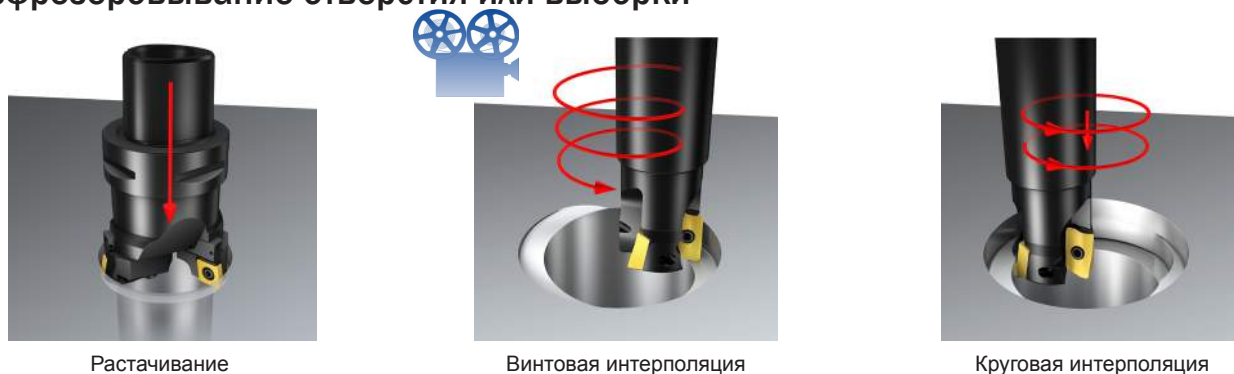
Традиционно используемым и наиболее быстрым методом получения отверстия является сверление, однако при обработке ряда материалов стружкодробление при сверлении затруднено. Кроме того требуется большое количество переналадок для обработки отверстий различного диаметра и некруглой формы.

Винтовое врезание под углом (одновременно по 3-м осям) по сравнению со сверлением имеет меньшую производительность, но является предпочтительным методом обработки в случае:

- Обработки отверстий большого диаметра на станках с небольшой мощностью.
- Мелкосерийного производства. Опытным путём доказано, что для отверстий диаметром более 25 мм экономически эффективно применять расфрезеровывание вплоть до серии из 500 отверстий.

- Необходимости обработки большого диапазона отверстий разного диаметра.
- Ограничения по количеству гнезд инструментального магазина, не позволяющего хранить в нем большой ряд сверл.
- Обработки глухих отверстий, где требуется плоское дно.
- Обработки нежестких тонкостенных деталей.
- Прерывистого врезания.
- Фрезерования труднообрабатываемых материалов с затруднённым дроблением и эвакуацией стружки.
- Отсутствия подвода охлаждения.
- Обработки выборок/карманов (нецилиндрические отверстия).

Расфрезеровывание отверстия или выборки



Растачивание

Винтовая интерполяция

Круговая интерполяция

Расфрезеровывание отверстия

Как и сверление, растачивание зачастую является наиболее быстрым методом обработки отверстия, но по ряду причин расфрезеровывание иногда может являться альтернативой растачиванию, см. предыдущую страницу. Основными методами фрезерования являются: винтовая интерполяция с врезанием по трём осям и расфрезеровывание с врезанием по 2 осям. Первый метод предпочтительно применять для обработки отверстия, глубина которого больше максимального значения a_p и в случаях повышенного риска возникновения вибраций. Данный метод также позволяет добиться лучшего значения круглости и соосности отверстия, в особенности при большом вылете инструмента. Круглость отверстия при расфрезеровывании с врезанием по двум осям и винтовой интерполяции с врезанием по трём осям также можно улучшить, применяя стратегию обработки, при которой вращается не фреза, а обрабатываемая заготовка.

Расфрезеровывание выборки

Внутренняя обработка уступов и плунжерное фрезерование требуют предварительного сверления пилотного отверстия в то время как фрезерование выборки с врезанием под углом применяется для цельной заготовки, см. предыдущую страницу.

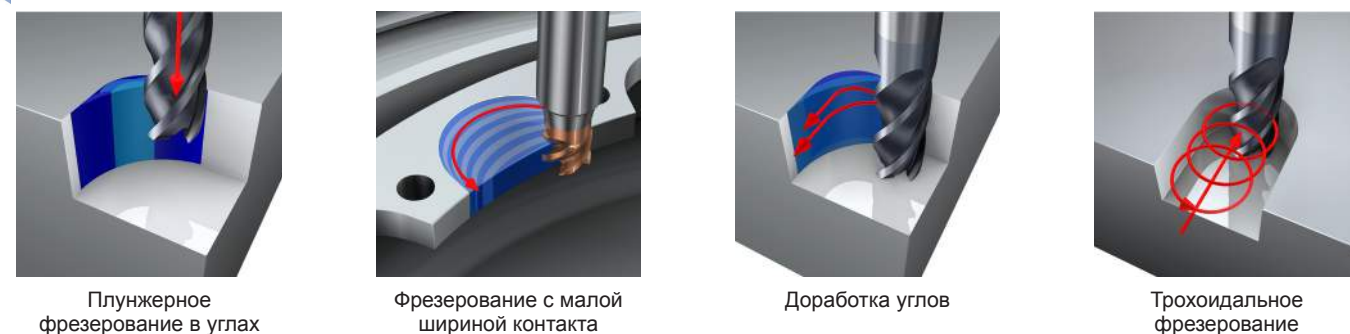
- Метод врезания по 3-м осям имеет преимущество, поскольку позволяет с помощью одного инструмента осуществлять обработку трехмерной поверхности для последующей профильной обработки. Применение технологии фрезерования с высокой подачей позволяет перераспределить усилия резания и минимизировать риск возникновения вибраций.
- При нежесткой системе и больших вылетах инструмента этот метод может быть единственным решением.
- По сравнению с плунжерным фрезерованием внутренняя обработка уступов является более скоростной операцией, но предъявляет повышенные



Фрезерование уступов

Плунжерное фрезерование

требования к программированию.



Плунжерное фрезерование в углах

Фрезерование с малой шириной контакта

Доработка углов

Трохоидальное фрезерование

Подборка остаточного припуска

Обычно после предварительной черновой обработки выборки в особенности в углах заготовки остаётся припуск. Для достижения формы выборки наиболее близкой к чистовому профилю детали применяется плунжерное фрезерование инструментом небольшого диаметра. Альтернативной стратегией обработки, используемой для снятия припуска в углах выборки является фрезерование с малой шириной контакта. Разновидностью такого метода является трохойдальное фрезерование, которое также рекомендуется применять для обработки пазов, карманов и т.п.

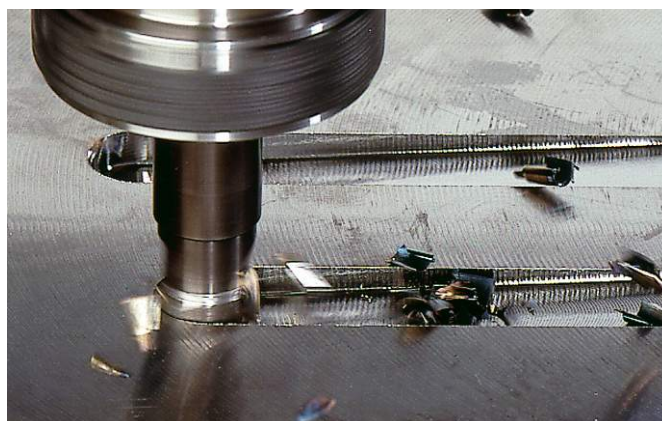
Линейное врезание под углом (по 2-м осям)

Одним из общепринятых методов обработки закрытых карманов, пазов и выборок является фрезерование с линейным врезанием под углом, исключающее необходимость предварительного сверления.

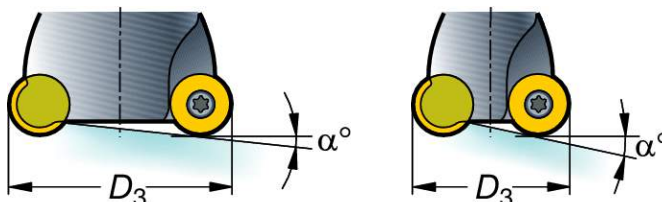
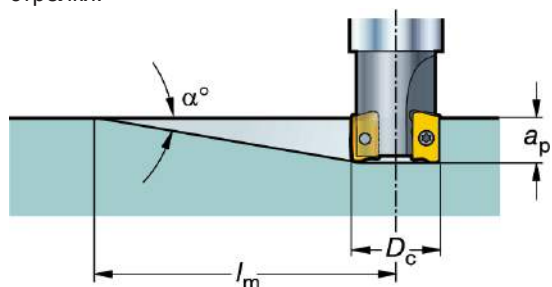
Принцип линейного врезания под углом заключается в одновременном перемещении инструмента по оси Z и в одном из радиальных направлений (X или Y), то есть врезание по 2-м осям.

Более прогрессивным методом, по сравнению с прямолинейным врезанием, является метод кругового врезания, позволяющий снизить радиальные нагрузки на инструмент и при работе с попутным фрезерованием добиться лучшей эвакуации стружки из зоны резания.

Применение попутного фрезерования обеспечивается вращением шпинделя по направлению против часовой стрелки.

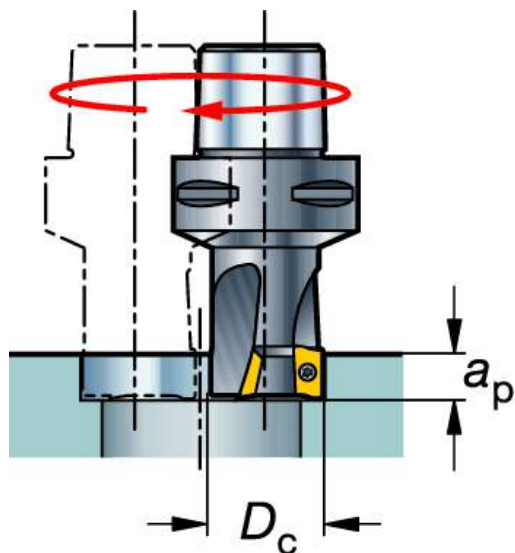


Линейное врезание под углом для обработки паза.



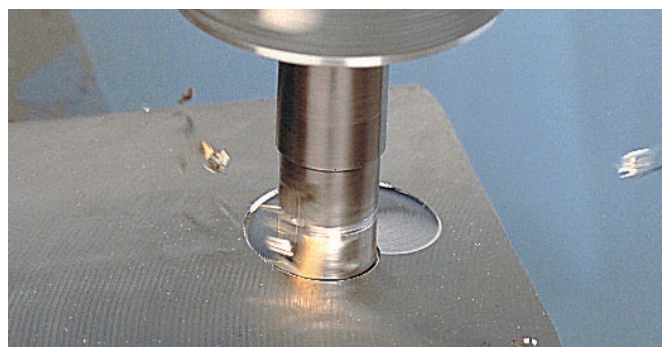
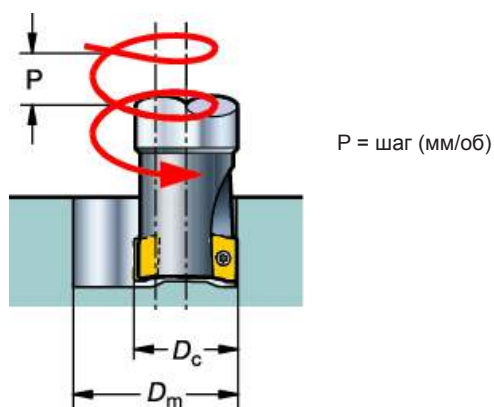
Круговая интерполяция (по 2-м осям)

Метод круговой интерполяции является альтернативой использованию традиционного расточного инструмента. Круговую интерполяцию можно применять, используя большинство фрез с углом в плане 90 градусов, совершая кольцевой проход.



Винтовая интерполяция с врезанием по трём осям

Одновременное перемещение фрезы по трем координатам X, Y и Z с врезанием под углом зачастую используется для обработки выборок и карманов. Данный метод является альтернативой сверлению с последующим растачиванием, см. сравнение на странице D102.



Винтовая интерполяция с врезанием в цельную заготовку.



Круговая интерполяция с врезанием для увеличения диаметра отверстия.

Круговая интерполяция - Фрезы первого выбора

Диаметр отверстия

		20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60
P	Плоское дно	CoroMill® Plura/CoroMill® 316					CoroMill® 390					CoroMill® 210										
	Сквозное отверстие	CoroMill® Plura/CoroMill® 316	CoroMill® 390										CoroMill® 210									
M	Плоское дно	CoroMill® Plura/CoroMill® 316					CoroMill® 390					CoroMill® 300										
	Сквозное отверстие	CoroMill® Plura/CoroMill® 316	CoroMill® 300										CoroMill® 300									
K	Плоское дно	CoroMill® Plura/CoroMill® 316					CoroMill® 390					CoroMill® 210										
	Сквозное отверстие	CoroMill® Plura/CoroMill® 316	CoroMill® 390										CoroMill® 210									
N	Плоское дно	CoroMill® Plura/CoroMill® 316					CoroMill® 390										CoroMill® 790					
	Сквозное отверстие	CoroMill® Plura/CoroMill® 316	CoroMill® 390					CoroMill® 790														
S	Плоское дно	CoroMill® Plura/CoroMill® 316					CoroMill® 390					CoroMill® 300										
	Сквозное отверстие	CoroMill® Plura/CoroMill® 316	CoroMill® 390					CoroMill® 210														

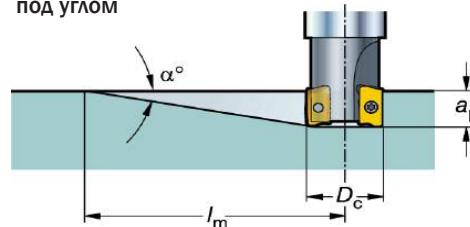
Выбор инструмента

Фрезы, способные осуществлять линейное фрезерование под углом, также могут работать и с круговым фрезерованием под углом.

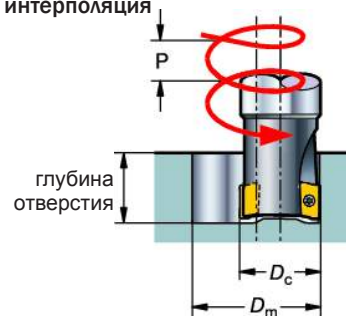
Примечание: при обработке глухого отверстия минимальное значение D_m будет большим, при необходимости получения плоского дна. Диаметр отверстия рассчитывается с помощью специальной формы (см. стр. D111).

	CoroMill® Plura				CoroMill® 316			
	VFD, спираль 50°				Концевая фреза с радиусом			
	Круговое	Линейное			Круговое	Линейное		
max. глубина отверстия	< a_p			$a_p < 0.55 \times D_c$			max	
Качество отверстия	H7			H7			max	
D_c или D_3 (мм)	Сквозное отверстие		$a_p = 0.9 \times D_c$		Сквозное отверстие		$a_p = 0.55 \times D_c$	
	D_m min	P мм/об	α°	l_m	D_m min	P мм/об	α°	l_m
4	4.8	0.26	6.7	30.6				
6	7.2	0.43	6.7	46.0				
8	9.6	0.53	6.7	61.3				
10	12	0.66	6.7	76.6	12	0.78	10	31.2
12	14.4	1.39	10	61.2	14.4	0.89	10	37.4
16	19.2	1.77	10	81.7	19.2	1.1	10	49.9
20	24	2.21	10	102.1	24	1.37	10	62.4
25					30	1.65	10	78.0

Линейное фрезерование под углом



Винтовая интерполяция



P = шаг

	CoroMill® 390								CoroMill® 790									
	Пластины -11 и -18* $r_\epsilon = 0.8$ мм				Пластина -17 с $r_\epsilon = 0.8$ мм				Пластина -16 с $r_\epsilon = 0.8$ мм				Пластина -22 с $r_\epsilon = 0.8$ мм					
	Круговое	Линейное			Круговое	Линейное			Круговое	Линейное			Круговое	Линейное				
max. глубина отверстия	< l_3^{**}			< l_3^{**}			< l_3^{**}			< l_3^{**}			< l_3^{**}					
Качество отверстия	H9			max			H9			max			H7			max		
D_c или D_3 (мм)	Сквозное отверстие		$a_p = 10/15$ мм		Сквозное отверстие		$a_p = 15$ мм		Сквозное отверстие		$a_p = 12$ мм		Сквозное отверстие		$a_p = 18$ мм			
	D_m min	P мм/об	α°	l_m	D_m min	P мм/об	α°	l_m	D_m min	P мм/об	α°	l_m	D_m min	P мм/об	α°	l_m		
12	14	0.4	6.0	99														
16	20	2.0	10.5	54														
20	24	2.0	5.5	104														
25	39	3.0	5.0	114	33	6.0	15.5	59	28.8	4.3	19	45.7						
32	53	3.3	3.6	159	47	4.5	6.7	135	42.8	8.1	13	66						
36	61	2.7	2.6	220					50.8	9.3	11	78						
40	78*	7.0*	6.8*	132*	63	4.0	3.9	231	58.8	10.2	9	89	51	11.5	18	74		
44	86*	6.5*	6.0*	149*					60.8	10.8	8	101	59	13.7	16	84		
50	98*	6.0*	5.5*	163*	83	1.0	2.8	323	78.8	11.6	7	118	71	15.7	13	100		
54	106*	4.5*	5.0*	179*					86.8	11.9	6	130	79	11.7	12	111		
63	124*	4.0*	4.0*	225*	109	1.6	2.1	430					97	18	9	134		
66	130*	3.5*	3.7*	243*									103	18	9	141		
80	158*	3.0*	3.1*	290*	143	1.6	1.6	565					131	18	7	176		

* Пластина размером 18, имеющая специализированную геометрию для фрезерования под углом -xMR

	CoroMill® 210								CoroMill® 300									
	Пластина -09				Пластина -14				Пластина -08				Пластина -10					
	Круговое		Линейное		Круговое		Линейное		Круговое		Линейное		Круговое		Линейное			
Макс. глубина отверстия	< I ₃ **		max a _p = 1.2 мм		< I ₃ **		max a _p = 2.0 мм		< I ₃ **		max a _p = 4 мм		< I ₃ **		max a _p = 5 мм			
Качество отверстия	H13				H13				H13				H13				H13	
D _c или D ₃ (мм)	Сквозное отверстие				Сквозное отверстие				Сквозное отверстие				Сквозное отверстие				Сквозное отверстие	
	D _m min	P мм/об	α°	l _m	D _m min	P мм/об	α°	l _m	D _m min	P мм/об	α°	l _m	D _m min	P мм/об	α°	l _m		
25	32	1.2	14.5	4.6					36.4	2	8.0	28.5	32.4	2.5	13.5	20.8		
32	46	1.2	8	8.5					50.4	2	5.0	45.7	46.4	2.5	7.5	38.0		
35	52	1.2	7	9.7					56.4	2	4.0	57.2						
36	54	1.2	7	9.7														
40									66.4	2	3.5	65.4	52.4	2.5	6.5	43.9		
42	66	1.2	5	13.7					70.4	2	3.0	76.3	62.4	2.5	5.0	57.2		
50	82	1.2	3.5	19.6					86.4	2	2.5	91.6	66.4	2.5	4.5	63.5		
52	86	1.2	3.3	20.8	76	2	5.8	19.6	90.4	2	2.0	114.5						
63	108	1.2	2.6	26.4	98	2	3.8	30.1	112.4	2	1.5	152.8						
66	114	1.2	2.4	28.6	104	2	3.2	35.7	118.4	2	1.5	152.8						
80					132	2	2.4	47.7	146.4	2	1.0	229.2						

	CoroMill® 300											
	Пластина -12				Пластина -16				Пластина -20			
	Круговое		Линейное		Круговое		Линейное		Круговое		Линейное	
Макс. глубина отверстия	< I ₃ **		max a _p = 6 мм		< I ₃ **		max a _p = 8 мм		< I ₃ **		max a _p = 10 мм	
Качество отверстия	H13				H13				H13			
D _c или D ₃ (мм)	Сквозное отверстие				Сквозное отверстие				Сквозное отверстие			
	D _m min	P мм/об	α°	l _m	D _m min	P мм/об	α°	l _m	D _m min	P мм/об	α°	l _m
32	42.6	3	12.0	28.2								
34	46.6	3	11.5	29.5								
35	48.6	3	10.5	32.4								
40	58.6	3	8.0	42.7								
42	62.6	3	7.5	45.6								
50	78.6	3	5.5	62.3								
52	82.6	3	5.0	68.6	75.6	4	7.0	65.2				
63	104.6	3	3.5	98.1	97.6	4	5.0	91.4				
66	110.6	3	3.5	98.1	103.6	4	4.5	101.6	96	5	9.4	60.5
80	138.6	3	2.5	137.4	131.6	4	3.5	130.8	124	5	6.7	85.2
100					171.6	4	2.5	183.2	164	5	4.8	119.2
125					221.6	4	1.5	305.5	124	5	3.5	163.5

	CoroMill® 200															
	Пластина -10				Пластина -12				Пластина -16				Пластина -20			
	Круговое		Линейное		Круговое		Линейное		Круговое		Линейное		Круговое		Линейное	
Макс. глубина отверстия	$< l_3^{**}$		max		$< l_3^{**}$		max		$< l_3^{**}$		max		$< l_3^{**}$		max	
Качество отверстия	H13				H13				H13				H13			
D_c или D_3 (мм)	Сквозное отверстие		$a_p = 5$ мм		Сквозное отверстие		$a_p = 6$ мм		Сквозное отверстие		$a_p = 8$ мм		Сквозное отверстие		$a_p = 10$ мм	
	D_m min	P мм/об	α°	l_m	D_m min	P мм/об	α°	l_m	D_m min	P мм/об	α°	l_m	D_m min	P мм/об	α°	l_m
25	32	2.5	13	22												
32					42	3	13	26								
40					58	3	9.5	32	50	4	13	35				
50					78	3	6.5	49	70	4	11	35	62	5	13	43
63					104	3	4.5	68	96	4	7	48	88	5	11	45
80					138	3	3.5	98	130	4	5	70	122	5	7	67
100					178	3	2.5	137	170	4	3.5	102	162	5	5	95
125									220	4	2.5	131	212	5	3.5	127
160													282	5	2.5	191

Практические рекомендации

Врезание по двум осям

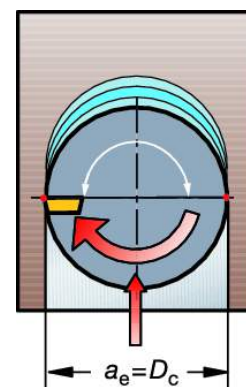
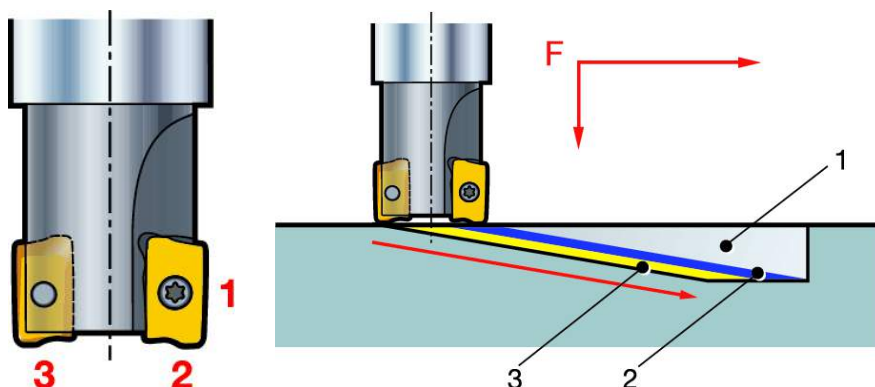
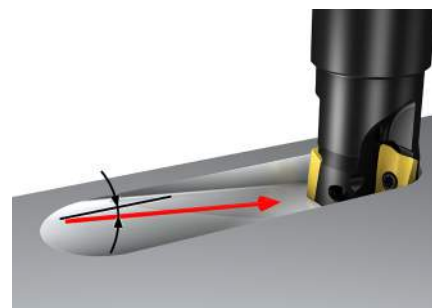
Требования к процессу резания

Существуют три основных процесса, происходящих при фрезеровании с врезанием под углом:

- 1) Периферийная обработка опережающей пластиной.
- 2) Обработка дна опережающей пластиной.
- 3) Обработка дна отстающей пластиной.

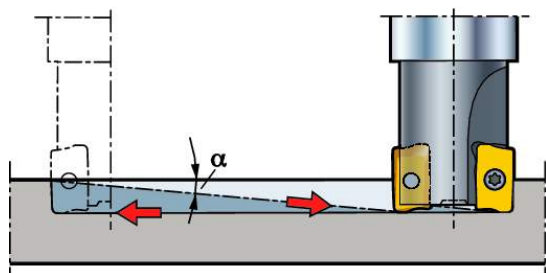
При этом имеют место как радиальные, так и осевые усилия резания.

При работе в полный паз инструмент испытывает дополнительную нагрузку т.к. $a_e = D_c$, возникают значительные радиальные усилия резания и ухудшается стружкодробление.



Рекомендации

- Снижение подачи до 75% от стандартного значения.
- При обработке в полный паз после врезания под углом рекомендуется обязательно сохранить уменьшенную подачу на длине прохода соответствующей диаметру фрезы, до тех пор пока отстающая пластина не выйдет из резания .
- Использовать охлаждающую жидкость для эвакуации стружки.
- Рекомендуется использовать инструмент с меньшим радиусом при вершине для уменьшения поверхности контакта.
- Для узких пазов шириной менее 30 мм при ограниченной возможности применения метода винтовой интерполяции используйте прямолинейное врезание под углом.

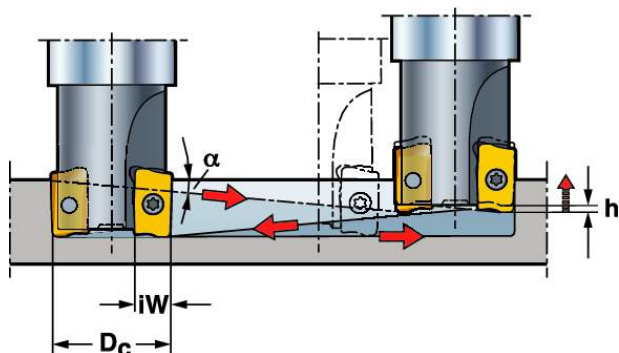


Врезание под углом за один проход.

Производительное врезание под углом

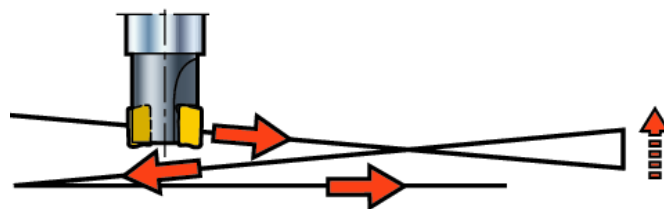
При обработке с врезанием под углом за несколько проходов, можно достичь повышения производительности за счёт изменения стратегии с врезания за один проход в одном направлении на врезание под углом в нескольких направлениях (производительное врезание).

Замечание: При работе инструмента с максимальным углом врезания рекомендуется осуществлять небольшой вывод из резания на величину h перед изменением направления резания. Это предотвращает повреждение центральной части корпуса фрезы.



Коррекция стратегии обработки:

$$h = \text{Tang } \alpha (D_c - (2 \times iW))$$

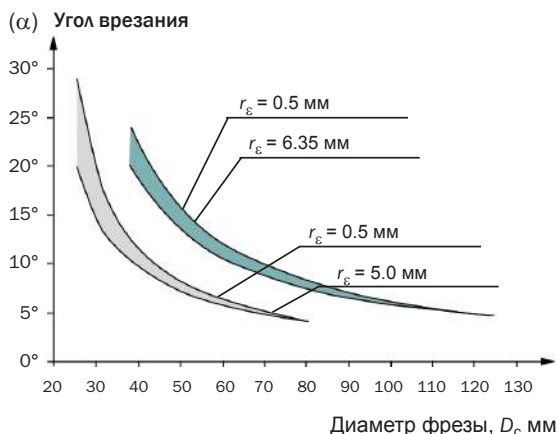


Производительное врезание под углом с максимальным углом врезания.

Радиус пластины оказывает влияние на максимальную величину угла врезания

Пример CoroMill® 790

Кривые диаграммы показаны для минимального и максимального радиуса. Для промежуточного значения необходима коррекция.



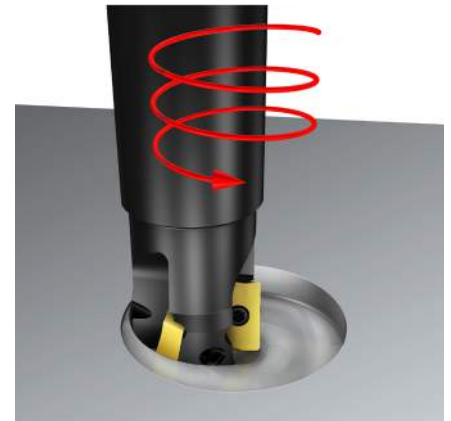
Винтовая интерполяция – обработка отверстий

Круговое врезание под углом (также называемое винтовой интерполяцией, спиральной интерполяцией, орбитальным сверлением, и т.п.) является альтернативой сверлению.

Одновременное перемещение инструмента по круговой траектории (координаты X и Y) вместе с осевой подачей по оси (Z) с определённым шагом.

По сравнению с линейным врезанием под углом (обработкой в полный паз), винтовая интерполяция за счет уменьшения радиальных усилий резания является более плавным процессом, и при попутном фрезеровании обеспечивается улучшенная эвакуация стружки.

Применение попутного фрезерования обеспечивается вращением шпинделя по направлению против часовой стрелки.



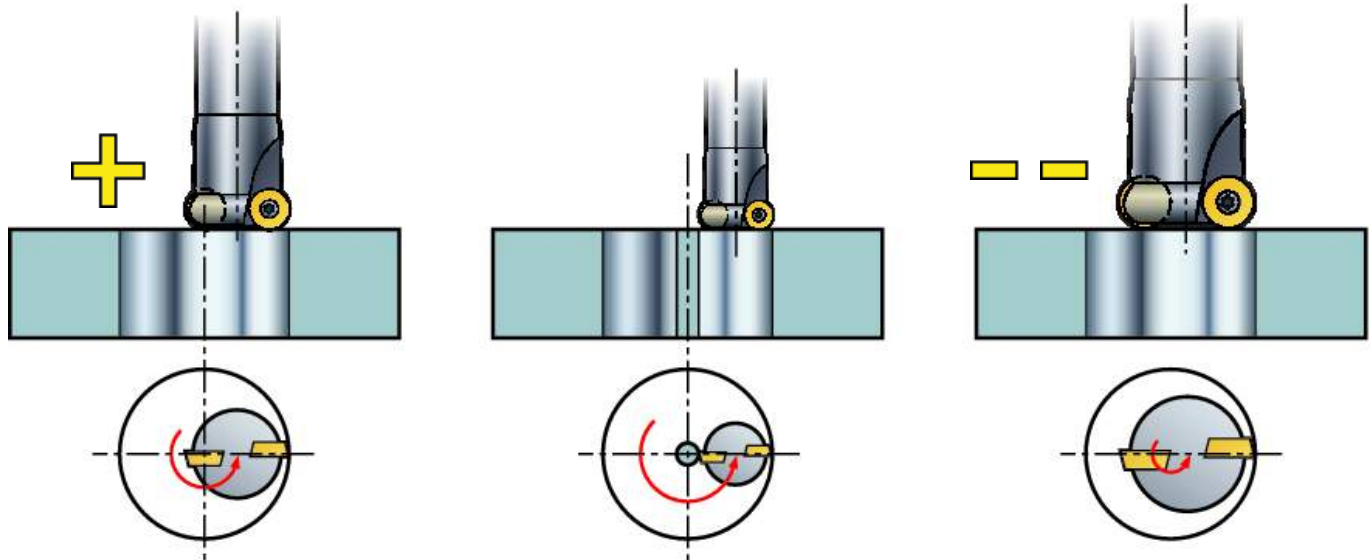
Анализ процесса

Существует три основных рекомендации для стратегии кругового врезания под углом, несоблюдение которых может привести к возникновению затруднений:

1. Выбор диаметра фрезы под размер отверстия
2. Шаг за один оборот
3. Подача



1. Выбор диаметра фрезы под диаметр отверстия



При использовании фрез с отсутствием возможности засверливания очень важен выбор корректного диаметра.

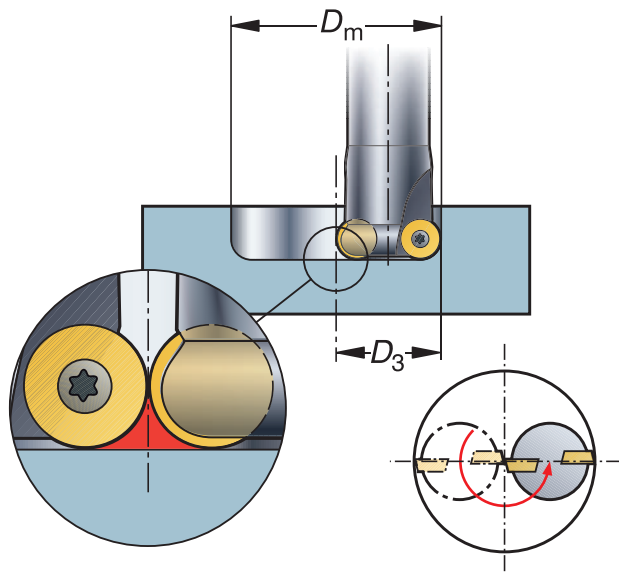
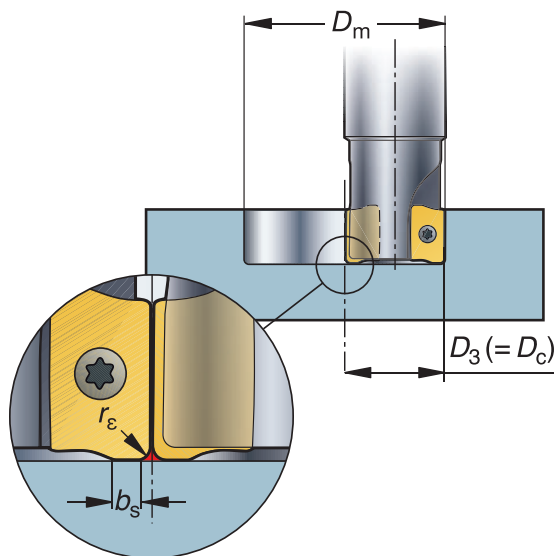
Диаметр должен обеспечивать резание металла пластиной в зоне центра обрабатываемого отверстия.

При выборе слишком малого диаметра фрезы в центре детали будет оставаться стержень как при трепанировании. Подобное приемлемо для обработки различного рода прорезей, однако существует необходимость поддержки стержня при выпадении.

При выборе слишком большого диаметра фрезы пластина не будет срезать металл в зоне центра отверстия, что приведёт к образованию бобышки на дне отверстия.

Максимальный диаметр отверстия

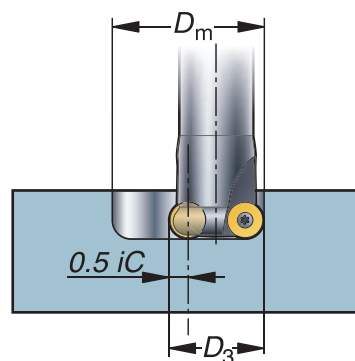
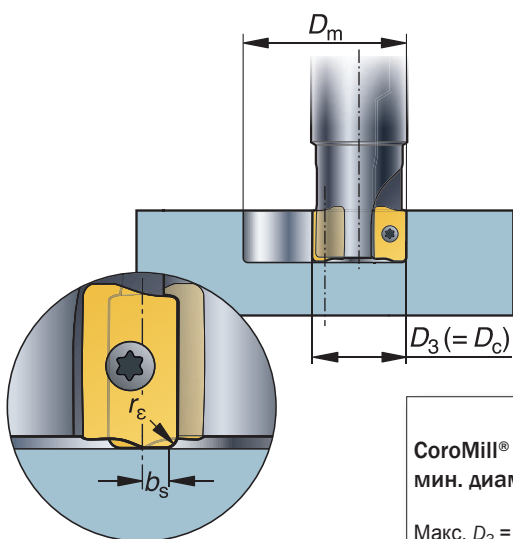
- Максимальный диаметр отверстия, D_m , получаемого за один спиральный проход, равен $2 \times D_3$.
- Такая обработка аналогична работе в полный паз и неизбежно оставляет бобышку на дне глухого отверстия.
- Бобышку рекомендуется убирать перемещением фрезы к центру отверстия для получения отверстия с плоским дном.



Мах. диаметр отверстия D_m
 $\max D_m = D_3 \times 2$
 $\min D_3 = \frac{D_m}{2}$

Минимальный диаметр отверстия с плоским дном

- Наличие или отсутствие бобышки на дне глухого отверстия зависит от корректного выбора радиуса при вершине пластины.
- При выборе слишком большого диаметра фрезы бобышку невозможно убрать перемещением фрезы к центру отверстия.
- Для фрезы CoroMill 390 также необходимо учитывать длину зачистной кромки Wiper b_s , и прибавлять ее значение к величине радиуса при вершине пластины.



CoroMill® 390 –
мин. диаметр отверстия D_m

$$\text{Макс. } D_3 = \frac{D_m}{2} + (r_\epsilon + b_s)$$

$$\text{Мин. } D_m = (D_3 - (r_\epsilon + b_s)) \times 2$$

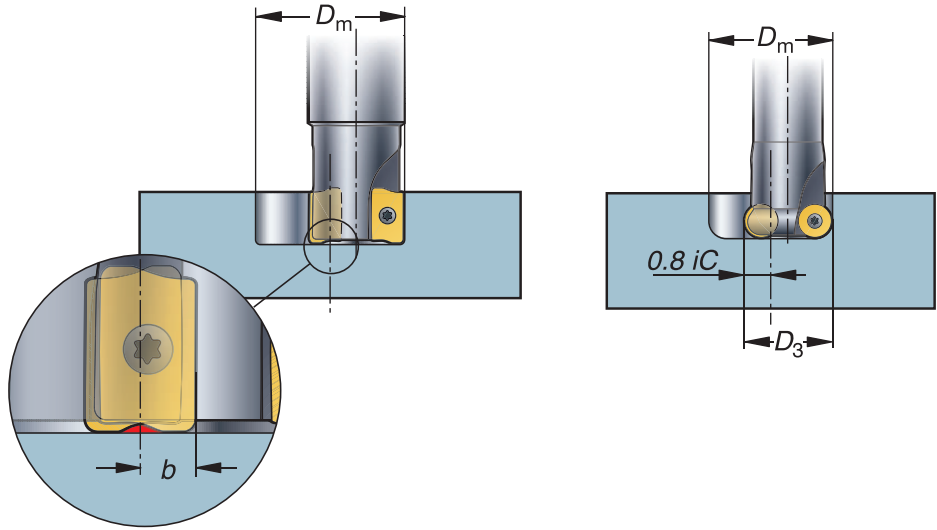
CoroMill® 300 –
мин. диаметр отверстия D_m

$$\text{Макс. } D_3 = \frac{D_m}{2} + 0.5 iC$$

$$\text{Мин. } D_m = (D_3 - 0.5 iC) \times 2$$

Минимальный диаметр сквозного отверстия

- Минимальный диаметр, позволяющий избежать повреждений корпуса фрезы вследствие резания периферийной частью инструмента.
- b максимальный шаг при плунжерном фрезеровании и одновременно максимальное перекрытие.
- Для круглых пластин, b рассчитывается как $b = 0.8 \times iC$.
- Бобышку удалить невозможно.



CoroMill® 390 –
мин. диаметр отверстия D_m

$$\text{макс. } D_3 = \frac{D_m}{2} + b$$

$$\text{мин. } D_m = (D_3 - b) \times 2$$

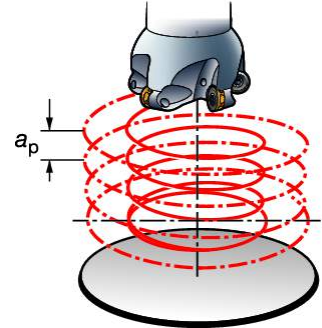
CoroMill® 300 –
мин. диаметр отверстия D_m

$$\text{Макс. } D_3 = \frac{D_m}{2} + 0.8 iC$$

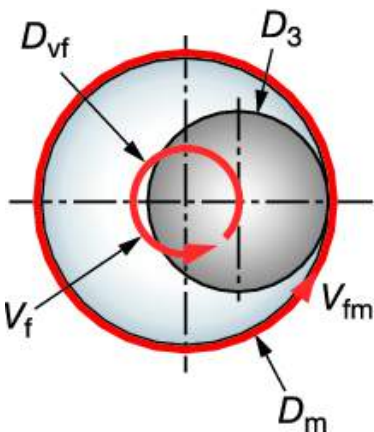
$$\text{Мин. } D_m = (D_3 - 0.8 iC) \times 2$$

2. Шаг

Шаг не должен превышать максимально рекомендуемого значения a_p для фрезы данного исполнения, и зависит от диаметра отверстия, диаметра фрезы и угла резания.



3. Подача



Значение подачи всегда зависит от: h_{ex} -значения пропорционального минутной подаче периферийной части инструмента, v_{fm} . Для многих станков задаётся параметр подачи центра инструмента, v_f , который соответственно должен рассчитываться:

$$f_z = h_{ex}$$

$$v_{fm} = n \times f_z \times Z_c$$

$$v_f = \frac{D_{vf}}{D_m} \times v_{fm}$$

D_{vf} = программируемый шаг фрезы

Программируемая скорость подачи:

v_{fm} = с компенсацией величины радиуса при использовании периферии инструмента

v_f = при использовании центра инструмента

Расфрезеровывание существующего отверстия

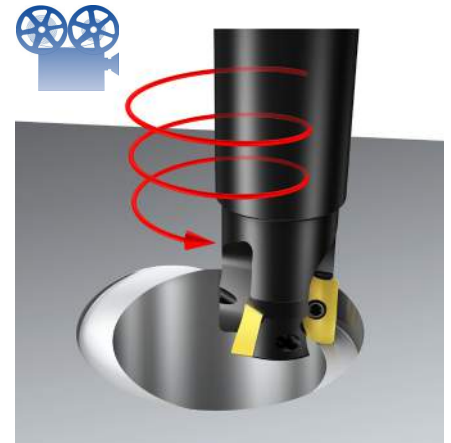
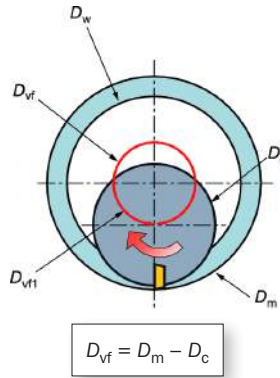
Увеличение существующего отверстия может осуществляться как круговой интерполяцией с врезанием под углом так и круговым расфрезеровыванием.

Винтовая интерполяция с врезанием по 3 осям

- Постоянное врезание.
- Нет входов и выходов.
- Фреза постоянно в резании.
- Фрезерование с врезанием – обработка торцевой частью пластины.

Первый выбор:

- Глубина отверстия больше максимального значения a_p для инструмента.
- Наилучшая соосность и круглость отверстия.
- Для областей применения с повышенным риском возникновения вибраций

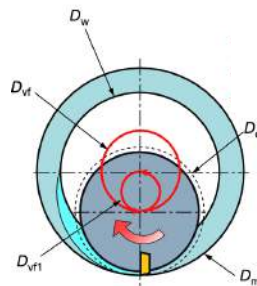


Круговая интерполяция с врезанием по 2 осям

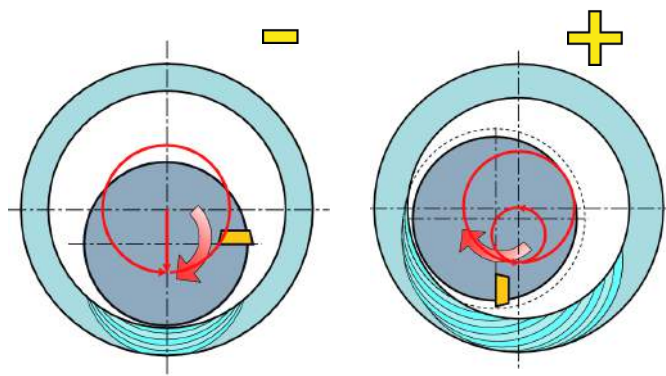
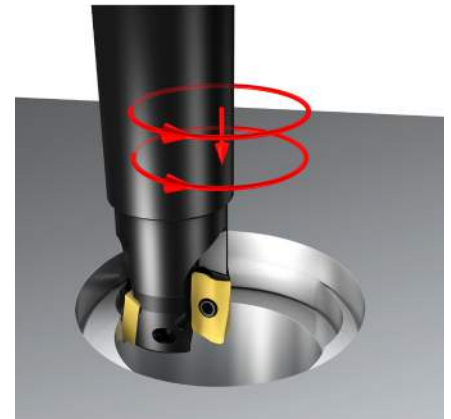
- Постоянное Z.
- Вход и выход из резания для каждого прохода.
- Должен быть запрограммирован заход фрезы в материал заготовки по касательной к диаметру отверстия.
- Точность отверстия меньше, чем при винтовой интерполяции.
- Следы ("строчки") от каждого прохода.

Первый выбор:

- Программирование траектории перемещения инструмента более чем на 360 градусов для избежания возникновения следов от строчек.
- Требуется только один проход.
 - Фреза с большой величиной a_p (CoroMill Plus, длиннокоромочная фреза CoroMill 390).
 - неглубокое отверстие.
- Возможность применения для врезания под углом минимальна или отсутствует – пластина не имеет режущей кромки в осевом направлении.



$$D_{vf1} = \frac{D_{vf}}{2}$$

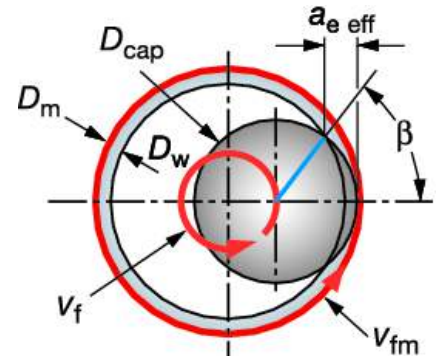


Вхождение фрезы в обрабатываемый материал по касательной обеспечивает утончение стружки на выходе кромки из резания. Меньшее значение угла врезания обеспечивает снижение вибраций, что ведёт к повышению производительности.

Расчёт подачи

Подача должна быть снижена в случае:

- Увеличения a_e относительно резания по прямой, что снижает эффект утончения стружки.
- Подача периферийной части фрезы больше чем подача центра инструмента.
- Расчетное значение подачи базируется на величине D_{vf} .



$$f_z = \frac{h_{ex}}{\sin \beta}$$

$$v_{fm} = n \times f_z \times Z_c$$

$$v_f = \frac{D_{vf}}{D_m} \times v_{fm}$$

Точение

В Отрезка и обработка канавок

С Нарезание резьбы

D Фрезерование

E Сверление

F Растачивание

G Инструментальная оснастка

H Материалы

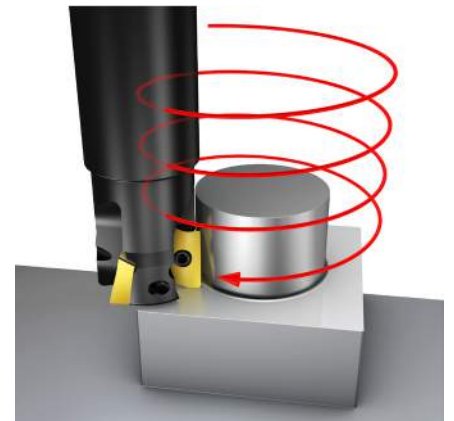
I Информация/Указатель

Наружная круговая/винтовая интерполяция

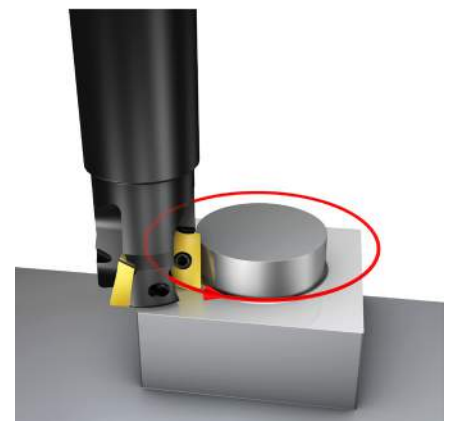
В сравнении с внутренней круговой/винтовой интерполяцией:

- Минутная подача центра фрезы, v_f , вместо снижения должна увеличиваться.
- Радиальная глубина резания, a_e , при наружном фрезеровании становится очень небольшой, при этом есть возможность повышения скорости резания.
- h_{ex} рассчитывается аналогично как для контурного фрезерования.
- Методика программирования очень схожа с методикой для внутреннего расфрезеровывания отверстий.

Для получения полной информации, расчетов и формул, см. раздел Информация/Указатель, глава I.



Наружная винтовая интерполяция с врезанием по 3-м осям.

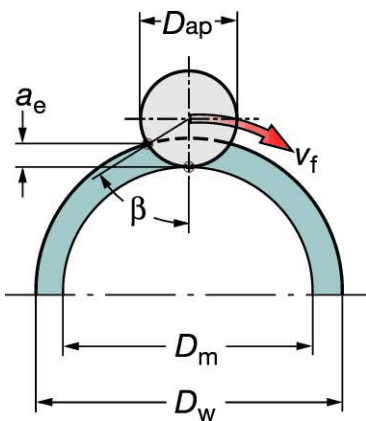


Наружная круговая интерполяция с врезанием по 2-м осям.



$$v_f = \frac{v_{fm} \times (D_m + D_{cap})}{D_m}$$

$$a_{e \text{ eff}} = \frac{D_w - D_m}{2}$$



Вскрытие/расфрезеровывание выборки или кармана

Две основные стратегии обработки:

1. Круговая интерполяция с врезанием по 3 осям – небольшая a_p

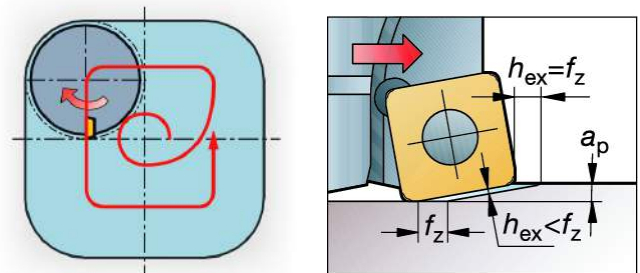
Рекомендуется использовать фрезу с небольшим углом в плане, CoroMill 210 или соответствующую CoroMill 316 или CoroMill Plura с геометрией оптимизированной для высоких подач. Ещё одной альтернативой являются круглые пластины. Для получения дополнительной информации, см. раздел "Фрезерование с высокой подачей", стр. D 60.

Технология фрезерования с высокой подачей обеспечивает большой объём удаляемого металла и является первым выбором для менее жесткого оборудования (например, ISO 40) и для обработки выборок со сложным профилем, таких как штампы и пресс-формы.

Примечание: следует избегать фрезерования вдоль вертикальной стенки, так как теряется эффект использования малого угла в плане и резко увеличивается глубина резания.

Параметры резания:

- Максимальный диаметр фрезы = 1.5 x радиус угла обрабатываемой выборки
- Винтовое врезание на глубину фрезерования – траектория перемещения против часовой стрелки
- Метод вкатывания в каждый следующий слой
- При расфрезеровывании выборки – максимальное значение $a_e = 70\% D_c$
- Глубина резания для фрез с круглыми пластинами $25\% iC$
- Радиус траектории перемещения инструмента в углу = D_c
- Снизить подачу в углу, см. страницу D 26.



Врезание под углом - траектория перемещения против часовой стрелки.

2. Круговое расфрезеровывание (врезание по двум осям) с большой a_p

Просверлить отверстие, затем выбрать коцевую фрезу для обработки уступов или длинношпоночную фрезу. Типичная область применения - аэрокосмическая отрасль - фрезерование силовых элементов самолета из титана.

Практические рекомендации

Для обеспечения хорошей эвакуации стружки и предотвращения повторного её перерезания или смятия в отверстии:

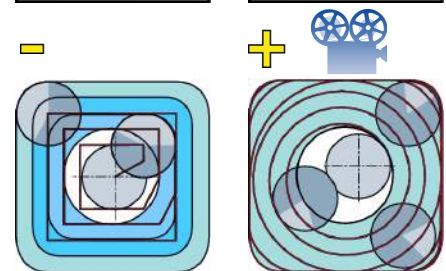
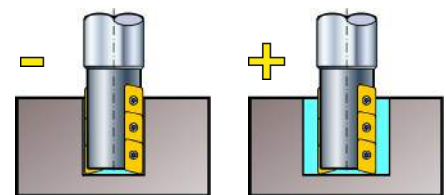
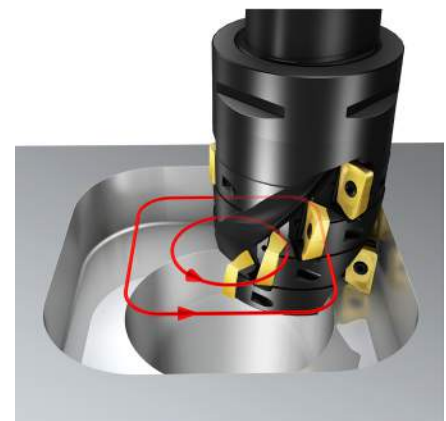
- Станок с горизонтальным расположением шпинделя (ISO 50) предпочтителен.
- Подача СОЖ под высоким давлением или сжатого воздуха через шпиндель.
- D_c не должен быть больше 75% диаметра отверстия. Рекомендуется использовать большую осевую глубину резания – максимальное значение $a_p = 2 \times D_c$.

Заход в отверстие рекомендуется осуществлять по спиральной траектории:

- Контролировать ширину фрезерования, максимальное $a_e = 30\% D_c$.

Контроль величины радиального припуска, минимизация вибраций в углах и повышение производительности:

- При программировании траектории движения используйте максимально возможный радиус в углу и применяйте спиральную траекторию перемещения фрезы.
- Используйте максимально возможный диаметр фрезы (D_c); доработку в углу следует вести инструментом меньшего диаметра, не превышающим 1,5 x радиус в углу.



Программирование с малым радиусом.

Программирование спиральных проходов.

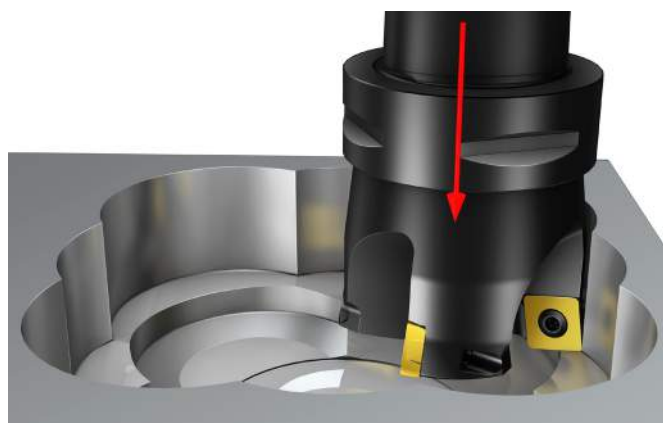
Плунжерное фрезерование

При плунжерном фрезеровании обработка осуществляется не периферийной, а торцевой частью инструмента, при этом преобладают преимущественно осевые, а не радиальные усилия резания. Плунжерное фрезерование применяется, когда традиционные методы не возможны из-за чрезмерных вибраций. Например:

- При вылете инструмента больше чем $4 \times D_c$
- При нежесткой системе
- Для получистовой обработки в углах
- Для труднообрабатываемых материалов, таких как титан.

Данный метод также является альтернативой при ограниченных мощности и крутящему моменту.

Примечание: плунжерное фрезерование не является первым выбором для стабильных условий обработки вследствие меньшей производительности.










Выбор инструмента

Выбор фрезы определяется в зависимости от диаметра. Фрезы CoroMill 210 и плунжерная фреза Coromant R215 предназначены для плунжерного фрезерования.

Плунжерное сверление

Наиболее эффективно применять метод плунжерного сверления для сверл диаметром не более $D_c = 35$ мм, смотри Сверление, глава E.

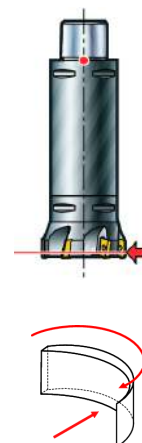
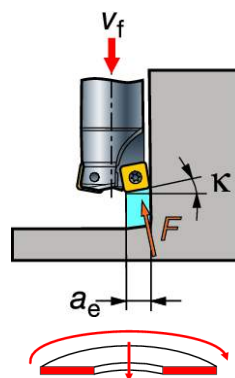
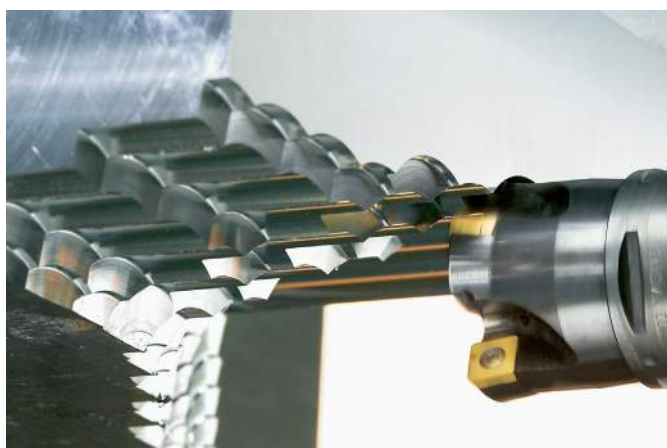
Концепция инструмента	Применение	Размер пластины (мм)	Подача на зуб (мм) f_z	Максимальное перекрытие b	Диаметр фрезы (мм) D_c
 CoroMill® 210	Первый выбор для черного фрезерования с большим вылетом	09	0.1	8	25 – 66
		14	0.15	13	52 – 160
 Плунжерная фреза Coromant R215	Тяжелая обработка – большой диаметр и вылет	25	0.15	22	80 – 160
 CoroMill® Plura	Небольшие радиуса в углах	–	0.05	100% D_c	1 – 25
 CoroMill® 316	Небольшие радиуса в углах	–	0.05	100% D_c	10 – 25
 CoroMill® 390		11	0.15	5.5	12 – 80
		17		8.5	25 – 125
 CoroMill® 490		08	0.15	2 мм	20 – 125
 CoroMill® 300	Фрезерование пазов в труднообрабатываемых материалах	5 ~ 20	0.15	80% i_c	10 – 200

Практические рекомендации

Процесс резания

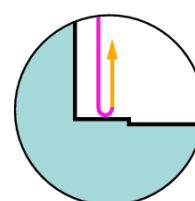
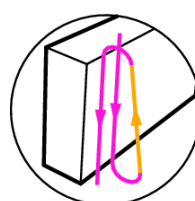
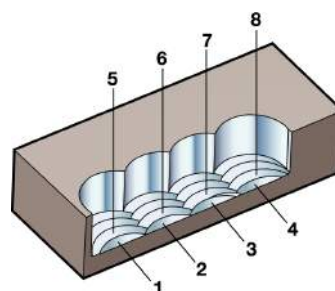
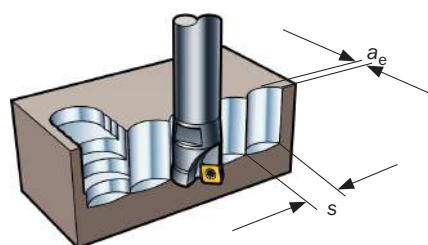
Плунжерное фрезерование значительно отличается от традиционных методов. Суть метода заключается в использовании не периферийной части инструмента, а его конца, что кардинально перераспределяет направления усилий резания с радиальных на осевые. Данный метод можно сравнить с растачиванием при прерывистом резании.

Снижается уровень потребляемой мощности и шума.



Плунжерное фрезерование = прерывистая расточка. Осевые усилия резания.

Типовое фрезерование. Большая доля радиальных усилий.



— = подача стола
— = ускоренная подача

Избегайте повторного резания на обратном ходу и постепенно уменьшайте глубину врезания.

Основные рекомендации

- Горизонтальное положение шпинделя станка облегчает эвакуацию стружки.
- Рекомендуется начинать обработку от дна с постепенным подъёмом.
- Используйте СОЖ или сжатый воздух для улучшения эвакуации стружки.
- По сравнению с типовыми методами фрезерования, значение подачи на зуб для плунжерного фрезерования меньше.
- Убедитесь, что в процессе резания участвует более чем один зуб.
- Используйте фрезы со сверхмелким шагом зубьев.
- Используйте максимальную величину a_e – в зависимости от размера пластины.
- Рекомендуемое значение шага $s = 0.75 \times D_c$ для перемещения в сторону.
- Постепенное уменьшение глубины врезания для минимизации вибраций.
- Рекомендуется использовать функцию "отвода" для предотвращения повторного резания на обратном ходу. Отводите фрезу на 1 мм от стенки в конце рабочего прохода.

Примечание: цикл аналогичный процессу сверления не рекомендуется, вследствие риска возникновения нежелательных вибраций при повторном резании на обратном ходу.

- Всегда стремитесь оставить постоянный припуск под последующую финишную операцию.

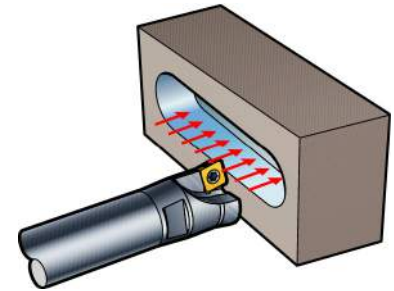
$$P_c = \frac{D_3 \times a_e \times v_f \times k_c}{60 \times 10^6}$$

$$P_c = \frac{s \times a_e \times v_f \times k_c}{60 \times 10^6}$$

Расчёт потребляемой мощности.

Пазы

- Плунжерное фрезерование - один из эффективных методов обработки глубоких закрытых пазов.
- Эвакуация стружки для подобной обработки - крайне важный процесс. Станок с горизонтальным расположением шпинделя, применение СОЖ или сжатого воздуха помогают в решении трудностей с эвакуацией стружки.
- Для глубоких и узких пазов рекомендуется операция сверления, как обеспечивающая наилучшую эвакуацию стружки и высокое значение перекрытия, см. главу Е.



Выборки/карманы

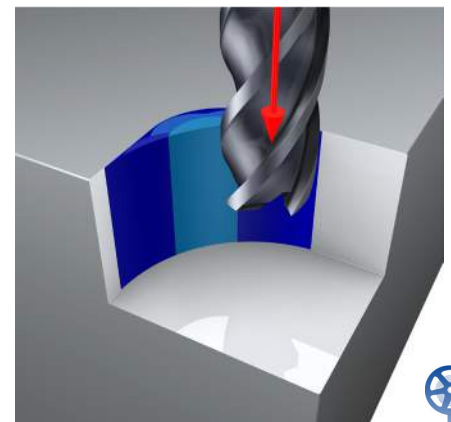
- Как и для обработки закрытых пазов крайне важна эвакуация стружки.
- Предпочтительна горизонтальная обработка, применение СОЖ или сжатого воздуха.
- Рекомендуется сверление предварительного отверстия как можно большего диаметра от $1.5 \times D_c$ для улучшения эвакуации стружки.
- Рекомендуется снижение подачи при двух первых проходах.
- Отводите фрезу в конце рабочего хода и избегайте обработки в полный паз.



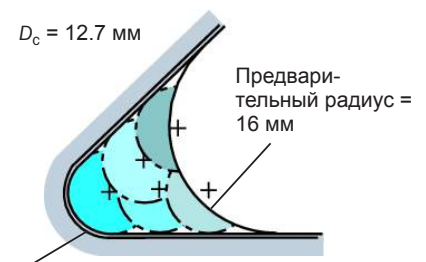
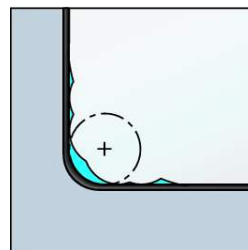
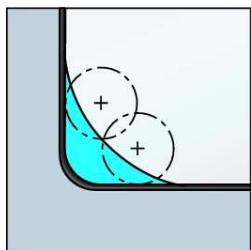
Обработка углов

Плунжерное фрезерование очень эффективно при доработке углов после черновой обработки кармана.

Для данной операции подходят фрезы CoroMill Plura, CoroMill 390 или плунжерное сверло Coromant U (см. Сверление, глава Е). Сверло позволяет работать с перекрытием до 75% от диаметра, что актуально при обработке в острых углах.



Обработка углов



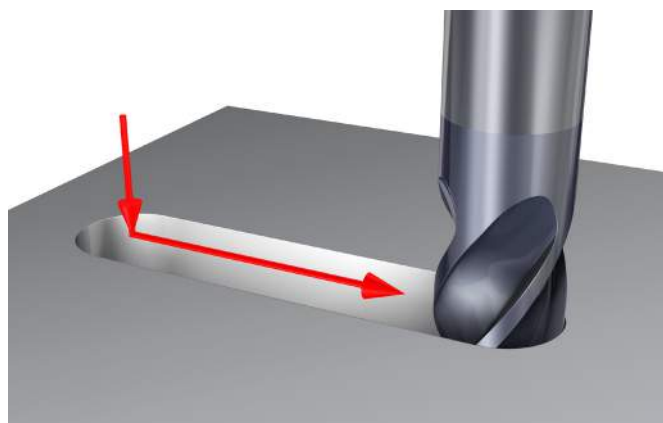
Окончательный радиус = 6 мм

Фрезерование с засверливанием

Фрезерование засверливанием является альтернативой фрезерованию с врезанием под углом для обработки выборки в цельном материале.

Данный метод предъявляет высокие требования к мощности шпинделя. В процессе обработки образуется сливная стружка и возникают нежелательные нагрузки на фрезу от повышенных усилий резания. Рекомендуется для следующих операций:

- обработка на станках без возможности врезаться под углом
- обработка коротких закрытых пазов.



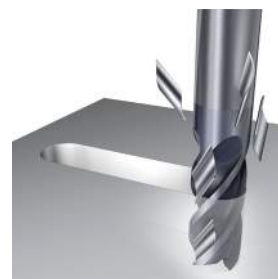
Выбор инструмента

	CoroMill® Plura	CoroMill® 316	CoroMill® 390	CoroMill® 790
Макс. глубина сверления	$0.9 \times D_c$	$0.55 \times D_c$	11: 1.0 мм 17: 1.5 мм	16: 1.1 мм 22: 1.2 мм
Диаметр фрезы (D_c), мм	2 – 25	10 – 25	12 – 40	25 – 100
Резание центром инструмента (сверление)	Да	Да	Нет	Нет
Обрабатываемый материал				

Практические рекомендации

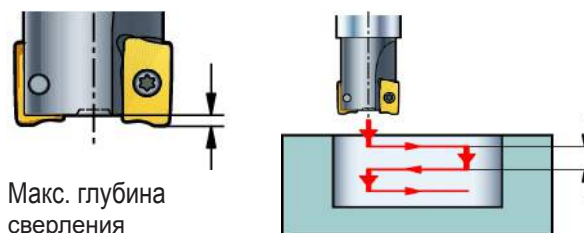
Фрезерование засверливанием - фрезы с возможностью сверления (концевые фрезы)

Глубина сверления для фрез с возможностью сверления ограничивается длиной стружечной канавки, а также возможностью эвакуации стружки. Для более глубоких пазов рекомендуется цикл обработки с выводом инструмента. Подача при сверлении фрезой выбирается из расчета приблизительно 50% от подачи рекомендуемой при фрезеровании.



Фрезы с отсутствием режущей кромки у центра

CoroMill 390 и 790 являются фрезами с отсутствием режущей кромки у центра, которые могут быть использованы для операции фрезерования засверливанием. Обратите внимание что глубина засверливания ограничена крайне небольшим значением. Используйте фрезы с крупным шагом зубьев для увеличения пространства под эвакуацию стружки.



Макс. глубина сверления

Фрезерование с малой шириной контакта

Данные методы обработки были разработаны для чернового и полужернового фрезерования труднообрабатываемых материалов, таких как закалённые стали (ISO H) и жаропрочные сплавы (ISO S), но могут использоваться и при обработке других материалов, в особенности при работе с повышенным риском возникновения вибраций.

Суть метода заключается в небольшом значении ширины резания, a_e , которое:

- Не ведет к созданию высоких радиальных усилий резания, что оказывает положительное влияние на стабильность процесса и позволяет увеличить глубину резания, a_p .
- Означает, что в резании находится только один зуб, что минимизирует тенденцию к возникновению вибраций.
- Уменьшает температуру в зоне резания вследствие небольшого периода контакта, что позволяет повысить скорость резания.
- Позволяет добиваться малой толщины стружки, h_{ex} , при высокой подаче на зуб, f_z .

Подразделяется на:

- трохоидальное фрезерование, используемое в основном для обработки пазов.
- фрезерование с малой шириной контакта, используемое для полуступовой обработки в углах.

Оба данных метода фрезерования с малой шириной контакта заслуженно считаются очень надежными и производительными.

Выбор инструмента

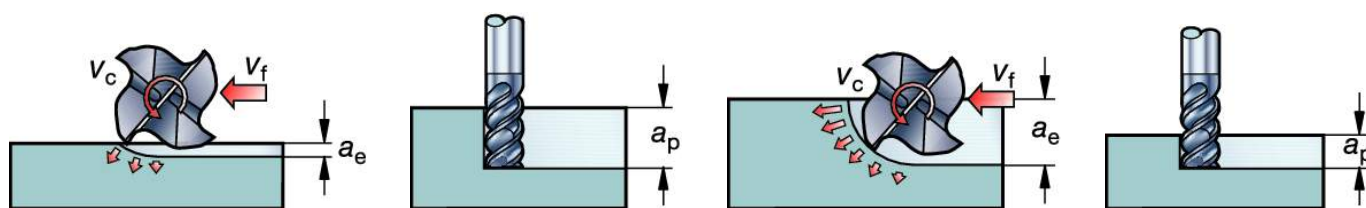


	CoroMill® Plura	CoroMill® 316	CoroMill® 490	CoroMill® 390	Длиннокромочные фрезы CoroMill® 390	Длиннокромочные фрезы CoroMill® 690
Максимальная глубина резания (a_p), мм	7.0 – 54.0	5.5 – 13.0	5.5	15.7	71.0	112.0
Диаметр фрезы (D_c), мм	2 – 25	10 – 25	20 – 66	12 – 40	32 – 200	50 – 100
Обрабатываемый материал						

Комментарии:

- Наиболее часто применяемый инструмент для фрезерования с малой шириной контакта - концевая фреза CoroMill Plura.
- При меньшей глубине возможно также использование фрез CoroMill 316, CoroMill 490 или CoroMill 390.
- Метод фрезерования с малой шириной контакта может применяться и при работе длиннокромочными фрезами при сочетании небольшой ширины резания a_e с большой глубиной a_p .

Практические рекомендации



Фрезерование с малой шириной контакта характеризуется высокой скоростью резания, v_c , большей осевой глубиной резания, a_p , но крайне малой шириной резания, a_e , и невысокой подачей на зуб, f_z . Для процесса являются определяющими

Факторы	Эффект	Преимущества
<ul style="list-style-type: none"> Небольшая толщина стружки Небольшая длина прохода 	<ul style="list-style-type: none"> Снижение усилий резания/отжима инструмента Снижение температуры в зоне резания 	<ul style="list-style-type: none"> Увеличение глубины резания Повышение скорости резания

Точение

B

Огрезка и обработка канавок

C

Нарезание резьбы

D

Фрезерование

E

Сверление

F

Расгачивание

G

Инструментальная оснастка

H

Материалы

I

Информация/Указатель

Трохоидальное фрезерование

Область применения

Первый выбор для обработки при повышенном риске возникновения вибраций; применяется для чернового фрезерования комбинированных выборок, карманов и пазов.

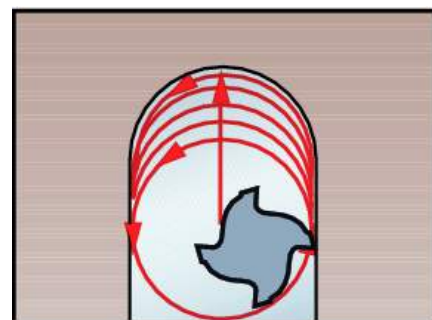
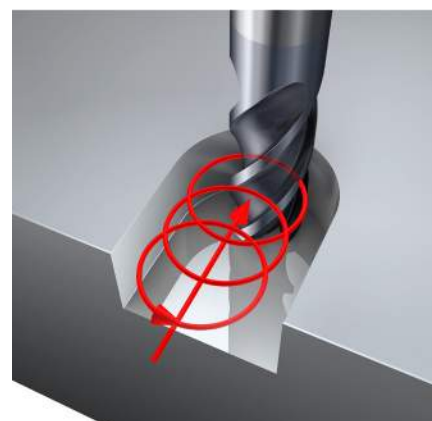
Определение

Трохоидальное фрезерование может быть охарактеризовано как круговое фрезерование с одновременным линейным перемещением. Фреза снимает повторяемые "слои" материала за счет последовательных спиральных проходов в радиальном направлении.

Этот метод предъявляет повышенные требования к программированию и возможностям станка.

Инструмент входит и выходит из резания по круговой траектории с небольшим радиальным шагом, w . При этом:

- Контролируемая величина осевого контакта инструмента ведет к уменьшению усилий резания и позволяет повысить глубину резания.
- Используется вся длина режущей кромки, что позволяет равномерно распределить температуру и износ и ведёт к повышению стойкости в сравнении с традиционным фрезерованием.
- Вследствие малой ширины контакта возможно применение инструмента с большим количеством режущих кромок, позволяющего увеличить подачу без риска уменьшения стойкости.
- Максимальная ширина фрезерования, a_e , не должна превышать 20% от диаметра фрезы.



$$a_p \leq 2 \times D_c$$

a_e = небольшая

v_f = высокая

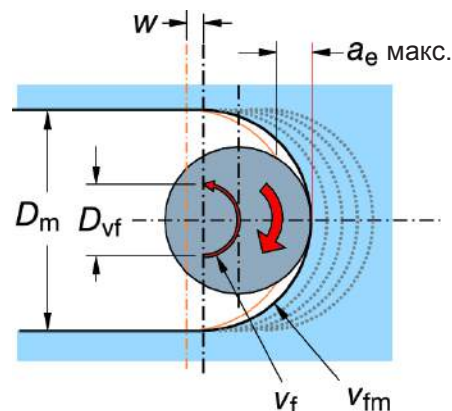
v_c = до 10 раз выше, чем при традиционных методах обработки

Для паза шириной менее $2 \times D_c$

Программируется один непрерывный спиральный проход в радиальном направлении для формирования профиля или паза. При этом значение подачи является постоянной величиной, а радиальная глубина резания - переменной. Время, которое инструмент находится вне резания, равно 50% от общего времени цикла.

Рекомендации

- 1) Радиальная глубина резания постоянно меняется и при наибольшем погружении инструмента является даже большей, чем программируемый шаг перемещения, w .
- 2) Большое значение имеют диаметр фрезы, который не должен составлять менее 70% ширины паза, и шаг перемещения в радиальном направлении, w , меньше или равный 10% от D_c .
- 3) При постоянной подаче на зуб, подача центра инструмента, v_f , отличается от подачи периферийной части инструмента, v_{fm} . Если в программе базовым значением задается подача центра инструмента, то подачу периферийной части необходимо определить путём расчёта.



Параметры резания

- Максимальный диаметр фрезы $D_c = 70\%$ ширины паза
- Шаг $w = \text{макс. } 10\% D_c$
- Максимальная ширина $a_e = 20\% D_c$
- Осевая глубина резания $a_p = \text{до } 2 \times D_c$
- Начальное значение подачи на зуб $f_z = 0.1 \text{ мм}$

$$v_{fm} = n \times f_z \times z_n$$

$$D_{vf} = D_m - D_c$$

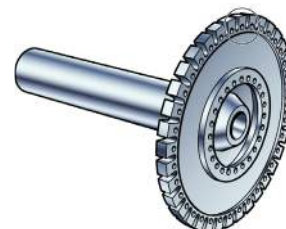
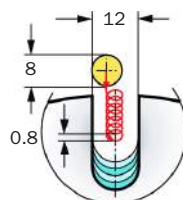
$$v_f = \frac{D_{vf}}{D_m} \times v_{fm}$$

Расчётное значение подачи v_f

Практические примеры использования трохоидального фрезерования

1 – узкая канавка – Inconel 718 (44HRC)

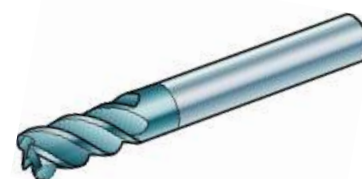
Количество пазов/деталей	24
Ширина	12 мм
Длина	25 мм
Глубина	16 мм
Стойкость	10 пазов
Минут на паз	1'35"



Инструмент – R216.24-08050-EAK 19P 1620

Глубина резания	a_p	16 мм	Диаметр траектории центра инструмента.	D_{vf}	4 мм
Диаметр фрезы	D_c	8 мм	Шаг	w	0.67 мм
Количество зубов	z_n	4	Подача на зуб	f_z	0.09 мм
Скорость резания	v_c	75 м/мин	Скорость подачи периферийной части инструмента	v_{fm}	1074 мм/мин
Частота вращения	n	2984 об/мин	Скорость подачи центра инструмента	v_f	349 мм/мин

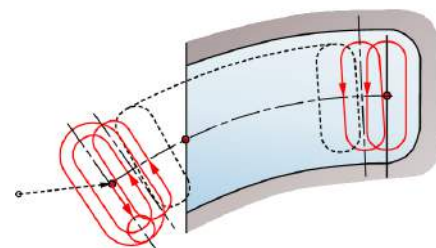
По сравнению со стандартной обработкой пазов и плунжерным фрезерованием, трохоидальный метод обеспечивает большую стабильность процесса, стойкость и снижение затрат на инструмент. Поэтому фреза диаметром 8 мм была заменена на фрезу диаметром 12 мм.



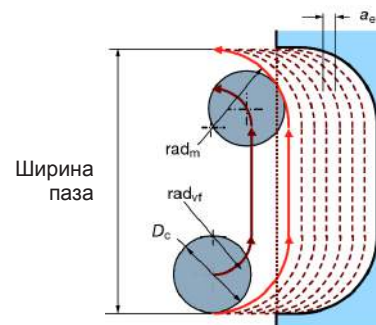
Для пазов шире $2 \times D_c$

Спиральный проход, аналогичный обработке узких пазов, при которой 50% времени затрачивается на вывод инструмента из резания, может быть оптимизирован за счёт увеличения ширины прохода:

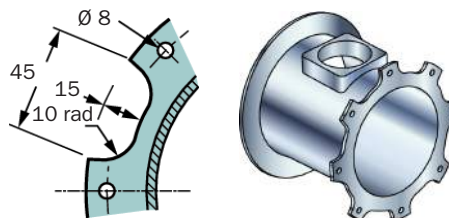
1. Вход в резание – программируемый радиус (rad_m) = 50% от D_c .
2. G1 с $a_e = 0.1 \times D_c$.
3. Выход из резания – программируемый радиус (rad_m) = 50% от D_c .
4. Быстрое перемещение в начальные координаты для старта следующего прохода.
5. Повтор цикла.

**Параметры резания**

- Радиальная глубина
 - CoroMill Plura $a_e = 10\% D_c$
 - CoroMill 390/490 $a_e = 20\% D_c$
- Осевая глубина резания $a_p = \text{до } 2 \times D_c$
- Начальное значение подачи на зуб $f_z = 0.1 \text{ мм}$
- Подача в углу $rad_{fv} = 0.5 \times G1$

**2 – Широкий паз – Фрезерование волнообразного профиля на фланцах**

Количество пазов/деталей	8
Ширина	45 мм
Глубина	16 мм
Толщина	4 мм



Инструмент 1 – CoroMill 390 – Ø 16 мм

R390-016A16-11H
R390-11T308M-PL
1030



Инструмент 2 – CoroMill Plura – Ø 12 мм

R216.24-12050AK26P
1620



а) Нержавеющая сталь – 316

Инструмент	Диаметр, D_c мм	z_n	v_c м/мин	n об/мин	f_z мм	v_f мм/мин	a_p мм	a_e мм	Q см³/мин	Время
CoroMill 390	16	2	200	3978	0.15	1194	5	2	11.9	0'25''
CoroMill Plura	12	4	170	4509	0.06	1082	5	1	5.4	1'00''



б) Жаропрочный сплав – Inconel 718 (44 HRC)

Инструмент	Диаметр, D_c мм	z_n	v_c м/мин	n об/мин	f_z мм	v_f мм/мин	a_p мм	a_e мм	Q см³/мин	Время
CoroMill 390	16	2	30	597	0.10	119	5	2	1.2	2'45''
CoroMill Plura	12	4	75	1989	0.08	637	5	1	3.2	1'15''

**CoroMill® 390 против CoroMill® Plura**

- Фреза CoroMill 390 способна обрабатывать нержавеющую сталь на 140% быстрее чем CoroMill Plura. При обработке нержавеющей сталей CoroMill 390 исключает возможность пакетирования стружки в канавках, что позволяет для быстрого радиального прохода шириной a_e , увеличить значение подачи на зуб, f_z , по сравнению с CoroMill Plura.
- Обработка жаропрочных сплавов – CoroMill Plura на 120% быстрее в сравнении с CoroMill 390. Для более прочного сплава стабильность обработки была обеспечена за счет применения фрезы CoroMill Plura с большим количеством зубьев и углом подъема винтовой канавки.

Фрезерование с малой шириной контакта – обработка в углах

Область применения

Фрезерование с малой шириной контакта - это полуставовая операция используемая для снятия припуска в углах, который невозможно снять инструментом большего диаметра, примененного для предварительной обработки.

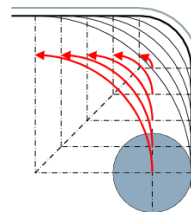
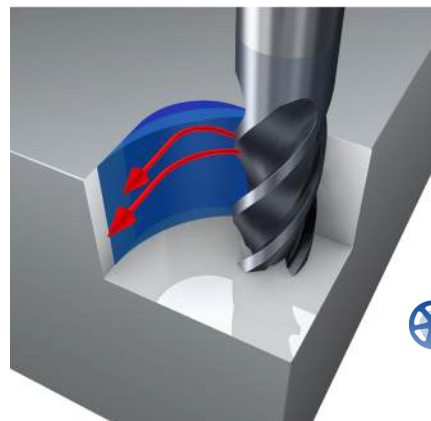
Определение

В отличие от трохойдального фрезерования не требуется входа в резание по касательной, так как процесс резания начинается с нулевого значения припуска, которое в середине резания достигает максимума и затем вновь уменьшается вплоть до нуля. Многопроходная стратегия успешно применяется для эффективного съема металла, обеспечивает постоянно малое значение радиального заглупления/угла в плане и низкие усилия резания.

Рекомендации:

Уменьшение подачи в углах:

- Так же как и при контурной обработке радиуса значение подачи центра инструмента, v_f должно быть уменьшено по сравнению с подачей периферийной части инструмента, v_{fm} , для обеспечения постоянной величины подачи на зуб.
- В отличие от линейного резания при высокой подаче глубина резания может превысить допустимое значение. Это зависит от диаметра круговой траектории перемещения фрезы по отношению к радиусу угла.
- Тем не менее разница между диаметром круговой траектории перемещения фрезы, D_{vf} , и диаметром отверстия, D_m , по мере приближения к окончательному размеру угла постоянно увеличивается. Это означает, что для каждого прохода необходимо последовательно уменьшать подачу.
- Процесс становится менее стабильным, возникают вибрации.
- Для успешного применения метода обработки в углах необходим станок с хорошей динамической стабильностью и функцией контроля за снижением подачи центра инструмента.

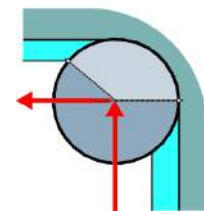


Фрезерование с малой шириной контакта

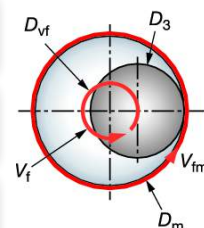
$$v_{fm} = n \times f_z \times z_n$$

$$D_{vf} = D_m - D_c$$

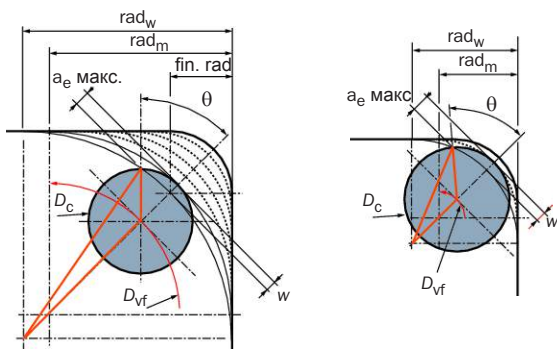
$$v_f = \frac{D_{vf}}{D_m} \times v_{fm}$$



Встречное фрезерование

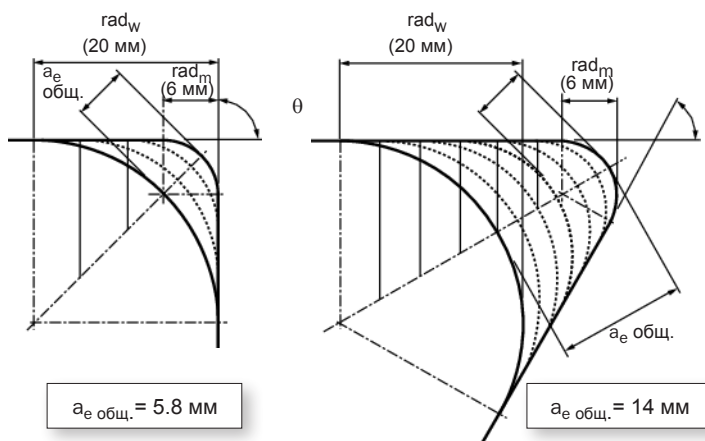


D_{vf} и v_f постоянно уменьшается для каждого прохода



w = шаг
 rad_m = окончательный радиус профиля
 rad_w = начальный радиус профиля

Величина угла



a_e общ. = 5.8 мм

a_e общ. = 14 мм

Параметры резания

Типичные значения для фрезы CoroMill Plura R216.24-xxx50-xxK xxP

- Максимальный диаметр фрезы $D_c = 1.75 \times rad_m$
- Радиальное перекрытие $w = 10\% D_c$
- Осевая глубина резания $a_p = \text{до } 2 \times D_c$
- Начальное значение подачи на зуб $f_z = 0.1 \text{ мм}$
- Скорость резания – приблизительно в 3-6 раз выше обычных рекомендаций.

Для одинаковых начального и конечного радиусов количество проходов варьируется в зависимости от величины угла. Для обработки в углах величиной 60° хорошим решением является плунжерное фрезерование с использованием фрезы CoroMill 390 или плунжерного сверла, см страницу D 118.

А Точение
 В Отрезка и обработка канавок
 С Нарезание резьбы
 D Фрезерование
 E Сверление
 F Растачивание
 G Инструментальная оснастка
 H Материалы
 I Информация/Указатель

Закрытые карманы/углы

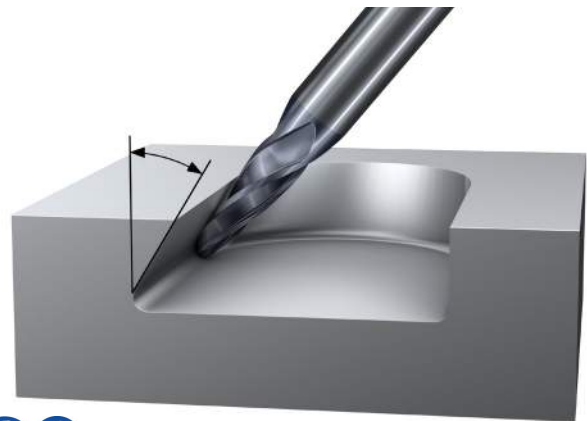
Острые углы, величина которых менее 90 градусов наиболее часто встречаются при обработке карманов и выборок. Для обработки острых углов применяются 4-х и 5-ти осевые обрабатывающие центры.

4-х осевые:

Если одна сторона кармана оканчивается острым углом с плоским дном.

5-ти осевые:

Если обе стороны карманы оканчиваются острым углом или вершина угла имеет радиусный профиль.



Выбор инструмента

	CoroMill® Plura
Максимальная глубина резания (a_p), мм	10.0 – 45.0
Диаметр фрезы (D_c), мм	3.8 – 15.18
Обрабатываемый материал	

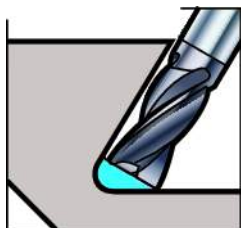


Типичным примером фрезерования закрытых углов является обработка импеллеров.

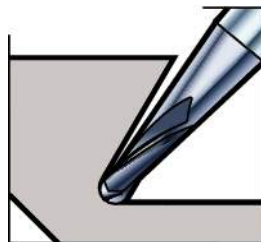
Практические рекомендации

Рекомендации по обработке

1. До начала обработки радиуса рекомендуется предварительная обработка стенок концевой фрезой для улучшения стабильности.
2. Радиус обрабатывается фрезой со сферическим концом.



Для достижения наибольшей стабильности при обработке периферийных стенок рекомендуется использовать концевую фрезу с плоским торцом.

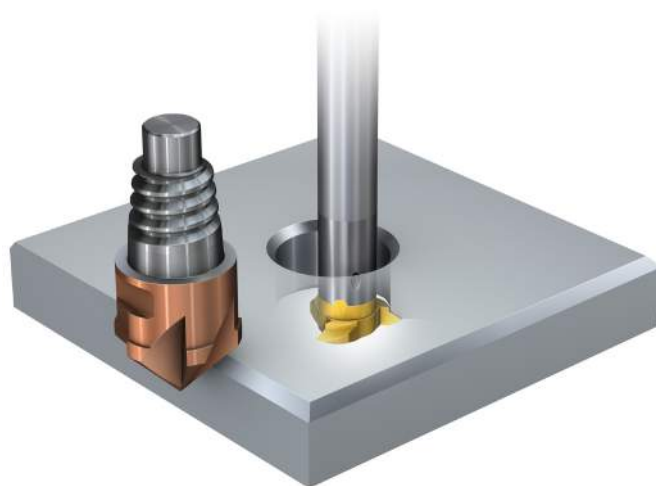


Для финишной обработки радиуса рекомендуется использование конической фрезы со сферическим концом.















Фрезерование фасок

Достаточно частыми операциями при обработке детали являются обработка фасок, V-образные прорези, поднутрение, снятие фасок под сварку и удаление заусенца. В зависимости от типа станка и программы эти операции могут осуществляться различными способами. Для данных операций могут применяться небольшие торцевые, длиннокрюмочные, концевые и специальные фасочные фрезы.



Выбор инструмента

Специализированные фасочные фрезы

	CoroMill® Plura	CoroMill® 316	CoroTurn® XS	CoroMill® 327	CoroMill® 328	U-Max
						
Угол в плане (градусы)	30, 45, 60	15, 30, 45, 60	30	45, 60	60	45, 60
Макс. длина фаски	7.4	6.5	0.6	1.7	1.8	7.9
Мин. диаметр отверстия для обработки обратной фаски (мм)	–	–	6	12	40	27
Обрабатываемый материал						

Фрезы первого выбора для обработки фасок

Для 4-х и 5-осевых станков, имеющих возможность взаимного вращения и заготовки, и шпинделя для обработки фасок и снятия заусенцев можно использовать следующий ряд инструментов:

- концевые фрезы с углом в плане 90 градусов, такие как CoroMill Plura, CoroMill 316, фрезы CoroMill 390, CoroMill 490, CoroMill 790
- торцевые фрезы с углом в плане 45 градусов, такие как CoroMill и and CoroMill 345
- для снятия больших фасок могут использоваться длиннокрюмочные фрезы.



Практические рекомендации

Режимы резания

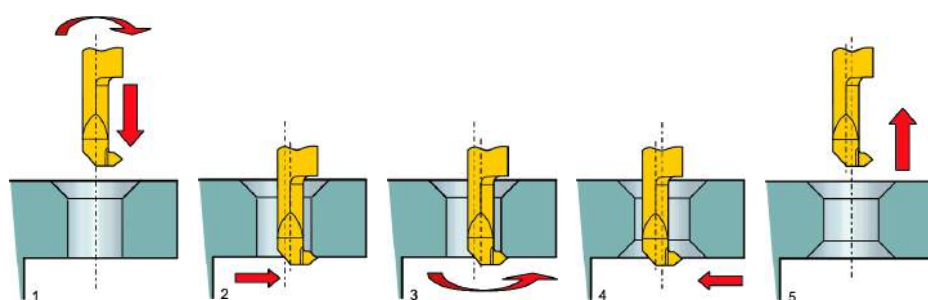
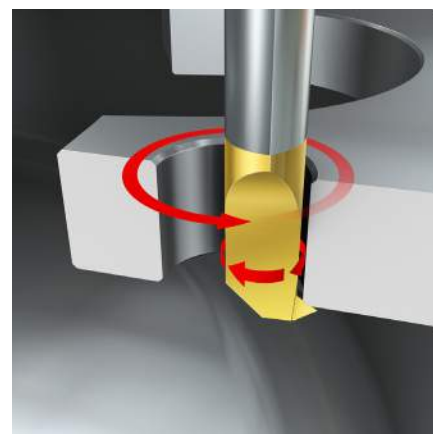
В большинстве случаев глубина резания, a_p , и ширина резания, a_e , намного меньше диаметра фрезы. Следствием этого является высокое рекомендуемое значение скорости резания. Подача на зуб, f_z , также значительно увеличивается, см. страницу D21. На величину подачи f_z накладывает ограничение только требуемое значение шероховатости обработки.



Обработка фаски в отверстии

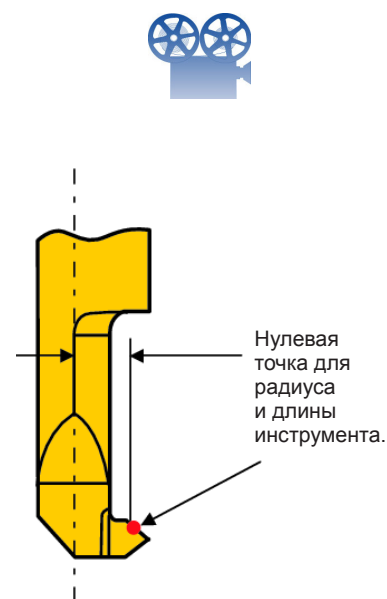
Использование фрез CoroMill 327, CoroMill 328 и вставок CoroTurn XS позволяет обработать фаску в отверстии и нарезать резьбу одним и тем же инструментом.

В данном случае используется цикл перемещения фрезы по кругу с врезанием, см. последовательность программирования ниже.



1. Выставить вращающуюся фрезу по оси просверленного отверстия и переместить по оси на глубину, выступа ($Z = \text{высота выступа} - \text{размер фаски}$).
2. Осуществить врезания с учетом компенсации размера радиуса ($Y = \text{радиус отверстия}$).

3. Обработка по круговой интерполяции 360°
4. Перемещение фрезы в ось отверстия
5. Вывод фрезы из отверстия



Примечание: для настройки величины фаски необходимо изменить координату Z (не рекомендуется изменять диаметр, т.к. это может привести к затиранию отверстия).

Устранение проблем

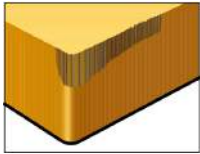
Износ инструмента

Осмотреть пластину, проанализировать характер износа и оптимизировать режимы резания в зависимости от сделанного вывода.

Причина

Решение

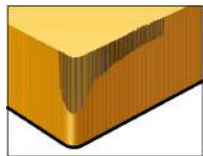
Износ по задней поверхности



Интенсивный износ ведущий к ухудшению шероховатости обрабатываемой поверхности и потере размерной стойкости.

- Слишком высокая скорость резания
- Неудовлетворительная износостойкость
- Значение подачи, f_z , недостаточно большое

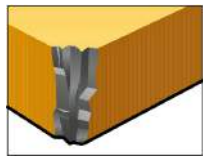
- Уменьшить скорость резания, v_c
- Выбрать более износостойкий сплав
- Увеличить подачу, f_z



Чрезмерный износ, ведущий к уменьшению стойкости инструмента

- Вибрация
- Повторное перерезание стружки
- Образование заусенца на детали
- Низкое значение шероховатости обработки
- Высокие температуры
- Повышенный уровень шума

- Увеличить подачу, f_z
- Попутное фрезерование
- Эффективная эвакуация стружки с помощью сжатого воздуха
- Проверить соответствие режимов резания рекомендациям

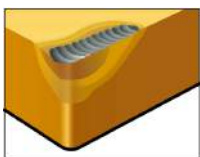


Неравномерный износ, ведущий к сколу.

- Инструмент изношен
- Вибрация
- Низкая стойкость
- Низкое значение шероховатости обработки
- Высокий уровень шума
- Слишком высокие радиальные усилия резания

- Уменьшить биение до 0.02 мм
- Проверить патрон и цангу
- Минимизировать вылет фрезы
- Уменьшить количество зубьев в резании
- Большой диаметр инструмента
- Для фрез CoroMill Plura и CoroMill 316 выбрать больший угол подъёма винтовой канавки ($g_p \geq 45^\circ$)
- Разбить осевую глубину резания, ар, на несколько проходов
- Уменьшить подачу, f_z
- Уменьшить скорость резания, v_c
- HSM требует проходов небольшой глубины
- Увеличить жесткость крепления инструмента и заготовки

Лункообразование

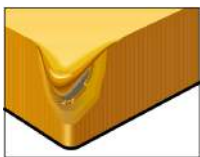


Интенсивный износ ведёт к ослаблению режущей кромки. Возникновение сколов на задней поверхности пластины приводят к резкому ухудшению шероховатости обрабатываемой поверхности.

- Диффузионный износ возникает вследствие высокой температуры резания на передней поверхности пластины.

- Выбрать сплав с покрытием Al_2O_3
- Выбрать пластину с положительным передним углом
- Уменьшить скорость резания, чтобы снизить температуру, а затем уменьшить подачу

Пластическая деформация



Пластическая деформация, прогиб режущей кромки или вдавливание задней поверхности, ведущие к ухудшению стружкодробления, снижению чистоты обработки и поломке пластины.

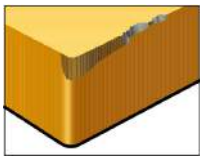
- Высокая температура и давление на кромку

- Выбрать более износостойкий (твёрдый) сплав
- Уменьшить скорость резания, v_c
- Уменьшить подачу, f_z

Причина

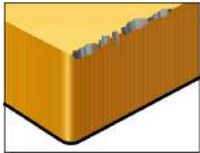
Устранение

Выкрашивания



Повреждение скользящей стружкой участка режущей кромки, не находящегося в работе. Могут быть повреждены как верхняя, так и опорная поверхности пластины, что ведёт к ухудшению шероховатости обрабатываемой поверхности и чрезмерному износу по задней поверхности пластины.

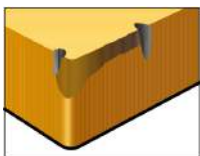
- При сходе стружка ударяет по режущей кромке



Небольшие сколы на поверхности кромки, ведущие к ухудшению шероховатости обрабатываемой поверхности и чрезмерному износу по задней поверхности пластины.

- Слишком хрупкая марка твердого сплава
- Геометрия пластины не обеспечивает достаточной прочности
- Наростообразование

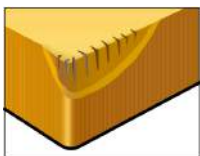
Образование проточин



Проточина ведёт к ухудшению шероховатости обрабатываемой поверхности и риску поломки пластины.

- Обработка закалённых материалов
- Обработка по корке

Термотрещины

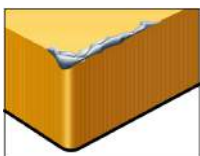


Мелкие перпендикулярные режущей кромке трещины, ведущие к её выкрашиванию и ухудшению шероховатости обрабатываемой поверхности.

Термические трещины возникают из-за нестабильного терморежима, который вызван:

- Прерывистым резанием
- Непостоянством подвода СОЖ

Наростообразование



Наростообразование ведёт к ухудшению шероховатости обрабатываемой поверхности и выкрашиванию частиц режущей кромки при срыве нароста.

- Недостаточно высокая температура в зоне резания.
- Материал с высокой вязкостью - низкоуглеродистая сталь, нержавеющая сталь и алюминий.

Обрабатываемый материал налипает на пластину, образуя нарост, из-за:

- Низкой скорости резания, v_c
- Низкой подачи на зуб, f_z
- Отрицательного переднего угла на режущей кромке
- Низкое качество обрабатываемой поверхности

- Выбрать более прочный сплав
- Выбрать пластину с более прочной режущей кромкой
- Увеличить скорость резания, v_c
- Выбрать пластину с положительной геометрией
- Уменьшить подачу на входе в резание
- Увеличить жесткость системы

- Выбрать более прочный сплав
- Выбрать пластину с более прочной геометрией
- Увеличить скорость резания, v_c , или выбрать пластину с положительной геометрией
- Уменьшить подачу на входе в резание

- Уменьшить скорость резания, v_c
- Выбрать более прочный сплав
- Увеличить скорость резания, v_c

- Выбрать более прочную марку сплава с лучшей сопротивляемостью колебаниям температуры
- Охлаждение должно быть обильным и непрерывным или отсутствовать. Для получения дополнительной информации см. Основные положения, страница D28.

- Увеличить скорость резания
- Выбрать пластину с соответствующей геометрией режущей кромки

- Увеличить скорость резания, v_c
- Увеличить подачу на зуб, f_z
- Выбрать положительную геометрию пластины
- Обеспечить применение охлаждающей жидкости

Причина

Устранение

Вибрации

(также смотри Основные положения, страницу D 30)



- Нежесткое закрепление

- Оценить распределение усилий резания и обеспечить компенсацию их воздействий или увеличить жесткость закрепления
- Снизить усилия резания за счёт уменьшения глубины резания, a_p
- Выбрать фрезу с крупным и неравномерным шагом зубьев для обеспечения большей стабильности обработки
- Выбрать пластину с геометрией L с небольшим радиусом при вершине и зачистной фаской
- Выбрать мелкозернистый сплав с более тонким покрытием или непокрытый
- Избегать обработки ослабленных и нежестких мест заготовки.

- Нежесткая обрабатываемая деталь

- Применить фрезу для обработки прямоугольных уступов (с углом в плане 90 градусов) с положительной геометрией пластин
- Выбрать пластину с геометрией L
- Снизить осевые усилия резания за счёт уменьшения глубины резания в этом направлении, а также выбрать пластины с меньшим радиусом при вершине и небольшой зачистной фаской
- Выбрать фрезу с крупным и неравномерным шагом зубьев
- Проверить износ пластин
- Проверить степень износа базового держателя
- Повысить жесткость закрепления инструмента

- Большой вылет инструмента

- Минимизировать вылет инструмента
- Выбрать фрезу с крупным и неравномерным шагом зубьев
- Используйте фрезы с углом в плане 45град., которые обеспечивают равные радиальные и осевые усилия. Выбрать пластины с большим радиусом при вершине или круглые пластины
- Увеличить подачу на зуб
- Выбрать пластины с геометрией для низких усилий резания и получистовой обработки – L/M
- Уменьшить глубину резания, a_f
- Использовать встречное фрезерование на чистовых проходах
- Использовать удлинённые фрезы и адапторы с соединением CoroMant Capto
- Выбрать фрезу CoroMill Plura или CoroMill 316 с двумя (максимум тремя) режущими кромками и большим углом подъёма винтовой канавки

- Обработка прямоугольного уступа на станке со шпинделем малой мощности

- Выбрать фрезу минимально возможного диаметра
- Выбрать фрезу и пластину с большим задним углом и острой режущей кромкой
- Попробуйте встречное фрезерование
- Проверьте отжим шпинделя для оценки применимости данной обработки на станке

- Некорректная подача стола

- Попробуйте встречное фрезерование
- При работе на станке с ЧПУ отрегулируйте привод подачи. В универсальных станках люфт в гайке привода стола также поддается регулировке или устраняется заменой деталей.

- Режимы резания

- Уменьшить скорость резания, v_c
- Увеличить подачу на зуб, f_z
- Изменить глубину резания, a_p

- Низкая стабильность обработки

- Уменьшить вылет
- Увеличить жесткость

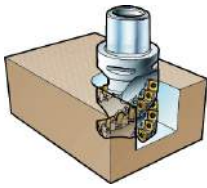
- Вибрации при обработке в углах

- Программирование обработки радиуса в углу с меньшей подачей

Причина

Устранение

Пакетирование стружки



Общее затруднение при обработке в полный паз - особенно в вязких материалах

- Повреждение угла пластины
- Выкрашивание и сколы режущей кромки
- Повторное перерезание стружки

- Применять обильное и непрерывное направленное охлаждение или сжатый воздух для эвакуации стружки
- Снизить подачу, f_z
- Разбить общую глубину резания на несколько проходов
- Попробовать встречное фрезерование для обработки глубоких пазов
- Выбрать фрезу с крупным шагом зубьев
- Выбрать фрезу CoroMill Plura или CoroMill 316 с двумя (максимум тремя) режущими кромками и большим углом подъема винтовой канавки

Повторное резание стружки

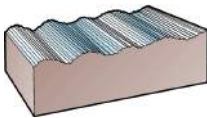


Характерно при обработке пазов и карманов - особенно в титане, а также при фрезеровании глубоких выборок на вертикальных фрезерных станках.

- Осколки режущей кромки отрицательно влияют на стойкость инструмента и безопасность процесса
- Пакетирование стружки

- Обеспечить эвакуацию стружки с помощью сжатого воздуха или обильного охлаждения, предпочтительно подведенного через инструмент
- Изменить положение инструмента и стратегию обработки
- Уменьшить подачу на зуб, f_z
- Разбить общую глубину резания на несколько проходов

Неудовлетворительная шероховатость обработанной поверхности



- Чрезмерная подача на оборот

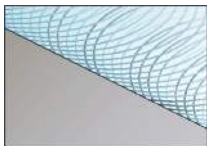
- Настроить фрезу по высоте пластин. Проверьте высоту с помощью индикатора
- Проверьте биение шпинделя и посадочной поверхности фрезы
- Уменьшить подачу на оборот до 70% от величины зачистной фаски
- По возможности используйте пластины с геометрией ω рег (для чистовых операций)

- Вибрации

- См. раздел "Вибрации"

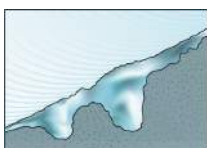
- Механизм наростообразования

- Увеличить скорость резания, v_c , для увеличения температуры в зоне обработки
- Отказаться от СОЖ
- Выбрать пластину со шлифованной передней поверхностью и острой режущей кромкой
- Выбрать пластину с положительной геометрией
- Выбрать безвольфрамовый твердый сплав с применением высоких режимов резания



- Резание на обратном ходу

- Проверьте люфт шпинделя (Допустимое значение 0.10 мм на 1000 мм)
- Замеренное осевое биение шпинделя не должно превышать 7 мкм
- Снизить радиальные усилия резания (уменьшить глубину резания, a_p)
- Выбрать фрезу меньшего диаметра
- Проверить положение зачистных фасок и пластины с зачистной кромкой ω рег (не должны опираться на одну точку)
- Убедитесь в отсутствии биения инструмента относительно посадочной поверхности



- Выкрашивания на заготовке

- Уменьшить подачу, f_z
- Выбрать фрезу с мелким или сверхмелким шагом зубьев
- Изменить положение фрезы для получения более тонкой стружки
- Выбрать фрезу с более подходящим углом в плане (45 градусов) и геометрией для низких усилий резания
- Выбрать пластину с более острой геометрией режущей кромки
- Отслеживать износ по задней поверхности для избежания достижения чрезмерной величины.

Причина

Устранение

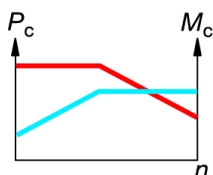
Образование заусенца



- Специфические материалы – жаропрочные сплавы/ нержавеющая сталь
- Механизм образования проточкины

- Использовать пластину с большим радиусом для уменьшения угла в плане
- Выбирать глубину резания не больше радиуса при вершине пластины
- CoroMill 300 – максимальное $a_p = 0.25 \times r_C$
- Пластины CoroMill 390 с максимальным радиусом
- $a_p = 0.5 \times \text{радиус}$

Мощность оборудования



Будьте внимательны к кривой мощности: при слишком низких значениях оборотов шпинделя в минуту эффективность обработки уменьшается.

Требования к мощности шпинделя при фрезеровании различны и зависят от:

- Объёма снимаемого металла
- Средней толщины снимаемой стружки
- Геометрии фрезы
- Скорости резания.

Для получения большей информации по мощности и моменту, смотри Основные положения, страница D11.

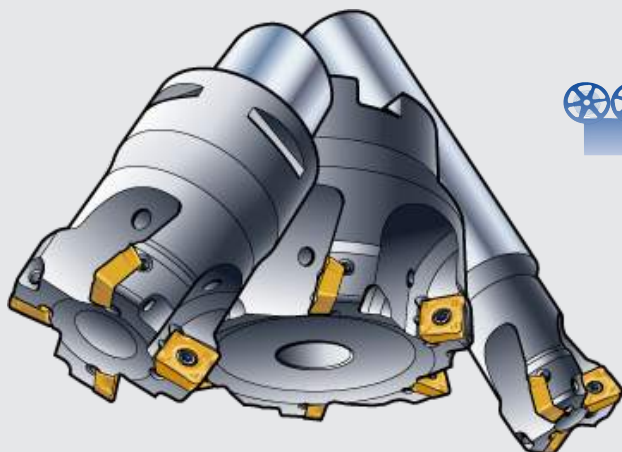
- Перейти с мелкого шага зубьев к крупному, т.е. уменьшить их количество
- Фреза с положительной геометрией затрачивает меньшую мощность по сравнению со фрезой с негативной геометрией
- Уменьшить скорость резания, затем уменьшить подачу
- Выбрать фрезу меньшего диаметра и многопроходную стратегию обработки
- Уменьшить глубину резания, a_p

Ассортимент инструмента – Фрезерование



CoroMill® 490

Первый выбор для фрезерования уступов с низкими усилиями резания








– Обработка неглубоких уступов и фрезерование за несколько проходов с высокой точностью







– Торцевое фрезерование с малой глубиной резания и низкими осевыми усилиями

– Фрезерование точных заготовок с малыми припусками под обработку

– Экономически эффективная альтернатива фрезе CoroMill 390, в случае, когда не требуется врезаться под углом и нет необходимости в пластинах с большим радиусом при вершине

	Цилиндрический/Weldon	Соединение Coromant Capto®/ HSK	Крепление на оправке
Пластины размером 08 мм			
Диаметр фрезы (D_c), мм	20 – 40	20 – 84 / 20 – 80	40 – 125
Мах глубина резания (a_p), мм	5.5 (несколько проходов ≤ 4)		
Обрабатываемый материал			

Геометрии пластин

ISO	L	M	H
 P	M-PL	M-PM	M-PH
 M	E-ML	E-MM	
 K	M-KL	M-KM	M-KH
 N			
 S			
 H	M-PL	M-PM	

Области применения



Фрезерование уступа за несколько проходов
D 48



Фрезерование по контуру
D 50



Торцевое фрезерование
D 54



Фрезерование тонкостенных деталей
D 52



Фрезерование пазов
D 84

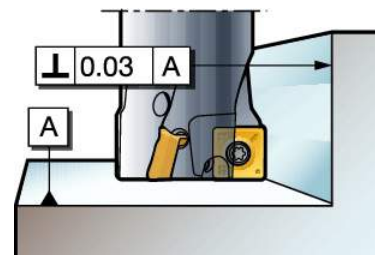


Фрезерование с круговой интерполяцией
D 113

Технология Wireg для повышенной точности периферийного фрезерования

Фреза CoroMill 490 оснащена пластинами с режущими кромками сложной геометрической формы, что позволяет компенсировать отжим инструмента в процессе резания и технологический допуск изготовления фрезы.

Благодаря такой геометрии угловое отклонение от вертикальности боковой стенки при обработке уступа или при обходе заготовки по контуру минимально, а также удается избежать видимых переходов между повторными проходами. Но при этом глубина резания a_p не должна превышать 3-4 мм.



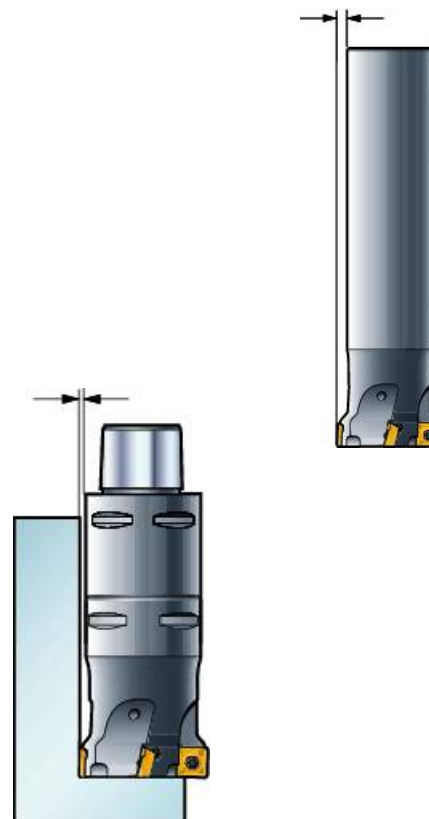
Высокопроизводительное фрезерование на небольших станках

Низкие усилия резания при работе данной фрезы делают ее прекрасным решением для маломощных станков. Благодаря этой особенности фреза хорошо подходит для работы с большим вылетом.



Уменьшенный размер хвостовика для закрепления в небольших патронах

Небольшой диаметр хвостовика по сравнению с режущей частью фрезы с размером пластин 8 мм, делает возможным закрепление данной фрезы в патроне меньшего размера.

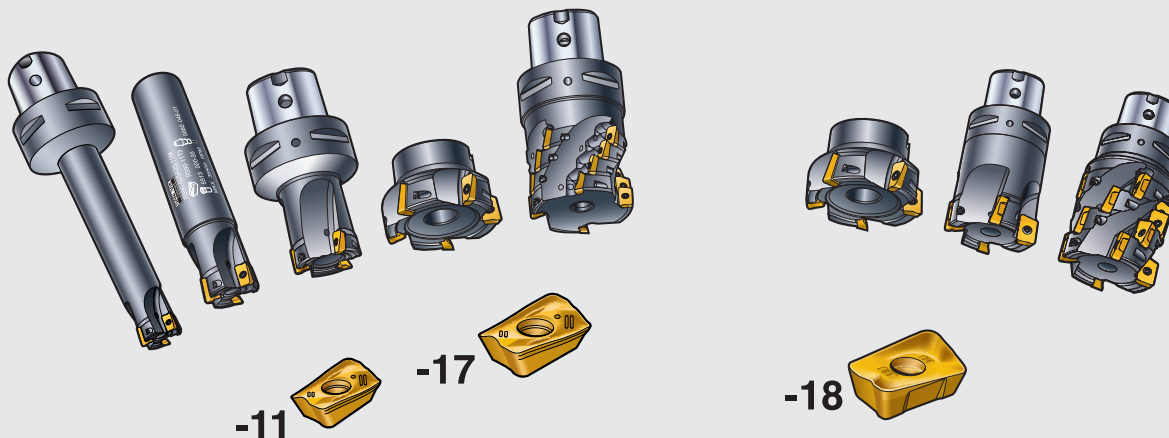


Концевые фрезы с увеличенной режущей частью

Фрезы CoroMill 490 с увеличенной режущей частью над диаметром хвостовика обеспечивают высокие возможности доступа и образуют безопасный зазор между инструментом и заготовкой при обработке высоких уступов.

CoroMill® 390

Универсальная фреза для обработки уступов и пазов – глубоких и мелких, с высокими и низкими нагрузками



Ненагруженное резание и профильная обработка

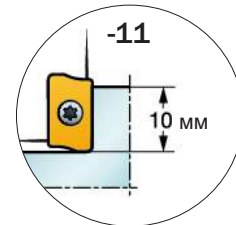
- Ненагруженное резание и профильная обработка.
- Получистовые и чистовые операции.
- Широкий выбор позитивных пластин обычного и радиусного исполнения.
- Пластины размером 11 и 17 мм, обеспечивающие самые низкие силы резания.
- Пластины Wireg размером 11 мм для чистового фрезерования поверхностей вращения.
- Снижение вибраций за счет использования оснастки Silent Tools.
- Наиболее эффективны при использовании на обрабатывающих центрах и многоцелевых станках с размером шпинделя ISO 40.

Широкие и нагруженные проходы

- Черновые и получистовые операции.
- Широкий выбор радиусов пластин.
- Пластины размером 18 мм с более прочной режущей кромкой для работы с большими подачами в более тяжелых условиях.
- Пластины Wireg размером 18 мм для чернового фрезерования поверхностей вращения.
- Специализированные пластины для врезания под углом.
- Наиболее эффективны при использовании на жестких станках с размером шпинделя от ISO 50.

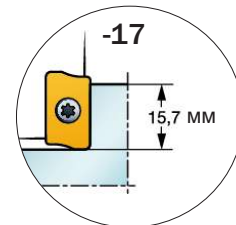
Пластины размером 11 мм

- Обычно являются первым выбором для фрез диаметром до 80 мм и глубиной резания a_p до 5-6 мм. Возможно использование в корпусах с нормальным шагом зубьев с высокими значениями минутной подачи.



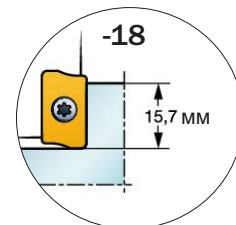
Пластины размером 17 мм

- Первый выбор для работы с глубиной резания a_p превышающей 5-6 мм и при необходимости снизить усилия резания.






Пластины размером 18 мм

- Прочная режущая кромка для операций фрезерования, протекающих в условиях повышенных нагрузок, особенно при работе с высокими подачами. Рекомендуются для использования в корпусах с креплением на оправке и в длиннокрючочных фрезах.



Концевые и торцево-цилиндрические фрезы

	Цилиндрический		С демпфером	Соединение Coromant Capto®	
					
Диаметр фрезы (D_c), мм	Цилиндрический/Weldon 12 – 40 Резьбовое соединение 16 – 42		Цилиндрический 20 – 32 Coromant Capto 20 – 40	16 – 80	40 – 84
Размер пластин, мм	-11	-17	-11	-11	-18
Мах глубина резания (a_p), мм	10	15.7	10	10	15.4/15.7

Торцево-цилиндрические фрезы

Длиннокромочные фрезы

	Крепление на оправке			Соединение Coromant Capto®		Цилиндрический	Крепление на оправке	
								
Диаметр фрезы (D_c), мм	40 – 80	40 – 125	50 – 200	32 – 66	44 – 100	32 – 40	40 – 54	44 – 200
Размер пластин, мм	-11	-17	-18	-11	-18	-11	-11	-18
Мах глубина резания (a_p), мм	10	15.7	15.4/15.7	36 – 45	43 – 71	36 – 45	36 – 54	43 – 71

Геометрии пластин

CoroMill® 390-11 и CoroMill® 390-17

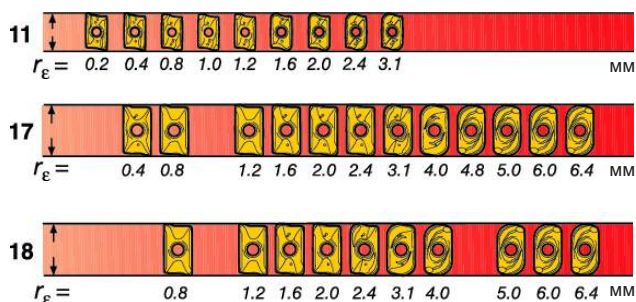
ISO	L	M	H	TW *)	Пластина из PCD
P	M/E-PL	M-PM	M-PH	E-PLW	
M	E-ML	M/E-MM	M-MH		
K	M-KL	M-KM	M-KH		
N	E-NL	E-KM		E-PLW	E-P4-NL, E-P6-NL
S	E-ML	E-MM		E-PLW	
H	M/E-PL	M-PM		E-PLW	

CoroMill® 390-18

ISO	L	M	TW *)	Врезание под углом
P	H-PL	-PM	H-PTW	-PMR
M	H-ML	-MM	H-PTW	-MMR
K	H-KL	-KM	H-KTW	-KMR
N	H-PL		H-PTW	
S	H-ML	M-MM	H-PTW	
H	H-PL	M-PM	H-PTW	

*) TW = Геометрия вверг для точения фрезерованием

Радиусные пластины стандартной программы

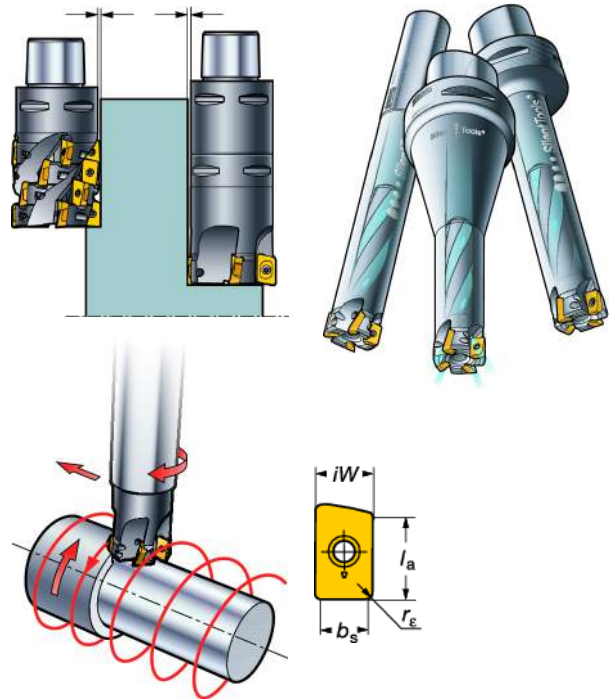


Taylor Made

Пластины размером 11 и 17 мм с промежуточными значениями радиусов доступны в рамках предложения Taylor Made с шагом 0.1 мм.

Фрезы CoroMill® 390 специализированного применения

- Конструкция фрез с увеличенной режущей частью над диаметром хвостовика обеспечивает наличие зазора между корпусом инструмента и обрабатываемой поверхностью при работе с увеличенным вылетом.
- Фрезы и адаптеры с соединением Coromant Capto обеспечивают максимальную жесткость и стабильность закрепления при фрезеровании с большим вылетом.
- Использование фрез с демпфером серии Silent Tools позволяет увеличить скорость снятия металла и повысить качество обработанной поверхности при работе инструментом с увеличенным вылетом.
- Фрезерование тел вращения как на черновом, так и на чистовом этапе рекомендуется выполнять с использованием одной или более пластин *wiper*, доступных в размере 11 и 18 мм с радиусом при вершине 0.8 и 1.6 мм.



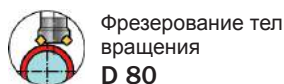
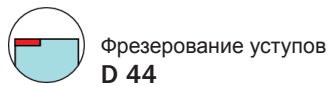
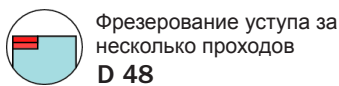
Мах глубина резания для различных типов операций

Размер пластины	Пластины размером 11 мм						Пластины размером 17 мм					Пластины размером 18 мм
	12	16	20	25	32	40–80	25	32	40	50	63–125	40–200
Диаметр фрезы (D_c), мм	12	16	20	25	32	40–80	25	32	40	50	63–125	40–200
Фрезерование уступов, $max(a_p)$, мм	9.0	9.5	9.4	9.3	9.2	5.9	15.2	15.1	15.0	14.9	9.6	15.7
Плунжерное фрезерование, $max(a_e)$, мм	5.5						8.5					1.1
Засверливание, $max(a_p)$, мм	1.0						1.5					Не рекомендуется

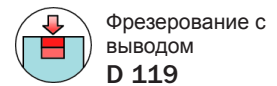
Области применения

Концевые и торцево-цилиндрические фрезы

Основная область применения:

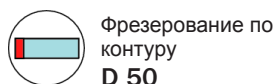
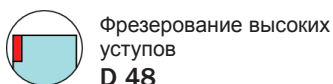


Дополнительная область применения:

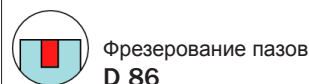


Длиннокромочные фрезы

Основная область применения:

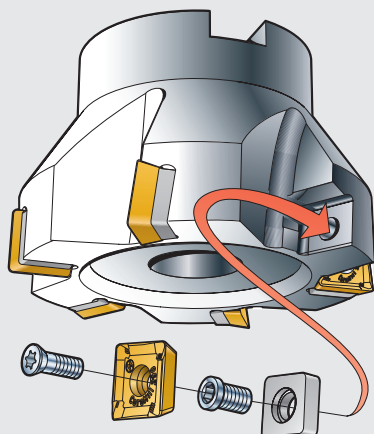


Дополнительная область применения:



CoroMill® 290

Универсальное применение/обработка прямоугольных уступов



- Основной выбор для обработки чугуна (ISO K)
- Экономичная концепция с четырьмя режущими кромками

Высокая надежность

- Опорная пластина, защищающая корпус
- Прочная режущая кромка

Диаметр фрезы (Dc), мм	40 – 80	50 – 250
Мах глубина резания (ap), мм	10.7	10.7
Обрабатываемый материал	P K *)	P K *)

*) Стандартная программа включает пластины из CBN и керамики.

Геометрии пластин

ISO	L	M	H	Керамика	Пластины из CBN
P	M-PL	M-PM	M-PH		
M					
K	M-KL	M-KM	M-KH	20E	08E
N					
S					
H					

Области применения

Основная область применения:



Фрезерование прямоугольных уступов
D 44



Торцевое фрезерование тонкостенных заготовок
D 54



Торцевое фрезерование тонкостенных заготовок
D 52

Дополнительная область применения:



Фрезерование пазов
D 86



Круговая интерполяция
D 105

CoroMill® 690

Фреза для высокопроизводительной профильной обработки титана



- Отверстия для СОЖ у каждого зуба фрезы
- Регулируемые поток и давление охлаждающей жидкости благодаря резьбовым отверстиям, которые могут быть временно заглушены винтом или сужены при помощи втулки
- Высокое давление СОЖ облегчает процесс эвакуации стружки и эффективно снижает температуру в зоне резания
- Благодаря эффективному выводу стружки предотвращается нежелательное явление повторного резания стружки и повышается период эксплуатации корпуса инструмента, особенно в отношении торцевых пластин
- Хорошие показатели при плунжерном фрезеровании и врезании под углом
- Уникальная форма базировочного гнезда под пластину гарантирует жесткое позиционирование последней в корпусе
- Фрезы доступны с крупным –L, нормальным –M и мелким –H шагом. Более подробная информация в разделе Основные положения на стр. D17.

Соединение Coromant Capto®/HSK



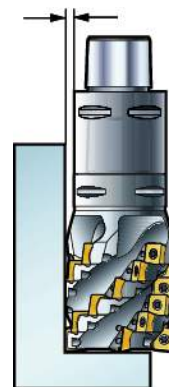
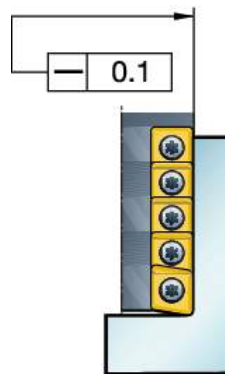
Крепление на оправке



	Соединение Coromant Capto®/HSK		Крепление на оправке
Диаметр фрезы (D_c), мм	40 – 66	63 – 84	100
Размер пластины (iC), мм	10	14	14
Мак глубина резания (a_p), мм	53 – 105	61 – 84	61
Обрабатываемый материал	S		S

Геометрии пластин

ISO	L
P	
M	
K	
N	
S	-SL
H	



Области применения



Фрезерование уступов
D 42

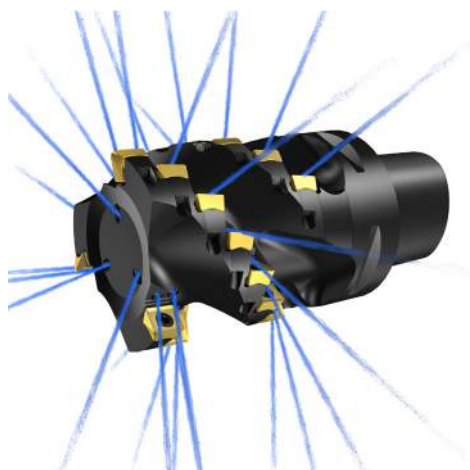


Фрезерование по контуру
D 50



Фрезерование
D 86

Фреза CoroMill® 690 специализирована для обработки титана



Из-за низкой теплопроводности титана в процессе его обработки чрезвычайно важно эффективное охлаждение инструмента, во избежание перегрева режущих кромок и корпуса фрезы.

При фрезеровании титана стружка может налипать на режущую кромку, что приводит к повторному резанию ранее отделившейся стружки, выкрашиванию режущей кромки и сокращению стойкости инструмента.



Организовав подачу СОЖ к отверстиям возле каждого гнезда пластины, включая торцевые пластины, можно избежать подобных проблем.

Однако подача СОЖ через все имеющиеся на фрезе отверстия требует достаточно большого объема жидкости и мощного насоса.

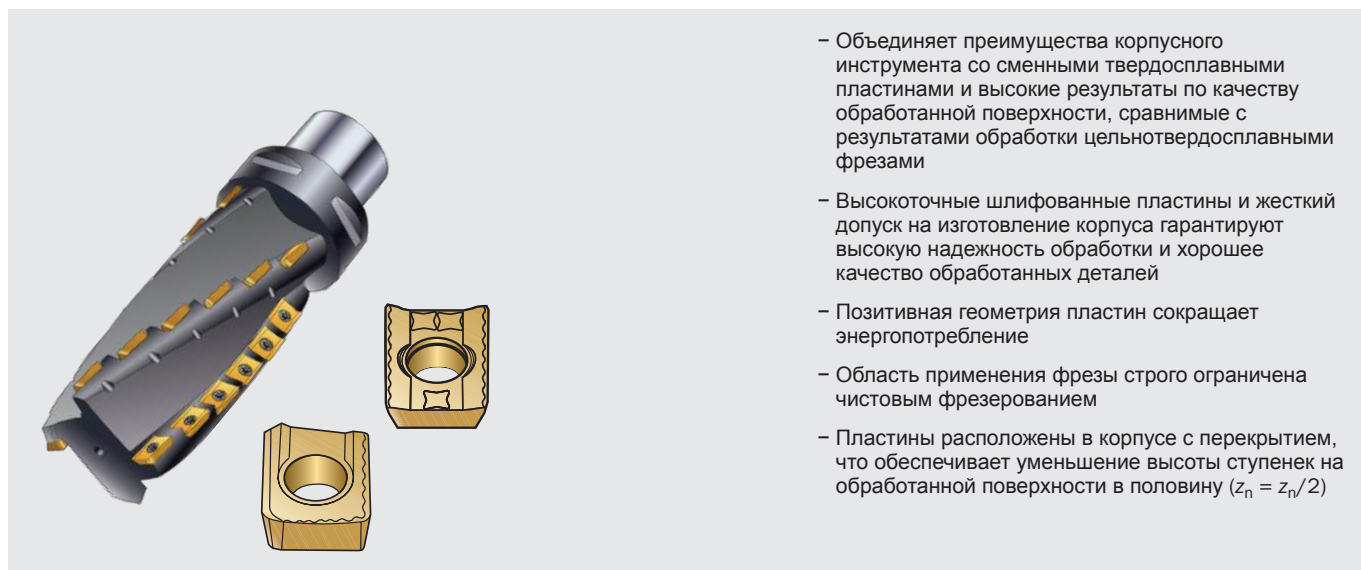
При необходимости некоторые отверстия для подвода СОЖ, расположенные у кромок, не принимающих участие в резании, могут быть заглушены. При этом поток жидкости увеличится в нужном месте.

Альтернативным вариантом является уменьшение диаметра отверстий при помощи втулок. Это снизит требуемую мощность насоса и увеличит давление потоков жидкости у режущих кромок. А чем эффективнее происходит охлаждение режущих кромок, тем более предсказуем процесс обработки в целом и тем выше стойкость инструмента.

Если на станке возможна организация подачи СОЖ под высоким давлением (НРС 70-100 бар), обязательно используйте это преимущество вместе с вышеупомянутыми втулками. Надлежащее охлаждение режущих кромок фрезы при обработке титана – залог надежности обработки, даже на высоких скоростях резания.



Длиннокромочная фреза для чистовой обработки

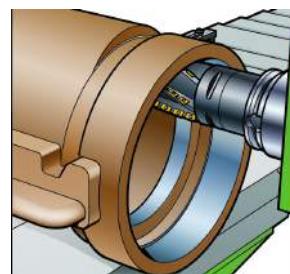
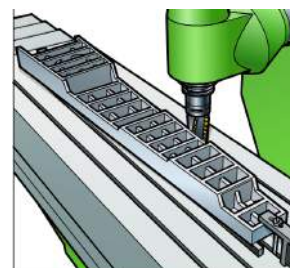


- Объединяет преимущества корпусного инструмента со сменными твердосплавными пластинами и высокие результаты по качеству обработанной поверхности, сравнимые с результатами обработки цельнотвердосплавными фрезами
- Высокоточные шлифованные пластины и жесткий допуск на изготовление корпуса гарантируют высокую надежность обработки и хорошее качество обработанных деталей
- Позитивная геометрия пластин сокращает энергопотребление
- Область применения фрезы строго ограничена чистовым фрезерованием
- Пластины расположены в корпусе с перекрытием, что обеспечивает уменьшение высоты ступенек на обработанной поверхности в половину ($z_n = z_n/2$)

Диаметр фрезы (D_c), мм	50/80
Мах глубина резания (a_p), мм	100/150
Мах (a_e), мм	1.5 – 2.0
Рекомендуемая (a_e)	0.2 – 0.5
Диапазон подач (f_z), мм/зуб	0.13 – 0.15
Чистота поверхности, (R_a)	0.6 – 1.2
Обрабатываемый материал	

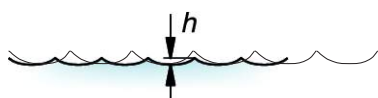
Геометрии пластин

ISO	L	
	18 торц.	19 периф.
P	-PL	-PL2
M	-ML	-ML2
K	-PL	-PL2
N	-AL	-2
S	-ML	-ML2
H	-ML	-ML2



Качество обработанной поверхности

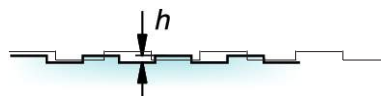
Длиннокромочная фреза для чистовой обработки



При соблюдении рекомендаций по величине подачи и максимальной ширине фрезерования a_e не образуется видимых границ перехода от повторных проходов фрезы.

Максимальная высота неровностей: 0.03-0.04 мм.

Традиционная длиннокромочная фреза



Области применения



Фрезерование по контуру
D 50



Фрезерование высоких уступов
D 48



Круговая интерполяция
D 105

CoroMill® 790

Универсальная фреза для обработки уступов цветных металлов



- В результате обработки уступа за несколько проходов достигается его высокая геометрическая точность с минимальными ступеньками
- Эффективное решение для чернового и полуступового врезания под углом
- Высокая эффективность фрезы в отношении затраченной мощности на единицу удаленного объема металла
- Фреза устойчива к восприятию огромных усилий резания, характерных для высоких скоростей
- Точное и надежное позиционирование пластин исключает влияние допуска их изготовления на величину биения фрезы
- Беспрепятственная эвакуация стружки при осуществлении нагруженных проходов
- Высокие возможности по врезанию под углом

	Соединение® Coromant Capto		HSK типа A/C		Цилиндрический	Крепление на оправке	
Диаметр фрезы (D_C), мм	25 – 54	40 – 100	25 – 50	50	25 – 40	50	
Размер пластины	-16	-22	-16	-22	-16	-16	
Мах глубина резания (a_p), мм							
• Черновая обработка	12/15	18	12/15	18	12/15	12/15	
• Чистовая обработка (2/3 от черновой)	8	12	8	12	8	8	
Мах подача (f_z), мм/зуб							
• Черновая обработка	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	
• Чистовая обработка	0.15	0.15	0.15	0.15	–	–	
Чистота поверхности (R_a)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
Обрабатываемый материал	Геометрии пластин	P	M	K	N	S	H
• Черновая обработка	 L M				-NL -NM		
• Чистовая обработка	 L	-PL	-PL	-PL	-NL	-PL	-PL

Рекомендации по выбору пластин

- Пластины с длиной режущей кромки 22 мм предназначены для удаления больших объемов металла на очень мощных станках, а пластины размером 16 мм для станков среднего уровня мощности.
- По алюминию рекомендуется выбирать сплав H13A, а для чистового фрезерования других групп материалов подойдут сплавы GC1010/GC1030.

Области применения



Фрезерование уступов
D 44



Фрезерование пазов
D 86



Круговая интерполяция
D 113



Линейное врезание
D 104

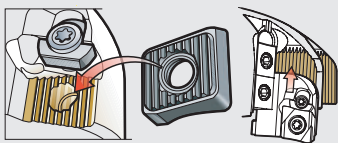
CoroMill® Century

Высокоскоростное торцевое фрезерование с низкими усилиями резания



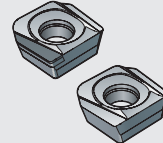
- Корпуса фрез из алюминия и стали
- Простая микро и макро настройка для высокоточной обработки
- Ускоренный отвод стружки благодаря оптимизированному подводу СОЖ

Рифленая базовая поверхность пластин и кассет













- Надежность обработки
- Минимальная величина биения и отсутствие влияния допуска изготовления

Использование пластин Wiper:



- Торцевое фрезерование
- Точение фрезерованием

	Соединение® Coromant Capto Стальной корпус		HSK Стальной корпус	Крепление на оправке Корпус из алюминия	Исполнение с кассетами на оправке Стальной корпус	Крепление на оправке Корпус из алюминия
						
Диаметр фрезы (D_c), мм	40 – 125	40 – 80	50 – 200	160 – 500		
Мах глубина резания (a_p), мм						
• Твердый сплав	2 / 10		2 / 10	2 / 10		
• PCD	2 / 5		2 / 5	2 / 5		
• CB	1.2		1.2	1.2		
Обрабатываемый материал						
• Первый выбор						
• Дополнительный						
Точность настройки, мм						
• Микро	0.1		0.1	0.1		
• Макро	–		–	1.0		
Чистота поверхности (R_a)	< 1		< 1	< 1		

Области применения



Торцевое фрезерование
D 57









Фрезерование уступов
D 44

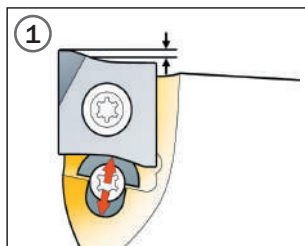
*) W = Wiper

TW = Пластины wiper для фрезерования тел вращения

Геометрии пластин

ISO	L	W *)	TW *)
	-PL	-PW	-PTW
	-PL		
	-KL	-KW	-KTW
	-NL	-NW	
	-PL		
	-KL (CBN)	-KW (CBN)	

Установка и настройка пластин



1 Все фрезы: диапазон микро регулировки 0.1 мм.

Исполнение фрез с кассетами: диапазон макро регулировки 1.0 мм.

Положение пластин в осевом направлении легко регулируется с высокой степенью точности для обоих типов фрез.

Для фрез с кассетным исполнением дополнительно может быть осуществлена макро регулировка.

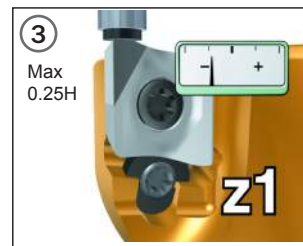


2 Измерительное оборудование.

Примечание: Все контактные методы измерения положения пластин при настройке создают определенную опасность выкрашивания режущих кромок.

Для настройки пластин предпочтительны оптические методы измерения.

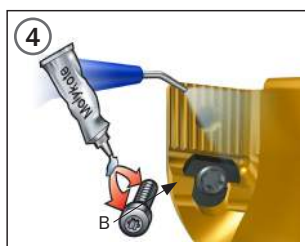
Примечание: когда фреза CoroMill Century с установленными пластинами не используется, на неё необходимо надевать защитную крышку (C).



3 Будьте внимательны.

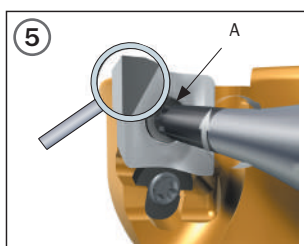
Режущие кромки пластин для обработки алюминия очень острые и хрупкие. Пластины из PCD особенно чувствительны к несоответствующему обращению.

Максимально допустимое усилие нажима измерительного наконечника на кромку пластины не должно превышать 0.25 Нм, что достигается при использовании высококачественных микрокаторов.



4 Нанесите смазку Molykote на крепежные винты

Убедитесь в том, что рифленая поверхность гнезда не повреждена и очищена от грязи. Протрите рифленую поверхность насухо.

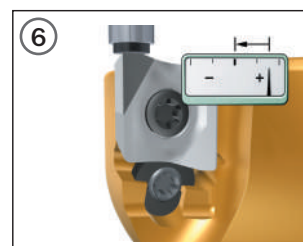


5 Установите пластины.

Проверьте правильность выбранной геометрии. Затяните крепежные винты пластин с рекомендуемым моментом, значения которого приведены в "Основном каталоге".

Проверьте, используя специальное устройство, положение вершины каждой пластины.

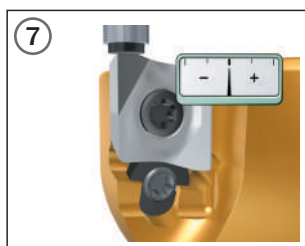
Примечание: При замене пластин из PCD, вместе с ними меняйте крепежные винты.



6 Определите наиболее выступающую пластину.

Увеличьте выступ этой пластины приблизительно на пять микрон, вращая регулировочный винт (B) по часовой стрелке.

Зачистная кромка пластины Wiper должна располагаться выше нулевого положения остальных пластин на 0.05 мм.



7 Установите в этом положении индикатор на ноль.

Таким же образом отрегулируйте положение всех остальных пластин, в соответствии с новым нулем индикатора.

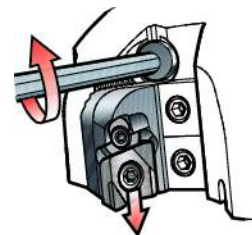
Примечание: Если при этом пластины выпадают из диапазона регулировки, верните ноль индикатора в прежнее положение и снова отрегулируйте пластины.

Фреза CoroMill® Century с кассетами

Для фрез данного исполнения наряду с микро регулировкой может осуществляться грубая настройка. Она выполняется в той же последовательности, что приведена выше.

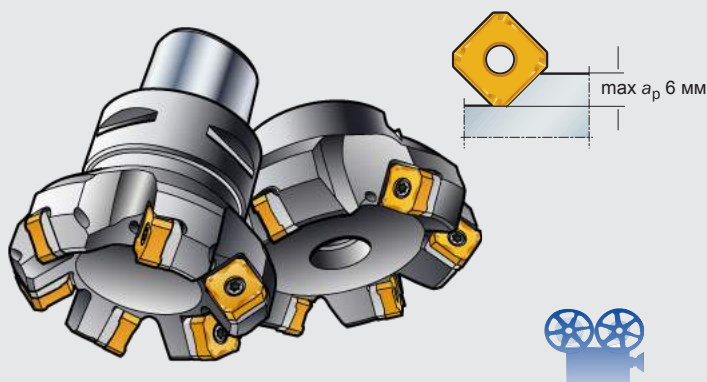


Ослабьте винт клина и отрегулируйте положение кассеты по высоте.



CoroMill® 345

Экономичная высокопроизводительная обработка материалов групп ISO P, M и K с малой и средней глубиной резания



- Двухсторонние пластины с 8 режущими кромками и позитивной геометрией
- Пластина Wiper для использования во фрезех правого и левого исполнения с зачистной кромкой длиной 5 мм
- Инновационная геометрия пластины обеспечивает плавный процесс резания на небольшой глубине и необходимую прочность для осуществления фрезерования с большой глубиной резания
- Фрезы небольшого диаметра имеют внутренний подвод СОЖ к каждому гнезду пластины
- Стандартная программа включает четыре типа шага зубьев
- Рекомендуются для использования на небольших мало мощных фрезерных станках, а также на различных обрабатывающих центрах и многоцелевых станках

	Соединение Coromant Capto®	Крепление на оправке	Цилиндрический хвостовик
Диаметр фрезы (D_c), мм	40 – 100	40 – 250	40 – 50
Мак глубина резания (a_p), мм	6	6	6
Обрабатываемый материал			

Примечание: фреза CoroMill 365 является первым выбором для фрезерования деталей из чугуна для автомобильной промышленности.

Геометрии пластин

ISO	L	M	H	Wiper
P	E-PL, M-PL	M-PM	M-PH	-W
M	E-PL			
K	M-KL	M-KM	M-KH	-W
N				
S	E-PL			
H	E-PL, M-PL	M-PM		

Области применения



Торцевое фрезерование
D 57



Снятие фасок
D 126



Фрезерование с большим вылетом
D 30



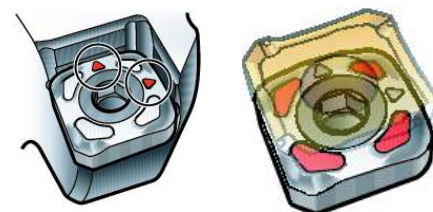
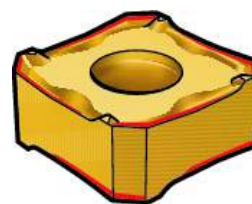
Прерывистое фрезерование
D 58

D 146

Режущие и опорные пластины обеспечивают надежный и предсказуемый процесс обработки

Геометрия пластины гарантирует реальную возможность использовать все восемь режущих кромок.

- При работе с большой глубиной резания соседняя режущая кромка на пластине может быть повреждена. Геометрия пластин фрезы CoroMill 345 защищает соседнюю кромку от повреждения стружкой, что обеспечивает возможность полноценного использования всех имеющихся режущих кромок.



Опорная пластина защищает корпус от повреждений и обеспечивает точное позиционирование режущей пластины

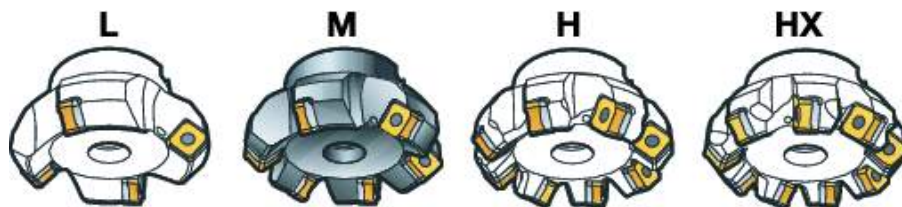
- Гарантированно высокий срок службы корпуса фрезы.
- Надежное закрепление режущей пластины в гнезде.

Рекомендации по установке

Для однозначного позиционирования опорной пластины в корпусе на ней изображены стрелки, которые должны быть направлены к боковым стенкам базового гнезда.

Шаг зубьев фрезы

Фрезы изготавливают с различным шагом зубьев для оптимального соответствия условиям обработки.



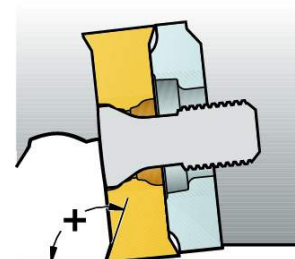
Неравномерный шаг зубьев.

Все фрезы с мелким шагом выпускают с равномерным расположением зубьев. Фрезы диаметром более 160 мм также доступны с неравномерным шагом.

Равномерный шаг зубьев.

Плавный процесс резания

Фреза имеет большой положительный угол на малой глубине резания, что делает процесс резания плавным вследствие невысоких усилий резания. С увеличением припуска в резание вступает более прямолинейный участок режущей кромки, обеспечивающий прочность и надежность, особенно при нагруженных проходах.



Внутренний подвод СОЖ

Подвод СОЖ к каждой режущей пластине обеспечивает оптимальный уровень производительности при фрезеровании труднообрабатываемых материалов:

- Эффективный стружкоотвод
- Высокая надежность операций фрезерования
- Предсказуемая обработка
- Хорошее качество обработанной поверхности.

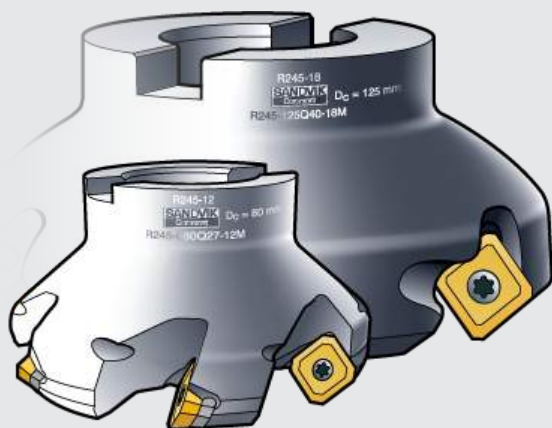
Примечание: принадлежности для внутреннего подвода СОЖ заказываются отдельно.



CoroMill® 245

Торцевые фрезы для тяжелой черновой и зеркальной финишной обработки

– Черновая, получистовая и финишная обработка



	Крепление на оправке	Цилиндрический хвостовик
Размер пластины (iC), мм	Диаметр фрезы (D _c), мм	
12	50 – 250	32 – 80
18	80 – 250	
Макс. глубина резания (a _p), мм	6 / 10	6
Обрабатываемый материал		

*) Ассортимент сплавов включает пластины из КНБ и керамики.

Геометрии пластин

ISO	L	M	H	Wiper	Керамика	Кубический нитрид бора	Поликристаллический алмаз
P	E-PL, M-PL	M-PM	M-PH	E-W			
M	E-ML	K-MM, M-MM		E-W			
K	E-KL, M-KL	M-KM	M-KH	E-W	-E	-E	
N	E-AL			E-W			-E
S	E-ML, E-PL, M-PL	M-PM, K-MM, M-KM		E-W			
H	E-PL, M-PL	M-PM	M-PH, M-KH	E-W	-E	-E	

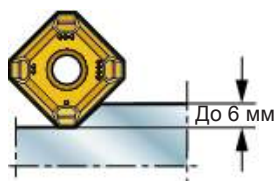
CoroMill® 245-12

Первый выбор при торцевой обработке материалов ISO N фрезами с углом в плане 45°.

Альтернативный выбор для материалов ISO P, M и K

Первый выбор при торцевой обработке пластинами из керамики.

Первый выбор при фрезеровании трубообрабатываемых материалов (пластины из поликристаллического алмаза и КНБ) фрезами с углом в плане 45°.

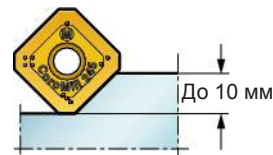


CoroMill® 245-18

Первый выбор для обработки всех групп материалов при фрезеровании с глубиной резания > 6 мм, фрезами с углом в плане 45°.

Подходит для больших станков.

Доступна версия с кассетами.

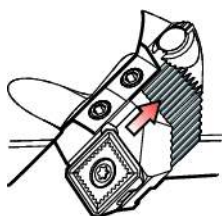
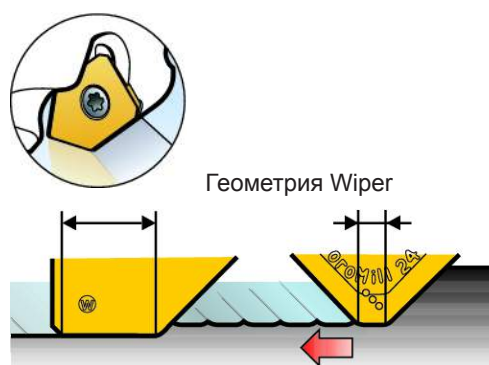


Пластины Wiper для всех фрез семейства CoroMill® 245

Торцевые фрезы с фиксированным положением пластин. Пластины Wiper размером 12 и 18 мм в комбинации с точными шлифованными пластинами для получения зеркальных поверхностей и фрезерования тел вращения.

Настраиваемые торцевые фрезы со сменными кассетами. Возможность настройки пластин в диапазоне до 1.0 мм позволяет совместно с пластинами wiper размером 18 мм применять экономичные пластины, изготовленные прямым прессованием.

Для настройки, следуйте рекомендациям для торцевых фрез CoroMill Century, см. стр. D 145.



Диапазон настройки 1.0 мм

CoroMill® 245 - Торцевая фреза с кассетами

- Диаметр фрезы 160-500 мм для пластин размером – 18.
- Макс. a_p 10 мм.



Области применения



Торцевое фрезерование
D 57



Фрезерование фасок
D 126



Фрезерование с большим вылетом инструмента
D 30



Чистовое фрезерование с зеркальной чистотой поверхности
D 65



Фрезерование прерывистых поверхностей
D 58

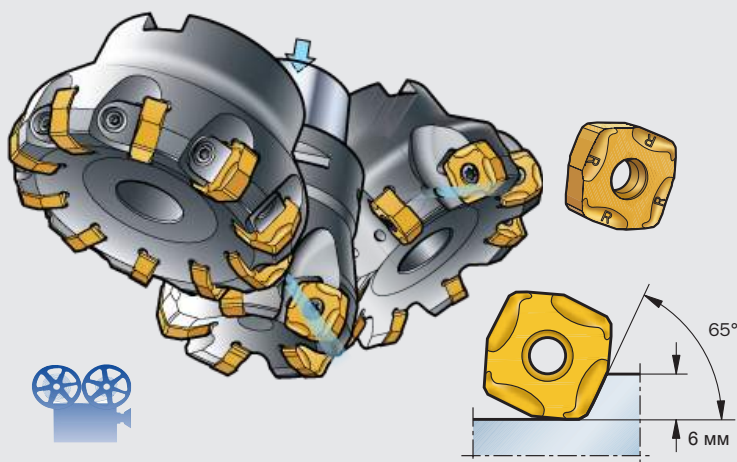


Фрезерование поверхностей вращения
D 80

Рекомендации по торцевой обработке см. на стр. D58.

CoroMill® 365

Снижение затрат на фрезерование чугуна и стали



- Многокромочные пластины обеспечивают экономически эффективное производство
- Надежный и предсказуемый процесс фрезерования благодаря прочным пластинам
- Возможность применения пластин Wiper, оптимизированных для фрез малого и большого диаметра
- Крепление пластин винтом или клином
- От черновой до получистовой обработки в крупносерийном производстве и там, где необходимо снимать большие объемы металла

	Coromant Capto®	Крепление на оправке	Крепление на оправке	Крепление на оправке
Диаметр фрезы (D_c), мм	40 – 60	50 – 160	80 – 250	250 - 500 *)
Макс. глубина резания (a_p), мм	6	6	6	6
Крепление пластины	Винт	Винт/Клин	Винт/Клин	Клин
Обрабатываемый материал				

*)

Крепление на оправке 315 - 500
Со сменным базовым элементом 250 - 500
Оправки CIS 160 - 500

Геометрии пластин

ISO	L	M	W *)
	-PL	-PM	-PW4, -PW8
	-KL	-KM	-KW4, -KW8
	-PL	-PM	

*) W = Wiper

Области применения



Торцевое фрезерование
D 57

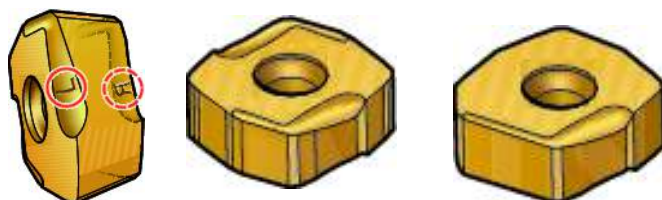


Фрезерование прерывистых
поверхностей
D 58

Пластины

Экономичные пластины с восемью режущими кромками.

Доступно правое и левое исполнение.

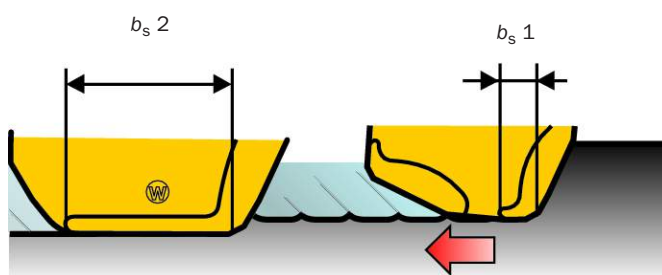


Технология Wireg для лучшего качества поверхности

Доступно два варианта пластин Wireg для финишной обработки.

- Пластины wireg с длиной режущей кромки 4 мм имеют 2 кромки для фрез правого исполнения и 2 для фрез левого исполнения.
- Пластины Wireg с длиной режущей кромки 8 мм имеют одну кромку для фрез правого исполнения и одну для фрез левого исполнения.

Для получения хорошей шероховатости поверхности важно, чтобы подача на оборот ($f_n = f_z \times z_n$) была меньше 80% длины зачистной режущей кромки ($b_s 2$). Фактически чем больше диаметр фрезы, тем больше подача на оборот f_n , что в свою очередь требует большей длины зачистной кромки b_s .



Два варианта исполнения фрезы обеспечивают оптимальную производительность торцевой обработки как чугуна, так и стали

Крепление пластин клином

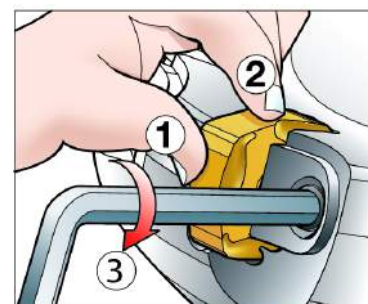
- Фрезы большого диаметра с большим количеством зубьев и более частой установкой пластин.
- Фрезы со сменным базовым элементом диаметром 250-500 мм изготавливаются по запросу.
- Для обработки материалов, обладающих короткой стружкой, где не требуется большого объема стружечных канавок.
- Сверхжесткое закрепление пластин.

Крепление пластин винтом

- Фрезы меньшего диаметра.
- Обработка материалов группы ISO P.

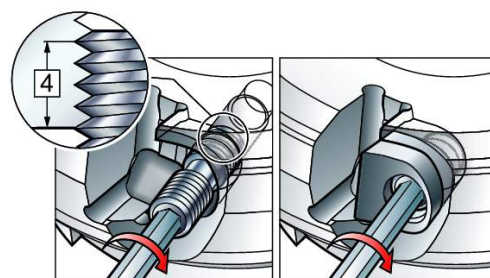
Установка пластин

- Хорошо очистите посадочное место под пластину перед ее установкой.
- Установите пластину в гнездо, надавив сначала большим (1), а затем указательным (2) пальцами на пластину.
- Убедитесь в том, что пластина опирается на три точки.
- Затяните винт (3) с усилием 6 Нм.



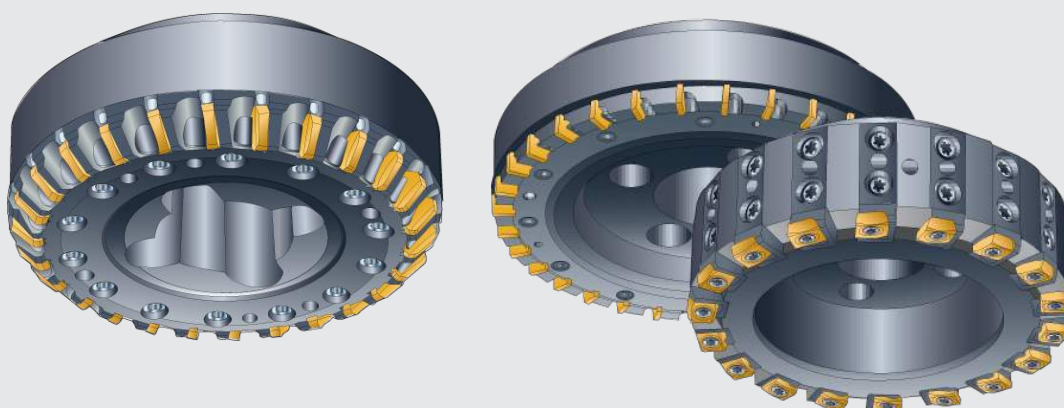
Закрепление клина







- Заверните винт (4) в корпус фрезы на 4 оборота с помощью шестигранного ключа.
- Установите клин на винт и затягивайте винт до тех пор, пока он не достигнет корпуса фрезы.
- Основные принципы также справедливы и для фрез с пластинами, закрепляемыми винтами.



Sandvik AUTO

Фрезы для черновой и чистовой обработки



	Auto	Auto-AF	Auto-FS
			
Угол в плане (K_r), мм	45°	75°	90°
Передний угол	Отрицательный	Положительный	Отрицательный
Диаметр фрезы (D_c), мм	125 – 500	80 – 500	125 – 500
Макс. глубина резания (a_p), мм	6.0	1.0	8.1
Material			

Auto

- Торцевая фреза с мелким шагом зубьев предназначена для чернового и получистового фрезерования деталей из чугуна.

Auto-AF

- Регулируемая торцевая фреза для чистовой обработки деталей из чугуна с высокими требованиями к качеству поверхности.
- Простая и точная настройка с точностью ± 0.002 мм.

Auto-FS

- Фреза с фиксированным положением пластин предназначена для обработки прямоугольных уступов на деталях из чугуна с повышенными требованиями к качеству поверхности. Обработка с большими подачами.

Области применения

Auto



Черновое торцевое фрезерование
D 57



Фрезерование прерывистых поверхностей
D 58

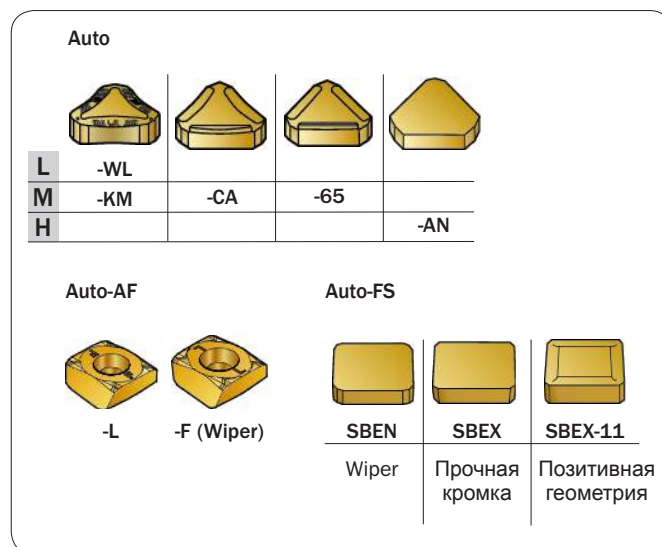
Auto-AF/-FS



Чистовое торцевое фрезерование
D 64

Пластины для фрез Auto. Общая информация

- Большое число зубьев на фрезе обеспечивает большую минутную подачу, что обеспечивает обработку с максимальной экономической эффективностью.
- Треугольные пластины для черновых фрез Auto доступны с различными геометриями, оптимизированными для большинства операций.
- Все пластины двухсторонние, имеют шесть правых и шесть левых режущих кромок для максимально экономичной обработки.
- Для получения более подробной информации по пластинам для фрез Auto, см. "Основной каталог".



Проставки для компенсации наклона шпинделя станка

Зачистная кромка пластин должна быть установлена в соответствии с отклонением положения шпинделя.

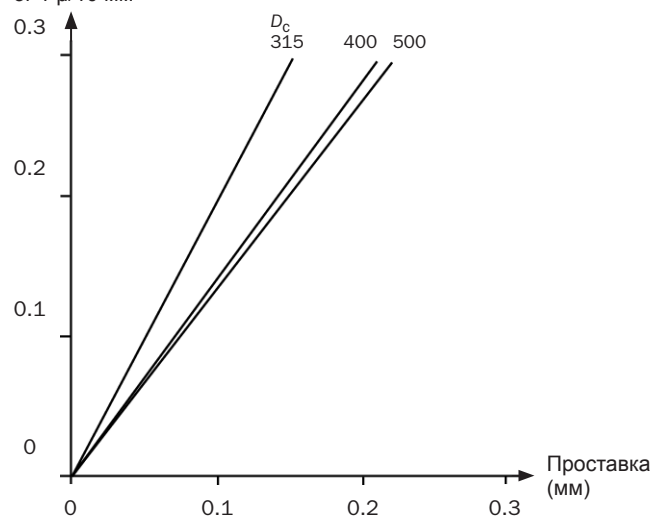
Проставки, устанавливаемые в базовый элемент для компенсации наклона шпинделя 0.1:1000 представлены ниже:

Диаметр фрезы (D_c)	Проставка (мм)
250	0.02
315	0.05
355	0.05
400	0.02 и 0.05
500	0.02 и 0.05

Примечание: при других отклонениях положения шпинделя, обратитесь в ближайшее представительство Sandvik Coromant.

Наклон шпинделя/толщина проставки

Наклон шпинделя
0.1:1000 мм
or 1 μ /10 мм



Размеры проставок для разных значений наклона шпинделя

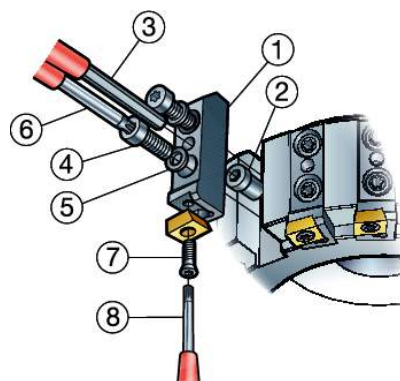
Примечание: При необходимости замены или перешлифовки центрирующей втулки или внешнего кольца размер 44 ± 0.01 мм должен быть выдержан за счет проставок.



Установка и настройка

Требования:

- Диабазовая плита
- Микрокатор
- Ключ 265.2-821
- Ключ 5680 048-07 (30IP)
- Динамометрический ключ
- Кассеты крепятся винтами с моментом затяжки 2 Нм.



1. Кассета
2. Эксцентрик
3. Ключ (для настройки эксцентрика)
4. Винт кассеты
5. Проставка
6. Ключ закрепления кассеты
7. Винт пластины
8. Ключ

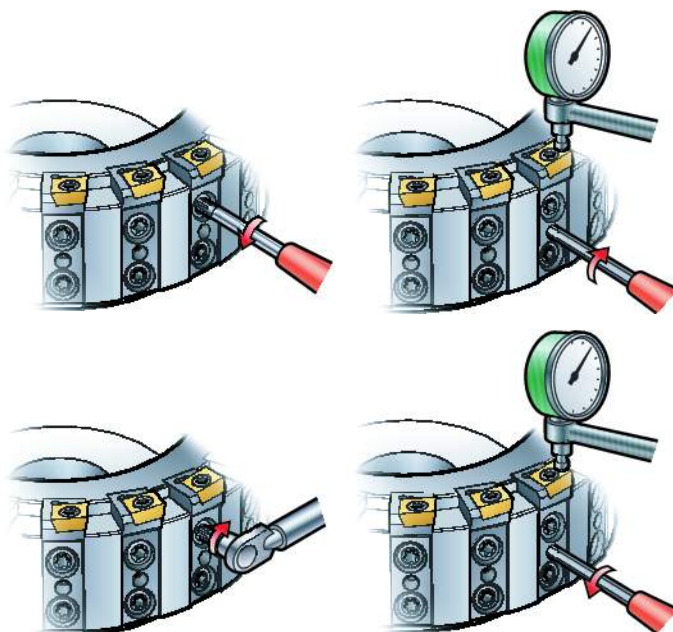
Установка

1. Нанесите смазку Molykote на головку и резьбу винта.
2. Очистите посадочные гнезда под пластины.
3. Убедитесь в наличии контакта между пластиной и гнездом по трем точкам.
4. Затяните винт пластины рекомендованным моментом, см. Основной каталог.



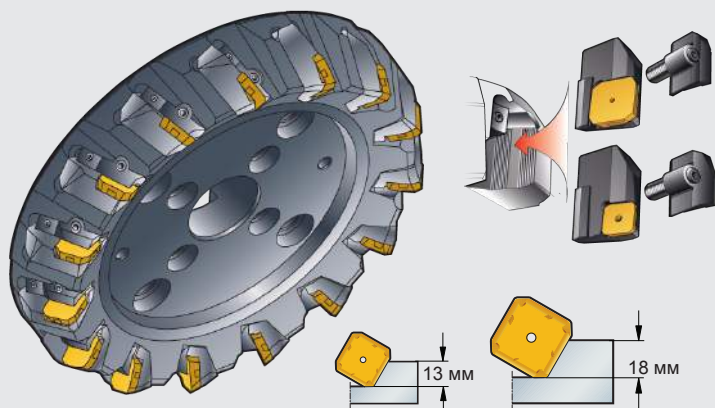
Настройка фрезы

1. Установите фрезу на диабазовую плиту.
2. Установите микрокатор с плоским наконечником так, чтобы он коснулся вершины режущей пластины.
3. Поворачивая эксцентрик, установите кассету так, чтобы микрокатор давал нулевое показание.
4. Затяните винт кассеты с рекомендованным моментом затяжки 2 Нм.
5. Ослабьте эксцентрик во избежание поломки при резании, которая может быть вызвана биением фрезы.



CoroMill® 360

Торцевая фреза для тяжелых условий обработки

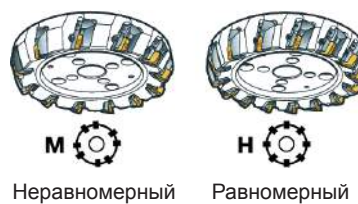


- Большой объем снимаемой стружки
- Диапазон подач 0.4-0.7 мм на зуб
- Обработка заготовок со сложной поперечной структурой и неравномерным припуском за один проход
- Сменные кассеты для крепления пластин разного размера в один и тот же корпус
- Рифленая поверхность крепления кассет для обеспечения максимальной надежности, точности и простоты обслуживания
- Возможность замены пластин и кассет на станке для сокращения вспомогательного времени



Диаметр фрезы (D_c), мм	160 – 500
Размер пластины (i_c), мм	Макс. глубина резания (a_p), мм
19	13
28	18
Материал	P M K S

Шаг фрезы



Геометрии пластин

ISO	H
P	-PH
M	-MH
K	-KH
N	
S	-MH
H	



Области применения



Торцевое фрезерование
D 57



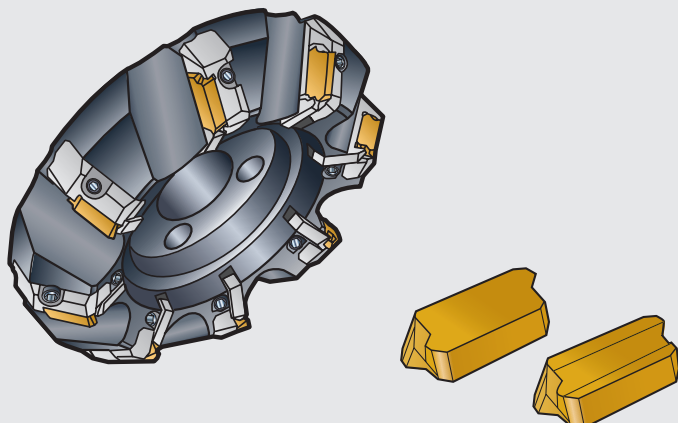
Прерывистое фрезерование
D 58



Фрезерование в тяжелых условиях
D 62

T-Max® 45

Фреза для тяжелой обработки на мощных станках



– Угол в плане 45° и прочные пластины позволяют работать в тяжелых условиях, в том числе и с большим вылетом инструмента

– Пластины имеют параллельную ленточку длиной 2 мм и дополнительные режущие кромки, которые режут при появлении припуска внутри диаметра фрезы

– Настройка пластин в осевом направлении с точностью 5 мкм

– Пластины Wiper для чистовой обработки

Диаметр фрезы (D_c)	100 – 400
Макс. глубина резания (a_p), мм	12
Материал	

Геометрии пластин

ISO	M	H	W *)
P	-31, -32	-11	-1W
M	-31, -32	-11	-1W
K	-31, -32	-11	-1W
N		-11	
S	-32	-11	
H	-31, -32	-11	-1W

*) W = Wiper

Установка и настройка

Для облегчения работ по настройке необходима описанная ниже оснастка.

Оснастка заказывается у Sandvik Coromant отдельно:

1. Ключ для байонетной шайбы (260.7-857)
2. Ключ для перезакрепления опорной пластины (260.7-855)
3. Шестигранный ключ (174-815)
4. Рычаг (260.7-856M)

Оснастка, заказываемая не у Sandvik Coromant:

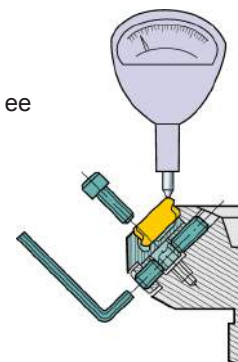
1. Индикаторная стойка
2. Калибр (шаблон)
3. Динамометрический ключ
4. Molycote
5. Средство для очистки

Оснастка, поставляемая с фрезой T-Max 45:

1. Ключ (265.2-821)
2. Рычаг

Осевая настройка

Фреза настраивается с точностью 5 мкм. Осевая настройка выполняется двумя винтами, упирающимися в выступ на опорной поверхности гнезда-вставки. При повреждении гнезда-вставки ее можно заменить, не сбивая настройки.



Области применения



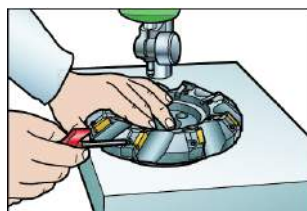
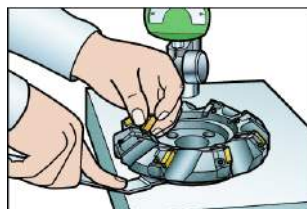
Общее торцевое фрезерование
D 57



Прерывистое фрезерование
D 58

Разборка

1. Для снятия пластин, используйте рычаг.
2. Ослабьте регулировочный винт на два оборота, используйте Т-образный ключ.
3. Извлеките стопорный винт, используя Т-образный ключ.
4. Переверните фрезу и ослабьте контргайку.
5. Ослабьте вспомогательный винт на два оборота, используйте ключ для крепления гнезда-вставки.
6. Переверните фрезу, ослабьте механизм закрепления и извлеките гнездо-вставку.

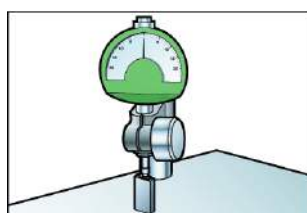


Сборка

1. Установите индикаторную стойку (при помощи мерных плиток) в размер 62.98 мм.
2. Ослабьте механизм закрепления и установите гнездо-вставку в свое гнездо.
3. Затяните стопорный винт моментом 9 Нм, используя Т-образный ключ. Убедитесь, что гнездо-вставка точно установлена в гнездо.
4. Закрепите эталонную пластину.
5. Предварительно настройте гнездо-вставку и эталонную пластину с точностью 10 мкм, используя винт.
6. Ослабьте крепление пластины и сильно вдавите пластину в гнездо. Продолжайте предварительную настройку до +20 мкм.
7. Окончательно настройте эталонную пластину до ± 2.5 мкм, используя динамометрический ключ моментом 9 Нм.

Замечание: Если точность 0 ± 2.5 мкм не достигнута, начальное значение должно быть увеличено с +20 мкм до 25-30 мкм. Повторите окончательную настройку.

8. Переверните фрезу и закрепите контргайку.
Примечание: при настройке должна использоваться одна и та же режущая кромка эталонной пластины, потому что зачистные фаски могут иметь разные допуски.



Запчасти и принадлежности см. в "Основном каталоге".

Точность

Пластина: ± 13 мкм

Гнездо-вставка: ± 10 мкм

Погрешности
настройки: ± 5 мкм

Фрезы T-Max 45, поставляемые со склада имеют максимальный допуск $5+26 = 31$ мкм.

При замене одного или более гнезда-вставки без дополнительной настройки, максимальный допуск составляет $5+26+20 = 51$ мкм.

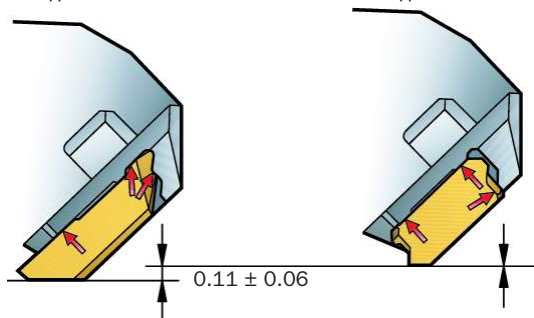
Настройка пластин

Пластины спроектированы для своих посадочных гнезд.

Примечание: не устанавливайте пластины LNCX в гнезда для пластины Wiper.

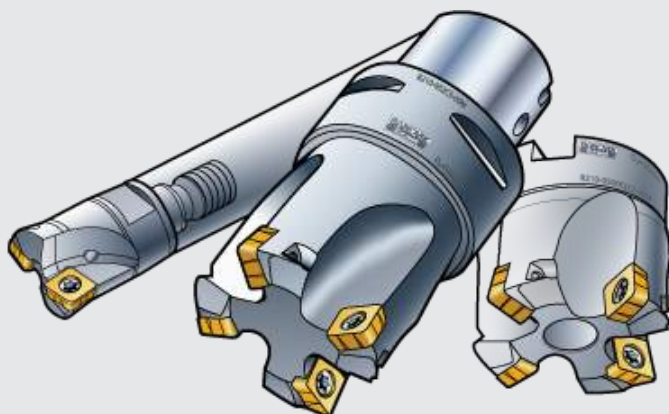
Пластина Wiper в правильном гнезде

Пластина LNCX в правильном гнезде



CoroMill® 210

Фреза для черновой обработки с возможностью работы с большими подачами



- Усилия резания направлены вдоль оси шпинделя, обеспечивая стабильность обработки, исключая риск возникновения вибраций и отжима инструмента.
- Первый выбор для операций обработки с большим вылетом
- Высокопроизводительное плунжерное и торцевое фрезерование
- Благодаря главному углу в плане равному 10° обеспечивается образование стружки небольшой толщины, что позволяет в четыре раза увеличить подачу на зуб при тангенциальной обработке.
- При плунжерной обработке и постоянной максимальной толщине стружки риск возникновения вибраций пропорционален чине радиуса при вершине пластин



	Coromant Capto®		Крепление на оправке		Цилиндрический хвостовик	MSSC
Диаметр фрезы (D_3), мм	36 – 66	52 – 86	50 – 63	63 – 160	25 – 42	25 – 42
Пластина, мм	9	14	5	14	9	9
a_e / a_p (мм)	8/1.2	13/2	8/1.2	13/2	8/1.2	8/1.2
Материал						

Геометрии пластин

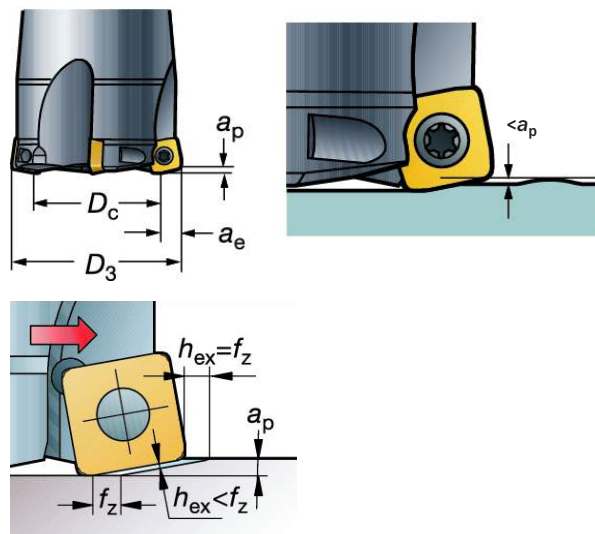
ISO	M
	M-PM, E-PM
	M-MM, E-MM
	M-KM, E-KM
	E-MM, M-MM, E-KM
	M-PM, E-PM

Рекомендации по выбору оборудования

- Станки с конусом ISO50 соответствующих габаритных размеров.
- Станки с конусом ISO40 небольшим значением оборотов шпинделя в минуту с некерамическими подшипниками.

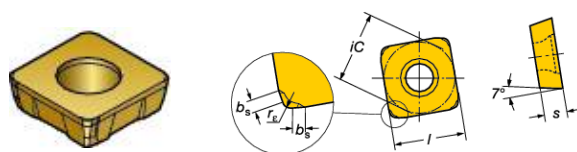
Методы фрезерования, исключающие образование волнообразной поверхности и неполноту съёма припуску при торцевом фрезеровании

- Если a_e превышает D_c , образуется волнообразная поверхность.
- Максимальное значение a_p превышает при фрезеровании волнообразных поверхностей, следует избегать подобной обработки.
- Максимальное значение a_p не должно быть превышено.
- При обработке волнообразной поверхности значение подачи рекомендуется уменьшить на 50%.
- Получение плоской поверхности возможно только при a_e меньшей или равной D_c .



Фрезерование плоской поверхности последовательными проходами

Диаметр фрезы (D_3), мм	Диаметр резания, (D_e), для обработки плоской поверхности	
	iC 09 (D_c), мм	iC 14 (D_c), мм
25	10.9	-
32	17.9	-
36	21.9	-
42	27.9	-
50	35.9	-
52	37.9	28
63	48.9	39
66	51.9	42
80	65.9	56
82	67.9	58
100	-	76



Размеры, мм

$l = iC$	s	r_e	a_p	a_e	b_s
9.4	4.0	1.2	1.2	8	1.0
14.5	4.76	1.2	2.0	13	1.0

Области применения



Фрезерование с высокой подачей
D 60



Плунжерное фрезерование
D 116



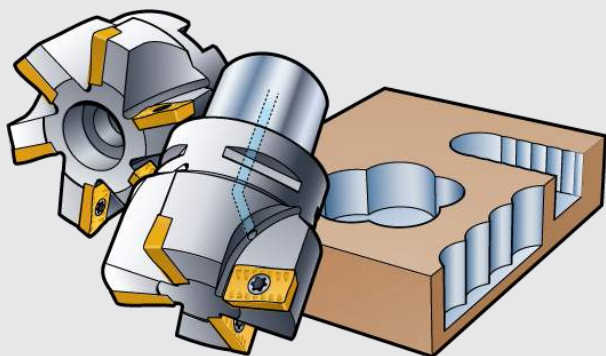
Круговая интерполяция
D 105



Фрезерование с врезанием под углом
D 104

Плунжерная фреза Coromill

Экономичная по мощности фреза для снятия большого объема материала



- Дополнение к фрезе CoroMill 210 для увеличения ширины резания.
- Высокопрочная пластина со спиральной режущей кромкой, обеспечивающая снятие большого объема материала при высокой плавности резания.
- Усилия резания, направленные вдоль оси шпинделя, оказывают минимальную нагрузку на шпиндель станка и облегчают обработку с большим вылетом инструмента.
- Надежная конструкция.
- Рекомендуется к использованию на станках с конусом ISO 50 или схожих с ними.

Соединение
Coromant Capto®



Крепление на
оправке



Геометрии пластин

ISO	M
P	-PM
M	-PM
K	-PM
N	-PM
S	-PM
H	-PM

Диаметр фрезы (D_c), мм

80 – 85

100 – 160

Максимальное (a_e), мм

22

22

Материал



Высокая производительность

- Высокая прочность режущей кромки, спиральная конструкция которой позволяет увеличить объем снимаемого материала.
- Быстрота обработки обеспечивается за счёт большого размера пластин.

Превосходный отвод стружки

- Конструкция пластины и большие стружкоотводящие канавки обеспечивают превосходную эвакуацию стружки из зоны резания.

Уменьшение шума и энергопотребления

- Прочный корпус и спиральная конструкция режущей кромки обеспечивают плавность и уменьшают уровень шума в процессе резания.
- Снятие большого объема материала без повышения мощности.

Уменьшение нагрузки на шпиндель станка

- Усилия резания направлены вдоль оси шпинделя, обеспечивая стабильность обработки, исключая риск возникновения вибраций и отжима инструмента.

Максимальная стабильность

- Для достижения наилучших результатов рекомендуется выбирать фрезы с минимальной длиной, l_1 , и наибольшим возможным диаметром, D_c .
- Для улучшения стабильности процесса рекомендуется применять инструмент с креплением Coromant Capto.

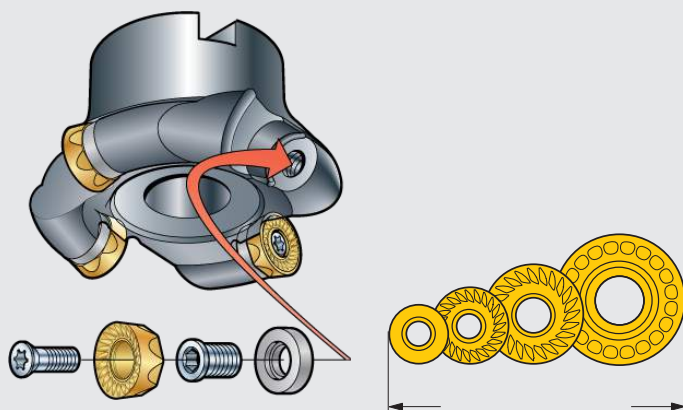
Области применения



Плунжерное фрезерование
D 116

CoroMill® 200

Надёжная многоцелевая фреза для черновой обработки в сложных условиях

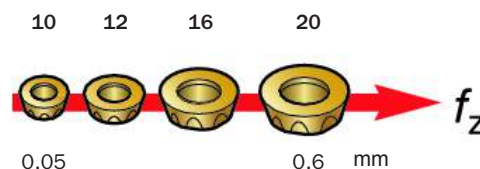


- Прочные режущие кромки с высокой сопротивляемостью ударным нагрузкам, (обработка отверстий, выемок и т.д.) и/или абразивному износу
- Пластины с геометрией оптимизированной для снятия большого объема стружки - большие a_p и f_z
- Для больших станков с повышенной жесткостью и мощностью
- Рекомендуется к применения на станках с конусом ISO 50 (40)
- Требуется жесткого закрепления заготовки в приспособлении

	Цилиндрический хвостовик	Крепление на оправке												
Диаметр фрезы (D_3), мм	25 – 50	50 – 160												
Пластина (iC), мм	Макс. глубина резания (a_p), мм													
10	5	5												
12	6	6												
16	8	8												
20	10	10												
Материал	<table border="1"><tr><td>P</td><td>M</td><td>K</td></tr><tr><td>N</td><td>S</td><td>H</td></tr></table>	P	M	K	N	S	H	<table border="1"><tr><td>P</td><td>M</td><td>K</td></tr><tr><td>N</td><td>S</td><td>H</td></tr></table>	P	M	K	N	S	H
P	M	K												
N	S	H												
P	M	K												
N	S	H												

Геометрии пластин

ISO	L	M	H
P	-PL	-PM	-PH
M	-ML	-MM	-MH
K	-KL	-KM	-KH
N	-PN	-PM	
S	-SL	-SM	
H	-HL		



Области применения – CoroMill® 200 и CoroMill® 300



Торцевое фрезерование
D 57



Профильное фрезерование
D 68



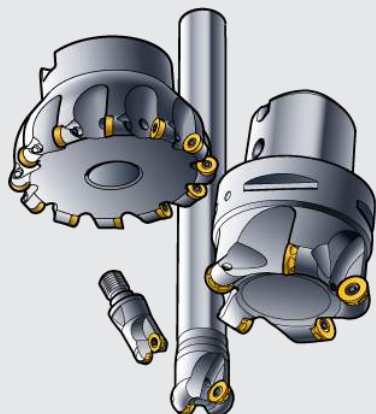
Линейное фрезерование и
врезание под углом
D 104



Винтовая интерполяция
D 105

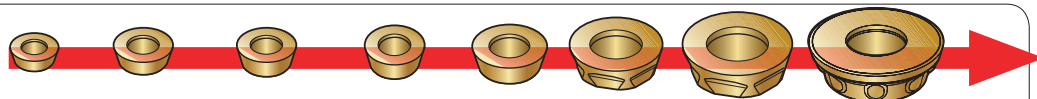
CoroMill® 300

CoroMill® 300 – универсальные концевые и торцевые фрезы, обеспечивающие плавное резание



Широкий диапазон фрез для высокопроизводительной черновой и чистовой обработки.

- Пониженные требования к мощности оборудования позволяют вести обработку на станках небольшой мощности.
- Плавный процесс обработки с мягкими входом и выходом из резания и отсутствием вибраций при использовании удлиненных инструментальных наладок.
- Шлифованные пластины для достижения высокой точности обработки.
- Концевые и торцевые фрезы положительного или нейтрального исполнения, а также тороидальные фрезы нейтрального исполнения.
- Пластины величиной до, iC 20 мм для черновой обработки в тяжелых условиях с высокой эффективностью (8 поворотов пластины).



Пластины (iC), мм

05 07 07 08 10 12 16 20

Нейтральное исполнение/тороидальные концевые фрезы

Диаметр (D_3), мм

10 – 32

Макс. глубина резания (a_p), мм

0.7 1.0 1.5 1.2 2.0 5.0 8.0

Конструкция с положительной установкой пластин

*) Диаметр (D_3), мм

10 – 200

Макс. глубина резания (a_p), мм

4.0 5.0 6.0 8.0 10.0

Концевые фрезы

25 – 40

Торцевые фрезы

- соединение Coromant Capto
- крепление на оправке

35 – 100
40 – 200

Концевые фрезы нейтрального исполнения со сменными головками

10 – 42

Конструкция с положительной геометрией для концевых и торцевых фрезерования

- Концевые фрезы с возможностью резания во всех направлениях, многокоординатной обработки сложных поверхностей.
- Фрезы небольшого диаметра с сверхмелким шагом зубьев и положительной геометрией обеспечивают плавность резания при высоких значениях скорости резания и минутной подачи.

Геометрии пластин

ISO	L	M	H
P	-PL	-PM	-PH
M	-ML	-MM	-MH
K	-KL	-KW	-KH
N	-PL	-PM	
S	-ML	-MM	-MH
H	-PL	-PM	

Области применения

Аналогично CoroMill 200, см. страницу 161.

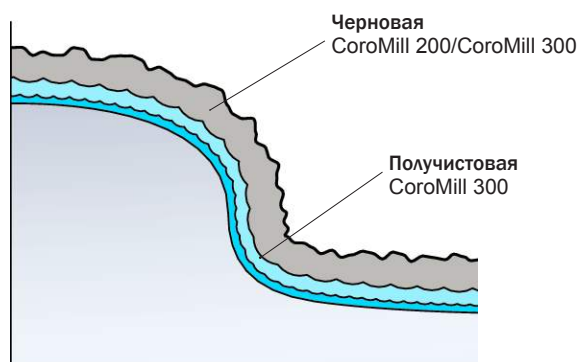
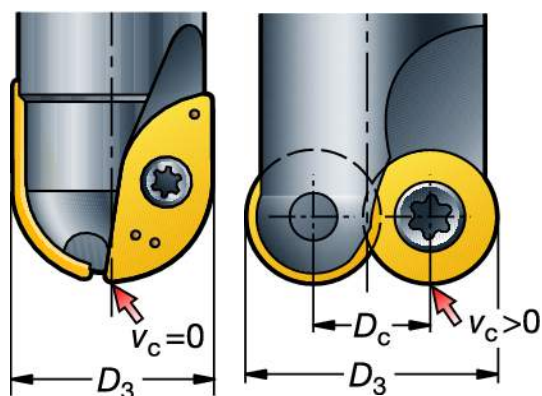
Тороидальные фрезы нейтрального исполнения

Концевые фрезы тороидального исполнения имеют конструкцию корпуса с двумя пластинами расположенными так, что каждая пластина частично или полностью перекрывает ось инструмента.

Данная конструкция исключает нежелательный при обработке процесс резания центром инструмента, когда для фрез со сферическим концом скорость резания уменьшается до нулевого значения.

Часть тороидальной фрезы, находящаяся в резании, ни в одной своей точке не имеет нулевого значения скорости резания.

Всегда подсчитывайте реальную скорость резания, v_c . Для получения дополнительной информации см. раздел "Профильная обработка" на стр. D76.



Высокая надежность процесса при фрезеровании узких карманов.

- Концевые фрезы небольшого диаметра со всеми типами хвостовиков.
- Фрезы тороидального исполнения могут в значительной степени повысить производительность обработки и рекомендуются для легкого черного фрезерования, снятия остаточного припуска при обработке карманов и получистового фрезерования.
- Высокая производительность при плунжерном фрезеровании и фрезеровании с врезанием под углом.
- Первый выбор для профильного фрезерования при обработке профиля близкого к окончательной форме предварительным снятием постоянного по величине припуска.
- Низкий риск возникновения вибраций даже при использовании нежесткой наладки с большим вылетом.

При стабильных и безопасных условиях для повышения производительности тороидальные фрезы для различных операций могут быть заменены фрезами со сферическим концом.

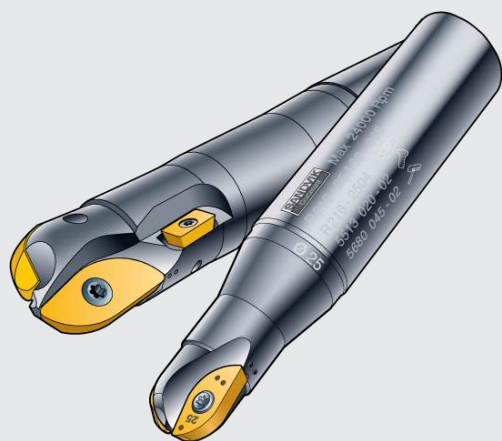
- Решение превосходящее по производительности копировальную обработку трехмерных поверхностей.
- Большая величина снимаемого радиального припуска требует меньшее количество проходов.
- Высокая эффективность инструмента - до шести режущих кромок на пластине.



- Тороидальная форма фрезы позволяет при небольшой глубине резания увеличить подачу на зуб, так как резание осуществляется периферийной частью инструмента.
- Наилучшая шероховатость обрабатываемой поверхности.

CoroMill® 216 со сферическим концом

Для черновой и получистовой профильной обработки



M	D_3	+0.07 -0.23
E	D_3	+0.0 -0.20



- Фреза с двумя зубьями для высокопроизводительного и профильного фрезерования
- Глубина резания до 44 мм
- Подача на зуб до 0.6 мм

Варианты пластин

- M** - обеспечивают высокий уровень надежности работы фрезы и воспринимают высокую нагрузку на режущую кромку
- E** - имеют острую режущую кромку и предназначены для достижения высокой точности получистовой обработки

Точение

В

Отрезка и обработка канавок

С

Нарезание резьбы

Д

Фрезерование

Е

Сверление

Ф

Растачивание

Г

Инструментальная оснастка

Н

Материалы

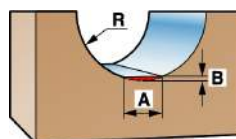
И

Информация/Указатель

	Цилиндрический хвостовик	Weldon	Сменные головки
Диаметр фрезы (D_3), мм	10 – 32	12 – 50	10 – 32
Макс. глубина резания (a_p), мм	8.6 – 28.6	10.8 – 44.6	8.6 – 28.6
Обрабатываемый материал			

Геометрии пластины

ISO	M
P	-M
M	-M
K	-M
N	-M
S	-M
H	-M



Ограничения

При фрезеровании паза профиль основания не имеет идеальную форму. Погрешность формы поверхности в виде лыски в месте, где фреза работает своим центром, снижается до минимума при использовании пластин с геометрией -E.

Точность режущей кромки

-M			-E		
R	A	B	R	A	B
5	-	-	5	0.15	<0.01
6	1.4	0.07	6	0.15	<0.01
8	1.7	0.09	8	0.15	<0.01
10	2.2	0.12	10	0.15	<0.01
12.5	3.0	0.1	12.5	0.15	<0.01
15	3.9	0.20	15	0.15	<0.01
16	3.5	0.22	16	0.15	<0.01
20	3.6	0.24	20	0.15	<0.01
25	3.8	0.26	25	0.15	<0.01

Области применения



Профильная обработка
D 68



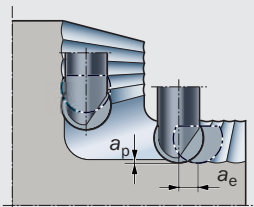
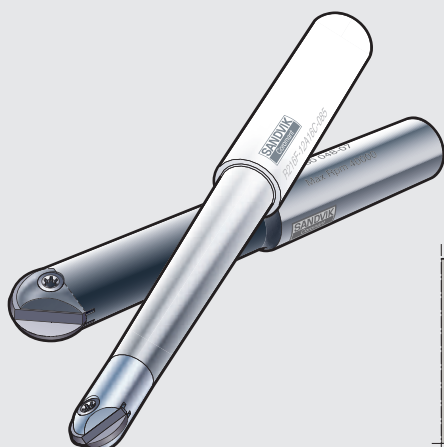
Фрезерование с врезанием
D 104



Фрезерование пазов
D 86

CoroMill® 216F со сферическим концом для чистовой обработки

Высокоточная профильная обработка



- Исполнение подобное цельнотвердосплавным концевым фрезам
- Стальной хвостовик для общей контурной обработки
- Жесткий твердосплавный хвостовик для обеспечения высоких точностных требований к обработанной поверхности
- Фрезерование заготовок с минимальным припуском под обработку
- Пластины для профильного фрезерования закаленных сталей

Цилиндрический хвостовик



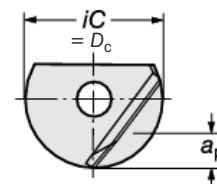
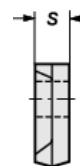
Диаметр фрезы (D_c), мм	8 – 32						
Размер пластин (iC), мм	8 10 12 16 20 25 30 32						
Допуск (iC), мм	+ 0/- 0.016						
Макс. глубина резания (a_p), мм	1.2 1.5 1.8 2.4 3.0 3.7 4.5 4.5						
Обрабатываемый материал	<table border="1"> <tr> <td>P</td> <td>M</td> <td>K</td> </tr> <tr> <td>N</td> <td>S</td> <td>H</td> </tr> </table>	P	M	K	N	S	H
P	M	K					
N	S	H					

Геометрии пластины

ISO	L
P	-L
M	-L
K	-L
N	-L
S	-L
H	-L

Исполнения пластин

R216F-xxx E-L геометрия пластин для чистовой обработки стали, нержавеющей стали и серого или чугуна с шаровидным графитом, алюминия, графита и износостойкого графита.



Примечание:

При использовании точной техники программирования обработки, на многих операциях, чистовые фрезы со сменной пластиной обеспечивают такую же высокую точность и качество обработки, как и цельные фрезы, зачастую на гораздо более высоких подачах.

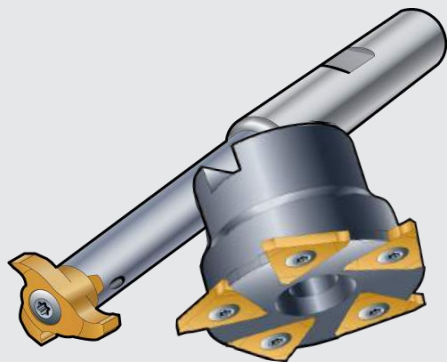
Области применения



Профильная обработка
D 68

CoroMill® 327 и CoroMill® 328

Универсальные инструменты различных диаметров и шагов для обработки невращающихся деталей














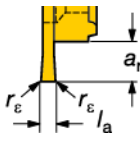
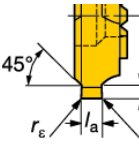
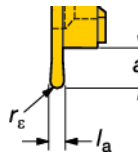
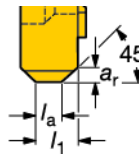
CoroMill® 327

- Прорезание внутренних канавок, фрезерование пазов и резьбофрезерование в отверстиях диаметром свыше 10 мм
- Простота и надежность торцевого крепления пластин
- Внутренний подвод СОЖ для облегчения отвода стружки

CoroMill® 328

- Прорезание наружных канавок, фрезерование пазов и резьбофрезерование
- Прорезание внутренних канавок, фрезерование пазов и резьбофрезерование в отверстиях диаметром свыше 39 мм
- Сменные пластины для высокопроизводительной, рентабельной обработки
- Пластины установлены в гнездах для безопасного и стабильного закрепления

CoroMill® 327

	Обработка канавок и канавок под стопорные кольца *	Обработка канавок под стопорные кольца с фаской *	Обработка радиусных канавок	Снятие фасок	Резьбофрезерование
					
Диаметр инструмента (D_c)	9.7 – 27.7	21.7	11.7 – 21.7	11.7 / 21.7	11.7 – 21.7
Макс. глубина резания (a_r), мм	6.5	2.0	4.5	1.7	2.5
Макс. ширина резания (l_a), мм	0.7 – 5.15	1.1 – 4.15	1.0 – 4.0	1.2 / 2.0	
Радиус (r_e)	0, 0.1, 0.2	0.1, 0.2	0.5 – 2.0	Без радиуса	
Количество пластин (z_n)	3, 6	3	3	3	3, 6
Обрабатываемый материал					
Профиль					Шар 1 – 4.5 V-профиль 60° (неполный профиль) Метрическая 60° (полный профиль) Whitworth 55° (полный профиль)








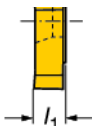
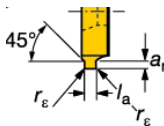
Стальные или цельнотвердосплавные хвостовики

CoroMill 327 выполняется со стальным или цельнотвердосплавным хвостовиками четырех типоразмеров длиной от 74 до 160 мм. Область применения:

- Стальные хвостовики для общей обработки при хороших условиях резания.
- Цельнотвердосплавные хвостовики для достижения низкого отклонения инструмента, позволяющие обеспечивать большие вылеты и снижать вибрации при обработке.



CoroMill® 328

	Обработка канавок под стопорные кольца *	Обработка канавок под стопорные кольца с фаской *	Резьбофрезерование
			
Диаметр инструмента (D_c), мм	39 – 80	39 – 80	39 – 80
Макс. глубина резания (a_r), мм	3.0 – 5.0	3.0	3.2
Макс. ширина резания (l_a), мм	1.3 – 5.15	1.1 – 5.15	
Радиус (r_e)	0.1, 0.15	0.1, 0.15	Без радиуса
Количество пластин (z_n)	2, 3, 5, 8	2, 3, 5, 8	2, 3, 5, 8
Обрабатываемый материал			
Профиль			Шаг 1.5 – 6 V-профиль 60°

*) Для CoroMill 327 и CoroMill 328 - ширины и допуски указываются по DIN 471/472.

Коррекция на радиус

В случае, когда программируется подача центра инструмента, периферийная подача может быть слишком высока.

Убедитесь, что программа учитывает коррекцию на радиус инструмента, для того, чтобы правильно задать подачу.

За дополнительной информацией о программировании при резьбофрезеровании обратитесь к разделу Фрезерование пазов на странице D 98.

Обслуживание инструмента - CoroMill® 327

Очистите посадочное место перед использованием для обеспечения максимальной поверхности соприкосновения с пластиной.

В случае использования нового хвостовика несколько раз закрепите и раскрепите пластину винтом перед использованием.

Области применения



Прорезание неглубоких пазов и канавок
D 86



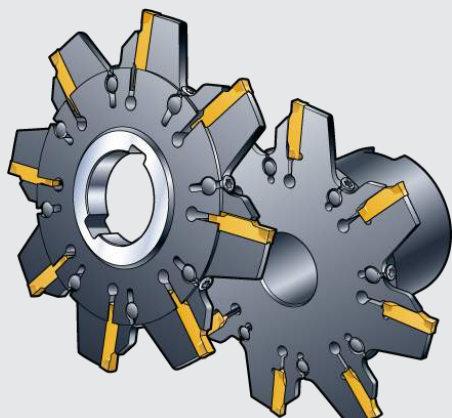
Резьбофрезерование
D 95



Снятие фаски
D 126


CoroMill® 329

Инструмент для обработки канавок



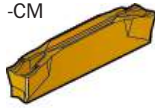
- Первый выбор для глубины резания ≤ 18 мм
- Универсальный инструмент для изготовления точных пазов, канавок с прямолинейным дном и отрезки
- Пластины, установленные по линии, обеспечивают отличную эвакуацию стружки на высоких подачах

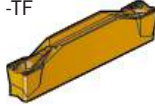


Диаметр фрезы (D_c), мм	125 – 160
Макс. ширина резания (a_p), мм	2.5 – 4.0
Макс. глубина резания (a_r), мм	18
Обрабатываемый материал	

Рекомендации по выбору геометрии пластин

CoroMill 329 используется с двухсторонними пластинами CoroCut с V-образной направляющей.

-CM  Первый выбор -CM геометрия для всех материалов.

-TF  Хороший контроль за стружкообразованием и чистой поверхности благодаря эффекту *wiper* (наличие зачистной кромки).



Во фрезе CoroMill 329 для надежного и безопасного закрепления пластины применяется крепление винтом. Поместите большой палец на пластину и нажатием поместите пластину в посадочное гнездо. Используйте отвертку (Torx Plus) для закрепления (раскрепления) пластины.

Области применения



Прорезание неглубоких пазов и канавок D 90

T-Max® Q-Cutter

Фрезы для прорезки пазов и отрезки



- Дополнительный инструмент для прорезки узких пазов, канавок с прямолинейным дном и отрезки
- Пластины, установленные по линии, обеспечивают отличную эвакуацию стружки на высоких подачах
- Дополнительный инструмент для глубокой отрезки

Tailor Made




- Существует возможность изготовления инструмента с требуемыми изменениями

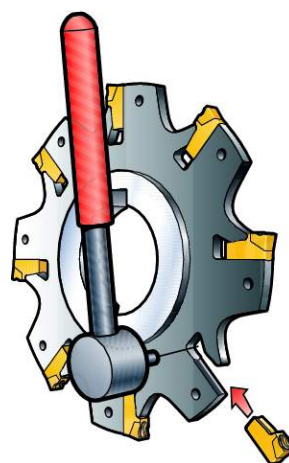


Диаметр фрезы (D_c), мм	80 – 315
Макс. ширина резания (a_p), мм	6.0
Макс. глубина резания (a_r), мм	119
Обрабатываемый материал	

Рекомендации по выбору геометрии пластин

T-Max Q-Cutter используется с пластинами Q-Cut.

- AA  Предпочтительно использовать точные пластины 330.20 AA, геометрия и сплав которых предназначены для выполнения фрезерных операций.
- 4E  Используйте N151.2-4E для низкоуглеродистых сплавов.
- 5E  Используйте N151.2-5E для меди и алюминия.



Используйте специальный ключ для быстрой установки пластины.

Области применения



Прорезка пазов
D 86

CoroMill® 331



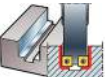


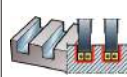
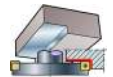





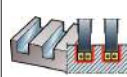
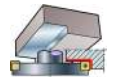





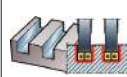
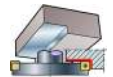





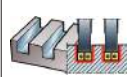
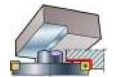


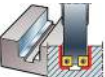

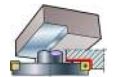


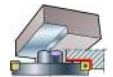
Широкоуниверсальная торцево-цилиндрическая фреза для точной обработки



- Подпружиненные кассеты обеспечивают простоту регулировки по ширине
- Фрезы поставляются с допуском по ширине 0.01 мм. Для достижения меньшего допуска используйте пластины с допуском E
- Круглые варианты исполнения пластин и широкий ассортимент радиусов
- Пластины с 8 кромками для торцевых операций. Угол в плане 88°
- Нормальный шаг, фиксированное положение пластин
- Хороший отвод стружки благодаря большому объему стужечных канавок

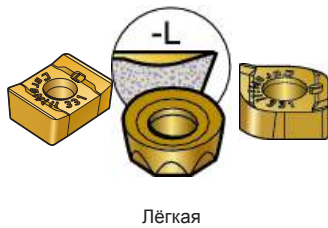
Обозначение инструмента см. на стр. D 177.

Операции

Фреза и тип пластины Диаметр фрезы (D _c) мм	Макс. ширина резания (a _p), мм	Прорезка пазов/ Отрезка	Двойное двухстороннее фрезерование	Фрезерование уступов	Торцевое фрезерование	Фрезерование набором фрез	Фрезерование поднутрений	Расфрезерование
N331.35-...S... 	10							
40 – 125		●		●	●	●	●	●
N331.32-...S... 	26.5							
80 – 315		●		●	●	●	●	●
N331.32-...Q... 	26.5							
80-315		●		●	●	●	●	●
N331.32-...A... 	10							
40-100		●		●	●		●	●
N331.52-...S... 	33.8							
200-315			●		●		●	
N331.32-...Q... N331.32-...S... 	10.1							
60-315					●		●	

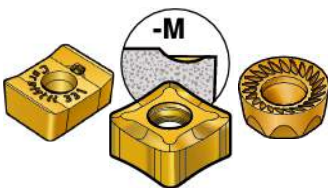
Геометрия пластин и сплавы

Большие положительные углы



Лёгкая

Обработка с небольшим припуском
Низкие усилия резания
Малые подачи
Жесткий допуск



Средняя

Универсальна для большинства случаев обработки

Усиленная режущая кромка



Тяжёлая

Тяжелое фрезерование
Наивысшая надежность
Большие подачи

Геометрии пластин

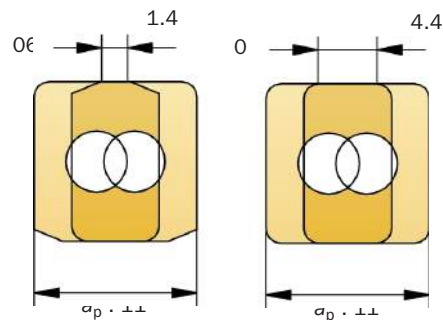
ISO	L	M	H
P	-PL	-PM	-PH
M	-ML	-MM	
K	-KL	-KM	-KH
N	-NL		
S	-ML	-MM	
H	-PL	-PM	-PH

Уменьшение длины режущей кромки для Tailor Made пластин

При обработке паза работайте фрезой, настроенной на наименьшую в диапазоне ширину реза. При этом существует опасность появления зарезов.

Уменьшение длины режущей кромки приведет к уменьшению длины её контакта с заготовкой. Это в свою очередь обеспечит лучший контроль за стружкообразованием и на 10% снизит затраты мощности станка.

Tailor Made пластины с измененной длиной режущей кромки доступны по заказу.

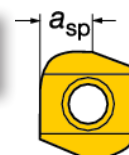


Tailor Made пластина с уменьшенной длиной режущей кромки

Стандартная пластина размером 08

Вычисление длины режущей кромки:

$$a_{sp} = \frac{a_p}{2} + 0.2$$



Дополнительная информация о фрезях CoroMill 331 указана: Фрезерование пазов с использованием маховика см. на стр. D 89. Фрезерование поднутрений на закрытых уступах, страница D49.

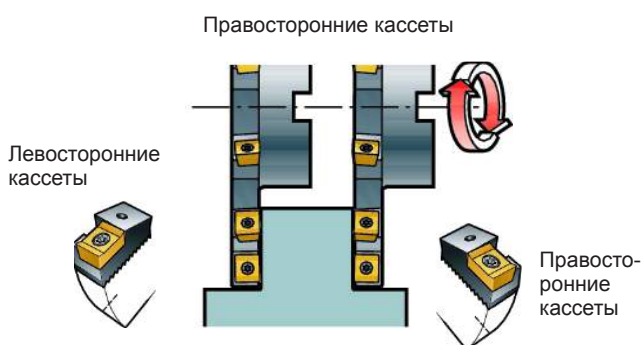
Размер пластины	2-кромочные Радиус пластины, r_e							Размер пластины	8-кромочные Радиус пластины, r_e	
	0.5	0.8	1.52	2.29	3.05	4.83	6.35		0.8	2.0
04								13		
05										
08										
11										
14										

Форма пластин

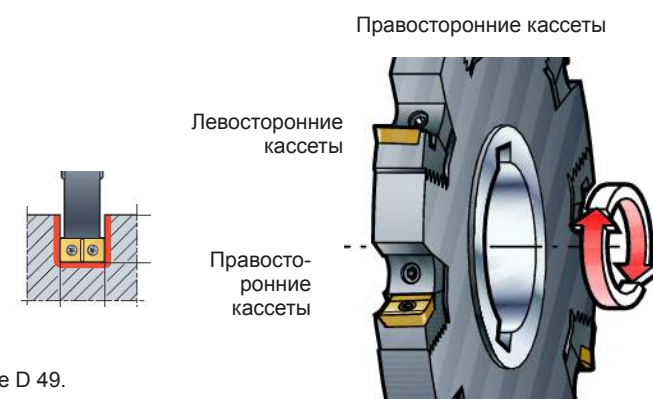
Большинство пластин выполняется в нейтральном исполнении (N). Скругленные пластины выполняются также нейтральными, но, в случае, когда радиус велик, также выпускаются в левостороннем (L) или правостороннем (R) исполнениях.

Корпуса фрез, кассеты и пластины в различных сочетаниях для выполнения всех операций

Двухстороннее фрезерование



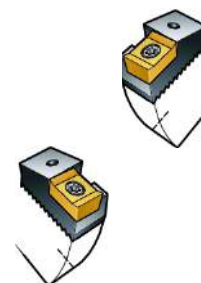
Трехстороннее фрезерование



Дополнительная информация о выборе пластин указана на странице D 49.

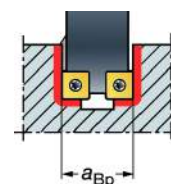
Кассеты для пластин с радиусом менее 1.55 мм

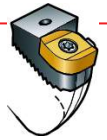
Ширина	Размер пластины	Левосторонние кассеты	Левосторонние кассеты
CM, 6-8	04	5321 240-15	5321 240-16
DM, 8-10	05	5321 240-13	5321 240-14
EM, 10-12	08	5321 240-01	5321 240-02
FM, 12-15	08	5321 240-03	5321 240-04
KM, 15-17.5	11	5321 240-07	5321 240-08
LM, 17.5-20.5	11	5321 240-07	5321 240-08
QM, 20.5-23.5	14	5321 240-09	5321 240-10
RM, 23.5-26.5	14	5321 240-09	5321 240-10
QM, RM с квадратными пластинами	13	5321 260-01	5321 260-02



Кассеты для двухстороннего и торцевого фрезерования

	Ширина (a_{BP}), мм	Размер пластины	Правосторонние кассеты	Левосторонние кассеты
MM, MMR/L a_{BP}	27.2-30.2	11	5321 240-05	5321 240-06
NM, NMR/L a_{BP}	30.8-33.8	11	5321 240-07	5321 240-08





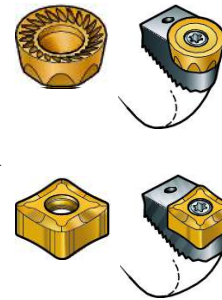
Кассеты для пластин с радиусом 1.55 - 6.50 мм

* Правосторонняя кассета = RC
Левосторонняя кассета = LC

x			A		B		D		E	
	Радиус пластин		1.55 - 2.60		2.61 - 3.50		4.51 - 5.50		5.51 - 6.50	
Корпус фрезы	Ширина (a _p), мм	Размер пластины	* RC	* LC	* RC	* LC	* RC	* LC	* RC	* LC
	CMx	6.0-8.0	04	5321 240-15.11	5321 240-16.11	-	-	-	-	-
DMx	8.0-10.0	05	5321 240-13.11	5321 240-14.11	5321 240-13.22	5321 240-14.22	-	-	-	-
EMx	10.0-12.0	08	5321 240-01.11	5321 240-02.11	5321 240-01.22	5321 240-02.22	-	-	-	-
FMx	12.0-15.0	08	5321 240-03.11	5321 240-04.11	5321 240-03.22	5321 240-04.22	-	-	-	-
KMx	15.0-17.5	11	5321 240-07.11	5321 240-08.11	5321 240-07.22	5321 240-08.22	5321 240-07.44	5321 240-08.44	5321 240-07.55	5321 240-08.55
LMx	17.5-20.5	11	5321 240-07.11	5321 240-08.11	5321 240-07.22	5321 240-08.22	5321 240-07.44	5321 240-08.44	-	-
QMx	20.5-23.5	14	5321 240-09.11	5321 240-10.11	5321 240-09.22	5321 240-10.22	5321 240-09.44	5321 240-10.44	5321 240-09.55	5321 240-10.55
RMx	23.5-26.5	14	5321 240-09.11	5321 240-10.11	5321 240-09.22	5321 240-10.22	5321 240-09.44	5321 240-10.44	-	-
Коррекция радиуса корпуса фрезы			-		2.0		4.0		5.0	

Кассета для квадратных и круглых пластин

Корпус фрезы	Ширина (a _p), мм	Размер пластины	Нейтральная кассета	Коррекция радиуса корпуса фрезы
Круглые				
EMQ	10.0-12.0	10	5321 250-02	4
FMQ	12.0-15.0	12	5321 250-03	5
KMQ	15.0-17.5	16	5321 250-05	6
Квадратные				
QM, RM		13	Правосторонняя кассета 5321 260-01	Левосторонние кассеты 5321 260-02



Пример

Заказ фрезы для фрезерования паза шириной 14 мм и радиусом в углах паза 3 мм:

Диаметр фрезы должен быть 125 мм и типом крепления - отверстие со шпонкой.

1. Выбор фрезы

Код: N331.21-125S40FM 14.00

Эта фреза имеет 10 пластин и 10 соответствующих кассет.

2. Выбор кассеты

Из колонки таблицы "Кассеты для пластин с радиусом 1.55-6.50 мм" Вы видите, что буква "B" должна быть добавлена в код заказа фрезы:

N331.21-125S40FMB 14.00

Фреза заказанная с таким обозначением будет поставлена с 5 правосторонними кассетами, тип 5321240-03.22, и 5 левосторонними, тип 5321240-04.22. В данных кассетах могут быть использованы пластины радиусом 2.61-3.50 мм. Фреза будет настроена в размер 14 мм +/- 0.01 по ширине.

Примечание: В случае, если радиус пластин/кассет (для радиуса более r_ε 2.61 мм, и круглых пластин) используется в корпусе фрезы, изначально заказанном для пластин с меньшим

радиусом, то корпус фрезы должен быть изменен. Величина, на которую должен быть изменен корпус фрезы, указан в таблице - "Изменение радиуса корпуса фрезы".

Те же самые изменения должны быть выполнены и с кассетами, изначально заказанными для пластин меньшего радиуса. Более подробную информацию можно найти в Основном каталоге в разделе Комплектующие.

3. Выбор пластин

10 пластин размером 08 будут вставлены во фрезу. 5 штук из них будут фрезеровать левую сторону паза и 5 правую. В этом случае, при большом радиусе пластин, они будут левыми и правыми:

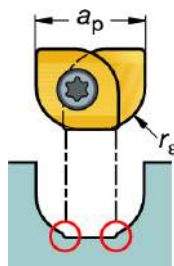
L331.1A-08 45 30 H-WL

R331.1A-08 45 30 H-WL

Ограничения при использовании пластин с большими радиусами скруглений

Фрезерование пазов

Размер пластины	Расчет - a_p
04	$a_p = r_e + 4.6$
05	$a_p = r_e + 6$
08	$a_p = r_e + 8$
11	$a_p = r_e + 11$



Отклонение от формы в основании паза.

Настраивая фрезу с пластинами большого радиуса скругления на наименьшую в диапазоне ширину, есть опасность появления зарезов при сопряжении с радиусом.

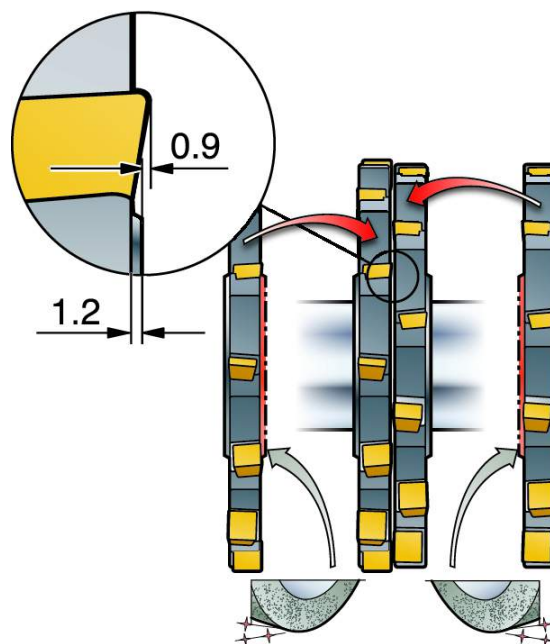
Набор фрез для обработки широких пазов

Фрезы с типом крепления "Отверстие со шпонкой" могут быть установлены вместе для фрезерования широкого паза. Предпочтительно использовать фрезы с двумя пазами под шпонки, чтобы зубья фрез располагались в шахматном порядке.

Дополнительную информацию можно найти в разделе Фрезерование пазов на странице D 90.

Совместная установка двух стандартных фрез

- Одну сторону ступицы каждой фрезы необходимо подшлифовать, как показано на рисунке.
- Ступица фрезы 1 должна быть подшлифована с правой стороны. Фреза 2 наоборот имеет стандартную ступицу с левой стороны и шлифованную с левой. Фрезы собираются вместе шлифованными сторонами внутрь.
- Торцы шлифуются на расстоянии 1.2 мм от корпуса. Пластины должны быть установлены на 0.9 мм шире от шлифованного торца для полного перекрытия.



Осевая ширина резания, a_p :

Большая ширина резания повышает стабильность работы фрезы, но, в то же время, обуславливает необходимость в обеспечении легкой эвакуации стружки.

Радиальная глубина резания, a_e :

Обычно, стандартные фрезы CoroMill 331 фрезеруют пазы, глубина которых не превышает ширину фрезы больше, чем в 4 раза.

Более глубокая обработка требует повышения эффективности отвода стружки. Поэтому возникает необходимость в изготовлении фрез Tailor Made или специальной фрезы с увеличенными стружечными канавками.

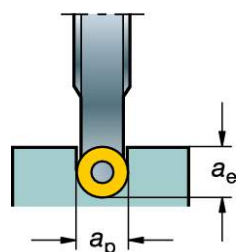
На глубину резания влияет диаметр оправки, на которой закреплена фреза, так как существует риск перегрузить шпонки на оправке.

Материал обрабатываемой заготовки в большой степени определяет требования к условиям обработки.

Улучшение эвакуации стружки

Рекомендации по обработке пазов круглыми пластинами

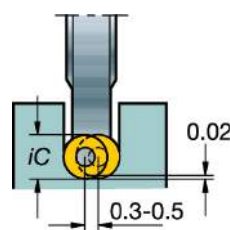
a_e макс. $iC/2$



Макс. осевая глубина резания a_p , = размер пластины ($iC/2$)
Макс. радиальная глубина резания a_e , = a_p

Примечание: Длина контакта режущей кромки с заготовкой 180° .

a_e более чем $iC/2$



$$z_{\text{eff}} = \frac{z_n}{2}$$

Для пазов глубже $iC/2$, рекомендуется смещение каждой пластины на 0.5 мм. Это приведет к расширению паза на 0.5 мм и уменьшит длину контакта каждой пластины до 90° , обуславливая тем самым лучшее формирование и отвод стружки, уменьшение вибраций и потребляемой мощности.

Количество эффективных зубьев, z_c :

Трёхстороннее фрезерование: $z_c = z_n/2$

Двухстороннее фрезерование: $z_c = z_n$

Taylor Made и специальные инструменты для широких пазов

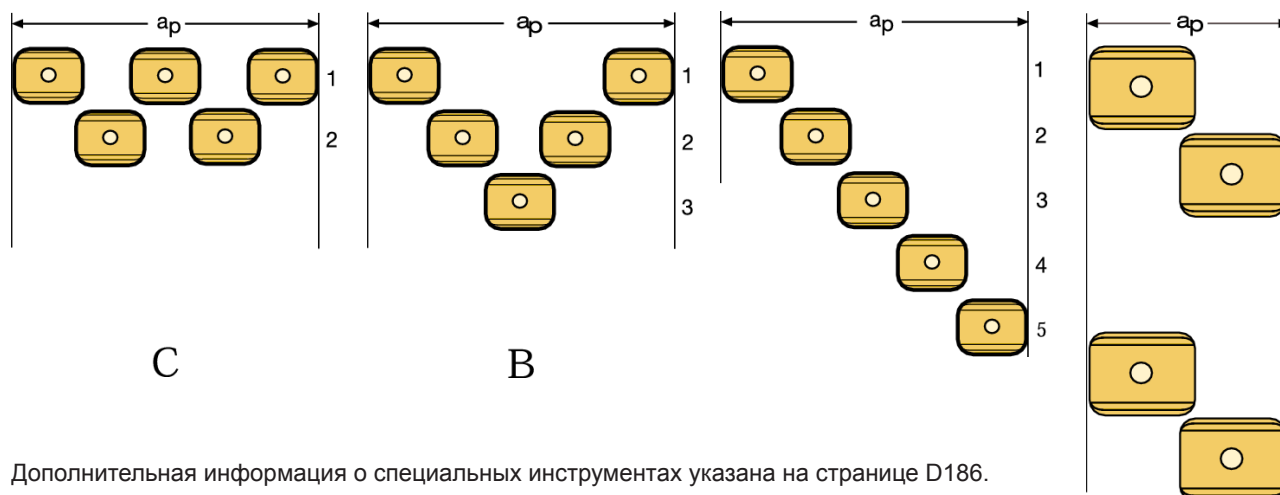
Стандартная фреза CoroMill 331 изготавливается максимум с двумя рядами эффективных зубьев.

По программе Taylor Made фрезы могут иметь до 14 пластин размером 8 мм (Ø8) в ряду эффективных зубьев, обеспечивая ширину фрезерования до 105 мм.

В рамках программы Taylor Made и в качестве специального инструмента существует возможность изготовить фрезу с необходимым расположением пластин.

Во фрезе может быть уменьшено количество эффективных зубьев для снижения усилий резания, подачи стола при сохранении значения подачи на зуб. Это актуально при применении инструмента на недостаточно жестком оборудовании, нежестком закреплении инструмента или заготовки, большом вылете инструмента.

Taylor Made и специальные фрезы



Дополнительная информация о специальных инструментах указана на странице D186.

Установка и регулировка

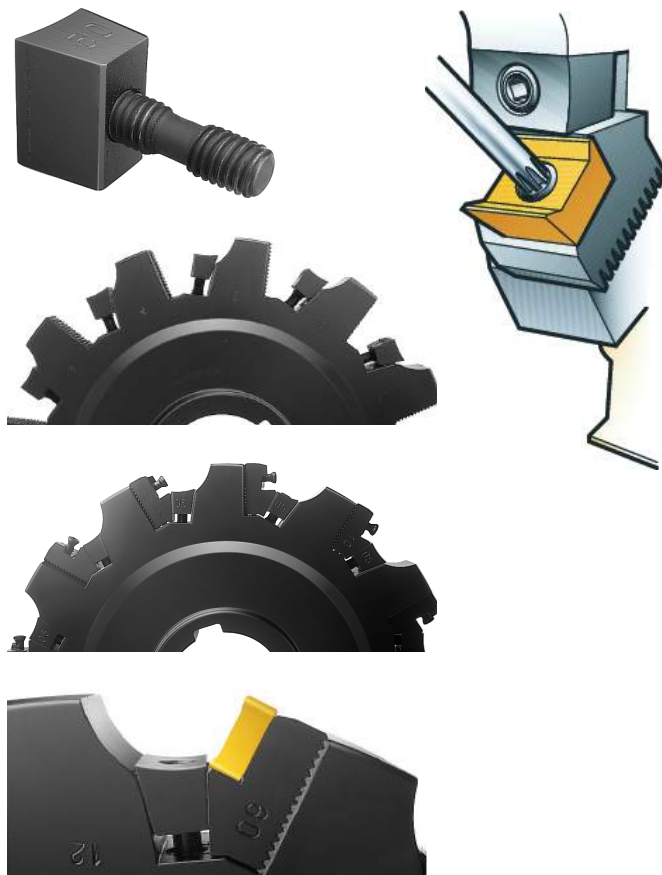
Необходимое оборудование:

- Индикатор
- Проектор

Установка

Примечание: Используйте эти инструкции, когда фреза полностью снята со станка для очистки или ремонта.

1. Нанесите смазку Molykote на заходную часть резьбы винта клина.
2. Предварительно закрепите винт с тыльной стороны клина.
3. Установите в корпус все клинья без затяжки винтов.
4. Нанесите смазку Molykote на винты режущих пластин.
5. Затяните винты пластин на 3-5 оборотов в кассеты.
6. Установите кассеты в корпус.
7. Убедитесь, что кассеты полностью прилегают к гнезду корпуса.
8. Убедитесь, что все кассеты установлены так, что их положение относительно клиньев в осевом направлении находилось в пределах ± 0.1 мм.
9. Закрепите клинья винтами, следуя рекомендованному моменту затяжки = 6 Нм.
(Для фрез диаметром менее 110 мм = 5 Нм).
10. Убедитесь в том, что винты клиньев не выступают.
11. Для фрез диаметром 127 мм и менее, необходимо проверить, не выступают ли винты со стороны посадочного диаметра.
12. Ослабьте винты клиньев.
13. Затяните все винты клиньев, соблюдая рекомендованный момент затяжки = 4 Нм.
(Для фрез диаметром менее 110 мм = 3 Нм).



Установка пластин

1. Перед установкой пластины всегда очищайте посадочное гнездо.
2. Убедитесь, что пластины полностью прилегают к поверхности посадочного гнезда.
3. Затяните винты клиньев.
4. Нанесите смазку Molykote на винты режущих пластин.
5. Регулировка фрез CoroMill 331 достаточно проста. Её точность ограничивается только точностью прибора, с помощью которого осуществляется настройка.
6. Регулировку фрез CoroMill 331 рекомендуется проводить с помощью индикатора или проектора. Используйте формулу для расчета высоты блока измерительных плиток для настройки индикатора.

Настройка индикатора на ноль:

$$\frac{E + a_p}{2}$$

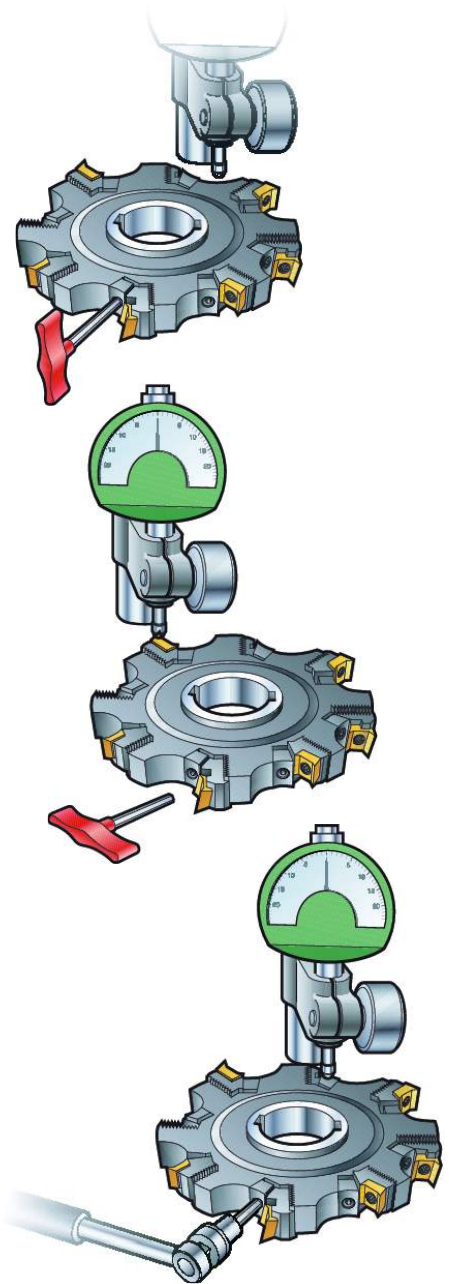
E = Ширина ступицы фрезы
 a_p = Ширина резания





1. Ослабьте винт клина на 0.5 оборота.
2. Сдвиньте кассету, чтобы она выступала из корпуса.
3. Положите фрезу на диабазовую плиту. Установите ножку индикатора на ленточку режущей кромки пластины.
4. Перемещайте кассету до тех пор, пока стрелка индикатора не достигнет нуля.
5. Затяните винт.
6. Повторите процедуру, перевернув фрезу, а затем затяните все винты с рекомендуемыми крутящими моментами (смотри таблицу справа).

Диаметр, (мм)	Момент закрепления, (Нм)
80-100	5
125-315	6



Примечание: Для избежания деформации фрез диаметром 80 мм закрепление производится в три этапа:

- a: Предварительное закрепление всех винтов.
- b: Закрепление с моментом 4 Нм.
- c: Окончательное закрепление с моментом 5 Нм.

7. Ослабьте винт клина на 1 оборот.
8. Установите кассеты так, чтобы они равномерно выступали с обеих сторон фрезы.
9. Настройте кассеты на одной стороне фрезы, чтобы показания индикатора равнялись нулю, и практически отсутствовало биение.
10. Затяните винты.
11. Установите кассеты на другой стороне фрезы, чтобы обеспечить требуемую ширину резания.

Обозначение фрез

32. = Трёхстороннее фрезерование, кассетное исполнение
 35. = Трёхстороннее фрезерование, фиксированное положение пластин
 52. = Двухстороннее фрезерование, кассетное исполнение

Диаметр

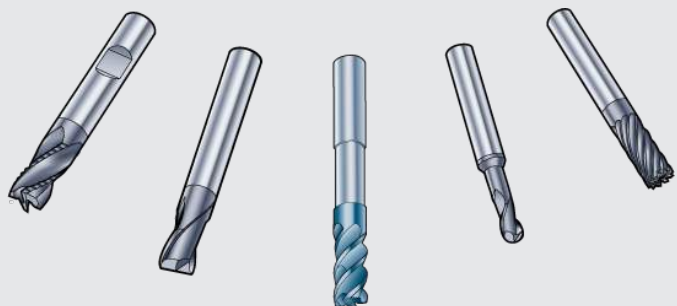
N **331** **.32** – **200** **Q40** **CM** — Ширина паза

R = Правая
 N = Нейтральная
 L = Левая

Тип крепления и размер
 A = Цилиндрический хвостовик
 S = Отверстие со шпонкой
 Q = Крепление на оправке

CoroMill® Plura

Цельные твердосплавные фрезы для высокопроизводительной обработки всех видов материалов на всех операциях



Tailor Made

– Оптимизированные геометрии для черновой, чистовой, профильной обработок, снятия фасок и резьбофрезерования

– Переменная глубина стружечной канавки (VDF) обеспечивает оптимальное сочетание жесткости сердцевины фрезы и достаточного объема стружечной канавки














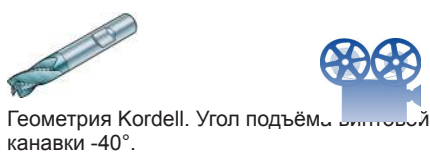








– Инструмент оптимальной жесткости для чистовых и суперфинишных операций



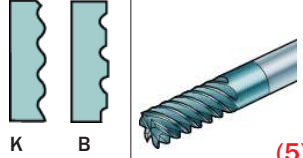
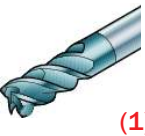


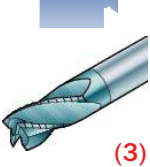
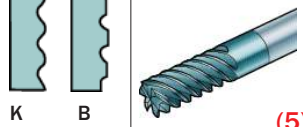





– Высокая производительность для всех видов материалов и операций













– Существует возможность изготовления инструмента с требуемыми изменениями – специальный или инструмент Tailor Made.

Области применения

В зависимости от операции, используйте эту таблицу для правильного подбора CoroMill Plura.

Метод	Первый выбор
<p>(1) Обычное, черновое, получистовое фрезерование</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Фрезерование уступов D 42</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Фрезерование пазов D 85</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Торцевое фрезерование D 55</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  <p>Фрезерование с осевой подачей D 116</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Фрезерование глубоких пазов D 100</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Фрезерование с врезанием D 100</p> </div> </div>	 <p>Переменная глубина стружечной канавки. Угол подъема винтовой канавки -50°.</p>
<p>(2) Черновая обработка, фрезерование с большими подачами</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Торцевое фрезерование D 55</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Фрезерование с врезанием D 100</p> </div> </div>	 <p>Фреза для работы с большими подачами. Угол подъема винтовой канавки -50°.</p>
<p>(3) Черновая обработка</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Фрезерование уступов за несколько проходов D 85</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Фрезерование глубоких пазов D 100</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Фрезерование с врезанием D 100</p> </div> </div>	 <p>Геометрия Kordell. Угол подъема винтовой канавки -40°.</p>
<p>(4) Профильная обработка</p> <p>Черновая обработка</p> <div style="text-align: center;">  <p>Фрезерование глубоких пазов D 100</p> </div>	 <p>Фрезы с радиусом на уголках, переменная глубина стружечной канавки. Угол подъема винтовой канавки -50°.</p>
<p>Получистовая и чистовая обработки</p> <div style="text-align: center;">  <p>Профильное фрезерование D 66</p> </div>	 <p>Фреза со сферическим концом. Угол подъема винтовой канавки -30°.</p>
<p>(5) Чистовая обработка</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Фрезерование уступов D 42</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Торцевое фрезерование D 55</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Винтовая интерполяция D 100</p> </div> </div>	 <p>Многолезвийная фреза. Угол подъема винтовой канавки -50°.</p>

	Первый выбор	Дополнительно			
					
Исполнение	50° переменная глубина стружечной канавки (1)	Обычное	Фреза для работы с большими подачами (2)	Геометрия Kordell (3)	Многолезвийная (5)
Операции	Типовые операции	Типовые операции	Черновая обработка	Черновая обработка	Чистовая обработка
Геометрия	P, H	A, P, N	P, H	B, K, U	H, L
Угол подъема винтовой канавки (градусы)	50°	25°, 30°, 45°	50°	30°, 40°, 45°	30°, 50°, 60°
Диаметр фрезы (D_c)	2 – 25	1 – 25	4 – 20	6 – 25	3 – 20
Макс. глубина резания (a_p), мм	7.0 – 54.0	3.0 – 90.0	0.2 – 1.3	7.0 – 45.0	8.0 – 38.0
Радиус на уголках (r_e), мм	0.2 – 4	Отсутствует	0.5 – 2	Отсутствует	0.5 – 2
Количество зубьев (z_n)	3, 4, 5	2, 3, 4, 5, 6	4	3, 4, 5, 6, 8	2, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16
Обрабатываемый материал					
Дополнительная информация	С возможностью сверления Различный шаг Со стружкоделительными канавками или без, радиус	С режущей кромкой у центра	Отсутствие режущей кромки у центра	С режущей кромкой у центра или без Со стружкоделительными канавками или без	Отсутствие режущей кромки у центра

						
Исполнение	С радиусом на уголках	Сферическая (4)	Фасочные фрезы 45°, 60°	Фрезерование пазов	Плоский торец	Шаг 0.5 – 3
Операции	Фрезерование закаленных деталей	Профильное фрезерование	Фрезерование фасок	Фрезерование шпоночных пазов	Точение фрезерованием*)	Резьбофрезерование*)
Геометрия	G	A, G, P, N	G	P	N	N, H
Угол подъема винтовой канавки (градусы)	30°	30°, 40°	0°	30°	30°	
Диаметр фрезы (D_c)	2 – 16	0.4 – 20	4 – 8	2 – 20	6 – 12	3.2 (M4) – 19 (M24)
Глубина резания (a_p), мм	2.0 – 16.0	0.4 – 45	0.5 – 7.4	3.0 – 20.0	10.0 – 16.0	8.4 – 50.0
Радиус на уголках (r_e), мм	0.2 – 3	0.1 – 10	0.5 – 6	Отсутствует	0.5 – 1	
Количество зубьев (z_n)	2, 4	2, 3, 4	3, 4, 5, 6	2, 3	4	3, 4, 5, 6
Обрабатываемый материал						
Дополнительная информация	С режущей кромкой у центра	С режущей кромкой у центра		С режущей кромкой у центра	С режущей кромкой у центра	Метрическая 60° Со стружкоделительными канавками или без

*) Дополнительная информация о Точении фрезерованием указана на странице D80, и Резьбофрезерованием на странице D95.

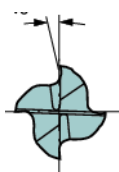
A
Точение
B
Отрезка и обработка канавок
C
Нарезание резьбы
D
Фрезерование
E
Сверление
F
Расширение
G
Инструментальная оснастка
H
Материалы
I
Информация/Указатель

Рекомендации по выбору геометрии

Геометрия P и N

- Предпочтительно использовать для обработки стали твёрдостью <48 HRc, нержавеющей сталей, титана, жаропрочных сплавов, чугуна и алюминия
- Прямые режущие кромки
- Диаметр сердцевины фрезы 50% (P) 60% (N)
- Положительный передний угол от 9° до 12° способствует уменьшению силы резания.

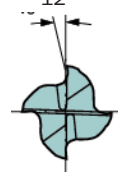
$$\gamma_0 = 9^\circ \text{ to } 12^\circ$$



Геометрия K

- Предпочтительно использовать для черновой обработки материалов твёрдостью <28 HRc
- Волнообразная поверхность инструмента способствует уменьшению размера стружки (Kordell)
- Диаметр сердцевины фрезы 60%, хорошее сочетание значений возникающих сил резания и удовлетворительного процесса удаления стружки
- Положительный передний угол от 9° до 12° способствует уменьшению силы резания.

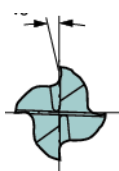
$$\gamma_0 = \text{от } 9^\circ \text{ до } 12^\circ$$



Геометрия L

- Предпочтительно использовать для чистовой обработки стали твёрдостью <48 HRc, нержавеющей сталей, титана, жаропрочных сплавов, чугуна и алюминия
- Прямые режущие кромки
- Диаметр сердцевины фрезы 70%, для повышения сопротивления изгибу
- Положительный передний угол от 4° до 6° способствует уменьшению силы резания.

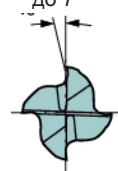
$$\gamma_0 = \text{от } 4^\circ \text{ до } 6^\circ$$



Геометрия V

- Альтернативный выбор для черновой обработки титана
- Прямые режущие кромки с зазубринами для уменьшения размера стружки
- Диаметр сердцевины фрезы 60% хорошее сочетание значений возникающих сил резания и удовлетворительного процесса удаления стружки
- Положительный передний угол от 4° до 7° способствует уменьшению силы резания.

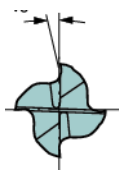
$$\gamma_0 = \text{от } 4^\circ \text{ до } 7^\circ$$



Геометрия G

- Предпочтительно использовать начиная от черновой заканчивая финишной обработкой сталей твёрдостью от 35 до 58 HRc
- Прямые режущие кромки
- Диаметр сердцевины фрезы 70%, для повышения сопротивления изгибу
- Передний угол от -3° до 3° способствует повышению прочности режущей кромки и мягкости процесса резания.

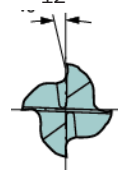
$$\gamma_0 = \text{от } -3^\circ \text{ до } 3^\circ$$



Геометрия U

- Предпочтительно использовать для обработки алюминия
- Волнообразная поверхность инструмента способствует уменьшению размера стружки (Kordell)
- Положительный передний угол от 9° до 12° способствует уменьшению силы резания.

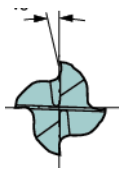
$$\gamma_0 = \text{от } 9^\circ \text{ до } 12^\circ$$



Геометрия H

- От черновой до суперфинишной обработки стали твёрдостью от 48 до 63 HRc
- Прямые режущие кромки
- Диаметр сердцевины >75% способствует повышению сопротивления изгибу
- Передний угол от -11° до -21° способствует повышению прочности режущей кромки.

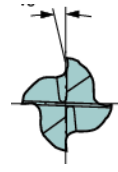
$$\gamma_0 = < -11^\circ$$



Геометрия A

- Альтернативный выбор для обработки алюминия
- Прямые режущие кромки
- Положительный передний угол от 12° до 15° способствует уменьшению силы резания.

$$\gamma_0 = \text{от } 12^\circ \text{ до } 15^\circ$$



Обозначение фрез

R 21 6 . 2 4 - 100 50 D C K 22 P

Расшифровка обозначения CoroMill Plura:

21 = Концевая фреза

6 = Сверление возможно

2 = C радиусом на уголках

4 = Число зубьев (z_n), 1-9, A если 10-32

100 = Рабочий диаметр в мм (D_c)

50 = Угол подъёма винтовой канавки в градусах (γ_p)

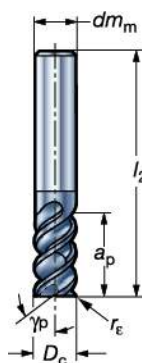
D = Радиус при вершине (r_ϵ)

C = Тип хвостовика

K = Длина хвостовика в мм (l_2)

22 = Макс. глубина резания в мм (a_p)

P = Тип геометрии



Используйте PluraGuide для подбора инструмента, назначения правильных режимов резания и программирования, C-2948:063.



Рекомендации по выбору количества зубьев

- Используйте 4 зуба для достижения высокой производительности
- Используйте 3 зуба для обеспечения стабильности процесса резания

Рекомендации по выбору сплава

ISO **P M K**

GC1620, GC1630, GC1640	Без охлаж- дения	С охлаждением
Чистовая	CG1620	CG1620
Получистовая	GC1630	GC1630
Черновая	GC1640	GC1640

ISO **N**

H10F	Без охлаж- дения	С охлаждением
Чистовая	H10F	CG1620
Получистовая	H10F	GC1630
Черновая	H10F	GC1640

ISO **S**

GC1620, GC1630, GC1640	Без охлаждения	С охлаж- дением
Чистовая		CG1620
Получистовая		GC1630
Черновая		GC1640

ISO **H**

GC1610, GC1620	Без охлаж- дения	С охлаждением
Чистовая	GC1610	
Получистовая		
Черновая	GC1620	

Переточка фрез CoroMill® Plura

Переточка цельнотвердосплавных фрез рекомендуется в случае, когда имеются сколы на режущей кромке или появляются отклонения формы и неудовлетворительное качество обработанной поверхности.

Максимально допустимые значения износа приведены в таблице ниже.

Диаметр инструмента (D_c), мм	4 – 6	7 – 9	10 – 14	15 – 20	25
Макс. значение износа диаметра, мм	0.05	0.07	0.09	0.14	0.20
Макс. значение износа уголков, мм	0.20	0.30	0.40	0.50	0.70

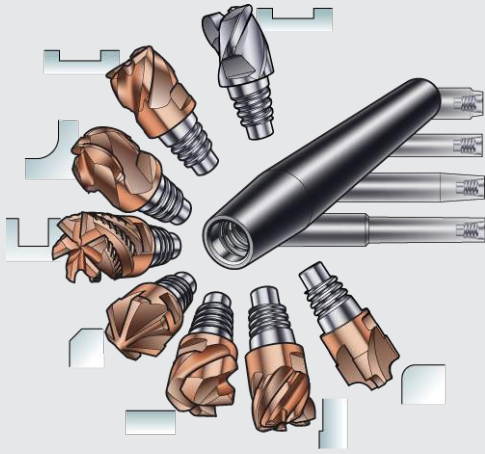
Примечание: в случае, если износ превышает указанные в таблице значения, длину инструмента возможно потребуется уменьшить. Если же износ значительно превышает допустимые значения, то восстановление может быть невозможным.



Обратитесь к Вашему региональному представителю Sandvik Coromant за дополнительной информацией о сервисе по переточке цельных твердосплавных фрез.

CoroMill® 316

























Система фрезерного инструмента со сменными головками



- Оптимизированные геометрии для чернового, чистового, профильного фрезерования и снятия фасок
- Система сменных твердосплавных головок с простой и быстрой заменой обеспечивает повышение уровня производительности
- Контакт головки и корпуса происходит по торцу и конусу
- Высокая изгибная прочность соединения
- В один корпус могут быть установлены различные головки, что сокращает номенклатуру используемого инструмента
- Широкий выбор корпусов обеспечивает возможность выбора оптимального сочетания геометрической проходимости инструмента и его стабильности

Области применения

Данная таблица поможет вам определиться с выбором типа фрезы CoroMill 316 в зависимости от конкретных требований.

Тип операции	Фреза первого выбора
<p>(1) Операции общего фрезерования, черновые и получистовые этапы обработки</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Фрезерование уступов D 42</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Фрезерование пазов D 85</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Торцевое фрезерование D 55</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  <p>Плунжерное фрезерование D 116</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Фрезерование карманов D 100</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Врезание под углом D 100</p> </div> </div>	 <p>Концевые фрезы с радиусом</p>
<p>(2) Черновое фрезерование с высокими подачами</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Торцевое фрезерование D 55</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Врезание под углом D 100</p> </div> </div>	  <p>Концевые фрезы для работы с высокими подачами</p>
<p>(3) Черновая обработка</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Фрезерование пазов D 85</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Фрезерование карманов D 100</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Врезание под углом D 100</p> </div> </div>	 <p>Концевые фрезы с геометрией Kordell</p>
<p>(4) Профильное фрезерование</p> <p>Черновая обработка</p> <div style="text-align: center;">  <p>Фрезерование карманов D 100</p> </div>	  <p>Концевые фрезы с большим радиусом при вершинах</p>
<p>Получистовая и чистовая обработка</p> <div style="text-align: center;">  <p>Профильное фрезерование D 66</p> </div>	 <p>Концевые фрезы со сферическим концом</p>
<p>(5) Чистовая обработка</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Фрезерование уступов D 42</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Торцевое фрезерование D 55</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Круговая интерполяция D 100</p> </div> </div>	 <p>Многозубые концевые фрезы</p>

	Первый выбор	Дополнение					
Конструкция	Радиус	Радиус	Высокие подачи	Геометрия Kordell	Со сферическим концом	Многозубая фреза	
Область применения	Общее фрезерование	Общее фрезерование	Черновое фрезерование	Черновое фрезерование	Профильное фрезерование	Чистовое фрезерование	
Геометрия	P	P	P	K	G	L	
Угол подъема винтовой линии (градусы)	50°	10°	40°, 50°	40°, 45°	10°, 40°	50°	
Сплав	GC1030	GC1030, H10F	GC1030	GC1030	GC1030, H10F	GC1030	
Диаметр фрезы (D_c)	10 – 25	10 – 16	10 – 25	10 – 25	10 – 25	10 – 25	
Мах глубина резания (a_p), мм	5.5 – 13	8 – 13	0.7 – 1.6	5.5 – 13.5	5.5 – 13	5.5 – 13.5	
Радиус (r_c), (диам. мм)	0.5 – 3 (диам. 10) 0.5 – 4 (диам. 12 – 20)	0 – 2.5 (диам. 10) 0 – 3 (диам. 12) 0 – 4 (диам. 16)	1.5 (диам. 10 – 12) 2 (диам. 16 – 20) 3 (диам. 25)	0.4 (все диам.)	5 (диам. 10) 6 (диам. 12) 8 (диам. 16) 10 (диам. 20) 12.5 (диам. 25)	0, 1 (диам. 10-12) 0, 1, 1.5 (диам. 16 – 25)	
Количество зубьев (z_n)	3, 4	2	4	4, 5, 6	2, 4	6, 8	
Обрабатываемый материал							
Дополнительная информация	С возможностью сверления	С возможностью сверления Крупный шаг Оптимизированный вариант	Отсутствие режущей кромки у центра	С возможностью сверления	С возможностью сверления	Отсутствие режущей кромки у центра С/без радиуса	

Конструкция	Фаска 15°, 30°, 45°, 60°	Фаска с радиусом	Радиус
Область применения	Снятие фасок	Снятие фасок	Фрезерование алюминия
Геометрия	G	G	U
Угол подъема винтовой линии (градусы)	0°, 10°	0°	45°
Сплав	GC1030	GC1030	H10F
Диаметр фрезы (D_c)	10 – 16	10 – 25	10 – 25
Мах глубина резания (a_p), мм	1.2 – 7.5	1.5 – 8	5.5 – 13
Радиус (r_c), (диам. мм)	Отсутствие радиуса	1.5 – 3 (диам. 10) 3 – 4 (диам. 12) 4 – 6 (диам. 16) 6 (диам. 20) 8 (диам. 25)	0 – 2.5 (диам. 10) 0 – 4 (диам. 12-25)
Количество зубьев (z_n)	2, 4, 6, 8	4	3
Обрабатываемый материал			
Дополнительная информация			С возможностью сверления С/без радиуса

Рекомендации по выбору геометрий

Подробная информация о геометриях твердосплавных фрез с разделе Фрезы CoroMill Plura на стр. D180.

Система обозначения

316 - 12 S M 3 50 - 120 05 P

Система обозначения сменных фрезерных головок:

12 = Размер соединения EN

S = Прямая 90°

M = Длина головки (средняя)

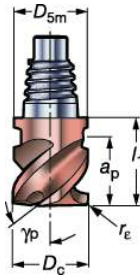
3 = Число стружечных канавок ($z_n = 3$)

50 = Угол подъема винтовой линии (γ_p)

120 = Рабочий диаметр фрезы, мм (D_c)

05 = Радиус при вершине ($r_e = 0.5$)

P = Геометрия



E12 - A 20 - S S - 120

Система обозначения корпусов:

E12 = Размер соединения EN

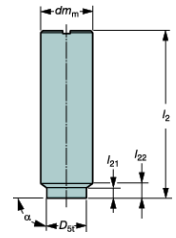
A = Цилиндрический хвостовик

20 = Диаметр корпуса, мм ($d_{mm} = 20$)

S = Тип корпуса (Прямой)

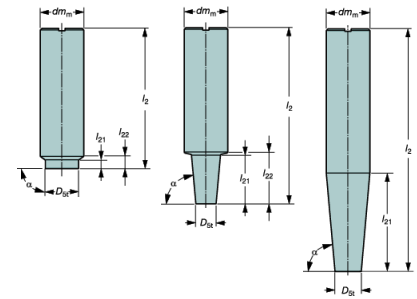
S = Материал корпуса (Сталь)

120 = Длина корпуса, мм (l_2)



Рекомендации по применению инструмента разной длины

Длина инструмента	$< 3 \times D_c$	$4 \times D_c$	$10 \times D_c$	$> 12 \times D_c$
	Стабильные условия Сравнимы с цельнотвердосплавным инструментом.	Достаточно стабильные условия Не такая жесткость, как у цельнотвердосплавного инструмента.	Нестабильные условия	Очень нестабильные условия
Стальной хвостовик	Все типы головок для различных операций.	Высокие подачи Профильная обработка Снятие фасок Фрезерование уступов Ограниченная обработка пазов	Высокие подачи Профильная обработка Снятие фасок Фрезерование уступов с ограничениями	Высокие подачи Профильная обработка Снятие фасок Не подходит для фрезерования уступов
Твердосплавный хвостовик	Все типы головок для различных операций.	Все типы головок для различных операций.	Высокие подачи Профильная обработка Снятие фасок Фрезерование уступов Ограниченная обработка пазов	Высокие подачи Профильная обработка Снятие фасок Фрезерование уступов с ограничениями



Материал: Сталь твердостью 43.5 HRC
Диаметр хвостовика: 10 – 32 мм
Тип корпуса: Прямой 90°, конический 80°, 85° и 89°
Длина корпуса: 65 – 250 мм

Материал: Твердый сплав
Диаметр корпуса: 10 – 25 мм
Тип корпуса: Прямой 90°, конический 89°
Длина корпуса: 100 – 200 мм

Размер соединения

Ключ

E10	5060 093-01
E12	5060 093-02
E16	5060 093-03
E20	5060 093-04
E25	5060 093-05



Рекомендации по числу зубьев

- Фреза с 4 зубьями обеспечит наивысшую производительность
- Фреза с 3 зубьями обеспечит наилучшую стабильность

Рекомендации по скоростям резания

CoroMill® 316 GC1030			$a_e \leq 1.0 \times D_c$ $a_p \leq 0.5 \times D_c$	$a_e \leq 0.3 \times D_c$ $a_p \leq 0.5 \times D_c$	$a_e \leq 0.005 \times D_c$
ISO	CMC	HB	v_c м/мин	v_c м/мин	v_c м/мин
P	01.1	125	190	280	630
	01.2	150	170	255	580
	01.4	210	150	225	510
	02.1	175	165	245	555
	02.2	300	100	150	340
	03.11	200	170	250	570
	03.22	380	80	120	280
M	05.11	200	70	110	240
	05.21	200	55	85	190
	05.51	230	45	70	155
K	07.1	130	120	180	395
	08.1	180	130	190	420
	08.2	245	110	160	380
	09.1	250	105	155	350
N	30.22	90	1000	1100	1300
S	20.22	350	25	35	80
	23.22	350	40	80	150

Рекомендации по подачам

CoroMill® 316 GC1030			$a_e \leq 1.0 \times D_c$ $a_p \leq 0.5 \times D_c$	$a_e \leq 0.3 \times D_c$ $a_p \leq 0.5 \times D_c$	$a_e \leq 0.005 \times D_c$
D_c мм	f_z мм/зуб		f_z мм/зуб		f_z мм/зуб
10	0.045		0.070		0.120
12	0.055		0.085		0.140
16	0.065		0.110		0.160
20	0.080		0.130		0.180
25	0.100		0.160		0.200



Для выбора инструмента и соответствующих режимов резания используйте PluraGuide с кодом заказа C-2948:063.

Дополнительные возможности

Программа Tailor Made

В рамках программы Tailor Made представлен инструмент стандартного ассортимента семейства CoroMill, но с измененными размерными или конструктивными параметрами, такими как размер пластин, количество зубьев, шаг фрезы и тип крепления, длина инструмента и т.д.

Инструмент с более существенными изменениями переходит в разряд специального и изготавливается по отдельному запросу.



Дополнением к стандартной программе инструмента является широкий выбор разнообразных твердосплавных концевых фрез CoroMill Plura в исполнении Tailor Made.

Специальный инструмент

Применение специально изготовленного фрезерного инструмента, способного заменить несколько стандартных позиций инструмента, оправдано в условиях массового производства. Также в нем может возникнуть необходимость при обработке деталей специфической формы, обработка которых невозможна при помощи стандартной номенклатуры фрез.

Фрезы CoroMill® с кассетами

Исполнение фрез CoroMill с кассетами, характерное для торцевых фрез среднего и большого диаметра, упрощает эксплуатацию фрезы и сокращает расходы на инструмент.

При этом существует возможность выбора таких параметров фрезы как ее размер, шаг и угол в плане, а также типоразмера пластин.

Сменные кассеты:

- Простота обслуживания и минимизация инструментальных затрат. В случае поломки необходимо заменить лишь отдельный элемент сборной конструкции.
- Простая регулировка фрезы для достижения оптимального качества обработанной поверхности.
- Клиновой механизм крепления кассеты в корпусе фрезы обеспечивает простую и быструю замену.
- Точная макро регулировка при помощи простого в эксплуатации приспособления.
- Возможность микро регулировки.
- При необходимости обеспечения низкого биения и высокой надежности обработки на высоких скоростях вращения используйте кассеты с рифленной опорной поверхностью.
- Рифления также гарантируют точность положения пластины в процессе регулировки.
- Широкий ассортимент доступных для заказа пластин: стандартные позиции, пластины wiper, пластины Tailor Made.

Существует возможность использовать стандартные кассеты в специальных корпусах или специальные кассеты в стандартных корпусах.



Трёхстороннее фрезерование

Но основе фрезы CoroMill 331 может быть изготовлено большое число вариантов фрез по индивидуальному заказу, в которых могут использоваться кассеты, стандартные пластины и пластины Tailor Made.

Фрезерование зубчатых колес

Специфическая область фрезерования, в которой Sandvik Coromant может предложить эффективное решение:

- Производительные инструменты для чернового и чистового фрезерования зубчатых колес.
- Фрезы для наружной и внутренней обработки с высокоточными пластинами.



Фрезы для черновой и чистовой обработки соответственно.

Обработка ротора компрессора

Обработка ротора другая область фрезерования, где Sandvik Coromant имеет большое преимущество в силу богатого опыта применения фрезерного инструмента по всему миру.

Черновая и получистовая обработка винтового ротора за один установ ведётся фасонными фрезами. Данные фрезы не являются стандартными позициями, а проектируются и изготавливаются в соответствии с индивидуальными требованиями заказчика.

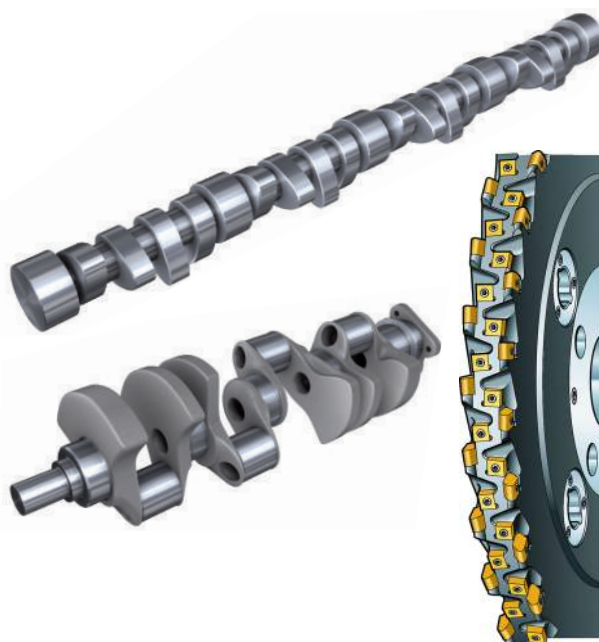


Фрезерование коленчатого и распределительного валов

Очень короткий цикл обработки, высокое качество деталей и высокая надежность процесса обработки делают фрезерование кулачковых валов экономически оправданным методом обработки. Данная операция выполняется при помощи двух фрез, установленных на одном станке, и предполагает одновременную обработку всех элементов вала – коренных и шатунных шеек, щечек и фланцев.

Фрезерование способно обеспечить высокое качество поверхности и высокую геометрическую точность, что исключает необходимость в шлифовании шеек под подшипники, а подразумевает лишь окончательную полировку этих поверхностей.

Простая конструкция корпуса фрезы и надежная система сменных кассет в сочетании с пластинами Tailor Made обеспечивают высокую надежность и экономическую эффективность операций фрезерования коленвала.



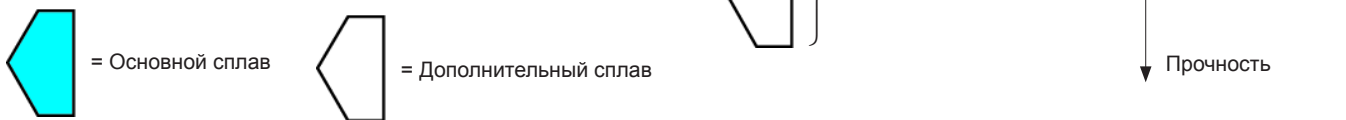
Информация о сплавах

Все режущие материалы можно разделить на две группы, основные и дополнительные. Марки инструментальных сплавов представлены на диаграмме ISO/ANSI в зависимости от их износостойкости и прочности.

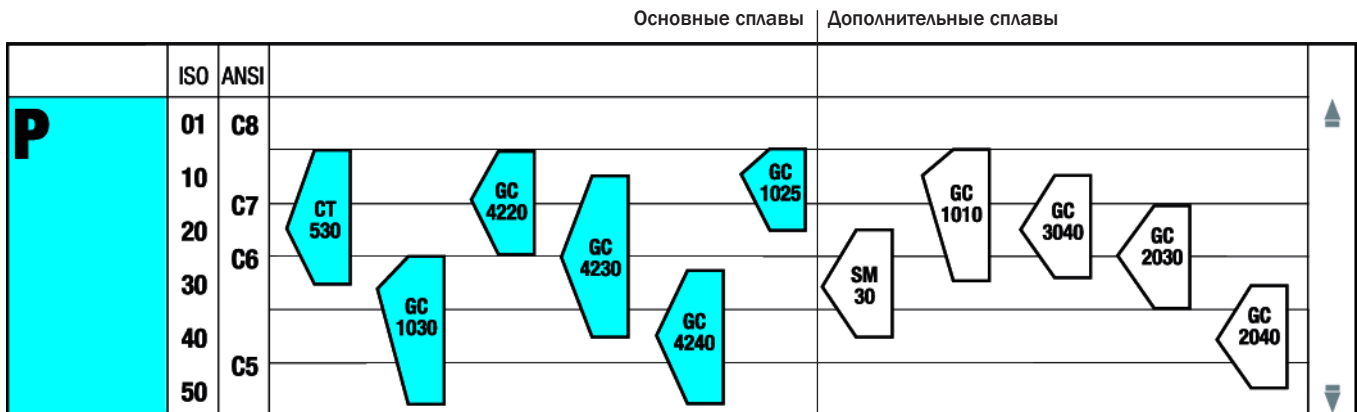
- Сплавы основной группы имеют достаточно широкую область применения и их следует рассматривать в качестве первого выбора.
- Дополнительные сплавы предназначены для расширения области применения сплавов основной группы и зачастую выступают в качестве их достойной альтернативы.



Положение и форма диаграммы инструментального материала определяет рекомендуемую область применения



Сталь



GC4230 (HC) – P25 (P10-P40)

- Широкоуниверсальный твердый сплав с покрытием с хорошим балансом надежности и производительности. Рекомендуется для легкого и тяжелого фрезерования (с использованием СОЖ и без) нелегированных и низколегированных сталей. Первый выбор для операций торцевого фрезерования и оптимизированный вариант для высокопроизводительной обработки уступов.

GC4220 (HC) – P15 (P05-P25)

- Твердый сплав с покрытием, оптимизированный для фрезерования стали с максимальной производительностью. Рекомендуется использовать без СОЖ на высоких подачах.

GC4240 (HC) – P40 (P30 – P50)

- Твердый сплав с покрытием для фрезерования стали в тяжелых условиях. Целые фрезы и фрезы для обработки плоскостей и уступов с пластинами из сплава GC4240 следует использовать в более стабильных условиях. А именно, фрезерование с небольшим вылетом, торцевое фрезерование, обработка невысоких уступов. Для фрез других семейств сплав GC4240 является отличным решением для операций, требующих повышенной прочности сплава. Рекомендуется для обработки мелких партий деталей из различных материалов с охлаждением и без.

GC1030 (HC) – P30 (P25 – P50)

- Сплав с PVD покрытием, представляющий первый выбор для обработки в нестабильных условиях резания. А именно, обработка длиннокрючочными фрезами, проблема пакетирования стружки, обработка высоких уступов, фрезерование с большим вылетом и точение фрезерованием. Выступает в качестве хорошего решения для операций, требующих повышенной прочности сплава. Пластины со шлифованными режущими кромками из этого сплава являются первым выбором для фрезерования вязких материалов, таких как низкоуглеродистые стали.

GC1025 (HC) – P10 (P05 – P20)

- Сплав с PVD покрытием для ненагруженного фрезерования сталей. Пластины со шлифованными режущими кромками из этого сплава являются первым выбором для фрезерования вязких материалов, таких как низкоуглеродистые стали.

CT530 (HT) – P20 (P05 – P30)

- Кермет для чистового фрезерования, в основном, без использования СОЖ. Хорошее сопротивление пластической деформации и наростообразованию позволяет рекомендовать этот материал для широкого диапазона скоростей резания. Идеальный выбор для зачистных пластин.

GC1010 (HC) – P10 (P05-P30)

- Сплав с PVD покрытием для фрезерования закаленных сталей, твердостью 36 HRC и выше.

GC2030 (HC) – P25 (P15 – P35)

- Твердый сплав с PVD покрытием для фрезерования низкоуглеродистых сталей, имеющих тенденцию к наростообразованию. Рекомендуется для фрезерования прямоугольных уступов на деталях из различных материалов.

GC2040 (HC) – P40 (P30 – P50)

- Сплав с покрытием для фрезерования сталей, когда необходимо сочетание остроты и прочности режущих кромок при работе на низких скоростях резания. Рекомендуется для обработки мелких партий деталей из различных материалов.

GC3040 (HC) – P20 (P10 – P30)

- Сплав с покрытием с хорошей сопротивляемостью абразивному износу. Рекомендуется для черного фрезерования сталей на средних и высоких скоростях резания.

SM30 (HW) – P30 (P20 – P40)

- Сплав без покрытия для полустового и черного фрезерования на низких и средних скоростях резания. Достаточная надежность режущих кромок при фрезеровании материалов высокой твердости и в нестабильных условиях.

Буквенное обозначение инструментальных материалов:**Твердые сплавы:**

- HW** Твердые сплавы без покрытия, содержащие в основном карбид вольфрама (WC).
- HT** Безвольфрамовые твердые сплавы без покрытия (керметы), содержащие в основном карбиды (TiC) или нитриды (TiN) титана или те, и другие вместе.
- HC** Вышеперечисленные твердые сплавы, но с покрытием.

Керамика:

- CA** Окисная металлокерамика, состоящая из окиси алюминия (Al_2O_3).
- CM** Смешанная керамика на основе оксида алюминия (Al_2O_3) но содержащая также и другие компоненты.
- CN** Нитридная керамика, содержащая в основном нитрид кремния (Si_3N_4).
- CC** Вышеперечисленные керамические материалы, но с покрытием.

Алмаз:

- DP** Поликристаллический алмаз ¹⁾

Нитриды бора:

- BN** Кубический нитрид бора ¹⁾

¹⁾ Поликристаллический алмаз и кубический нитрид бора также называют сверхтвердыми режущими материалами.

P ISO P = Сталь

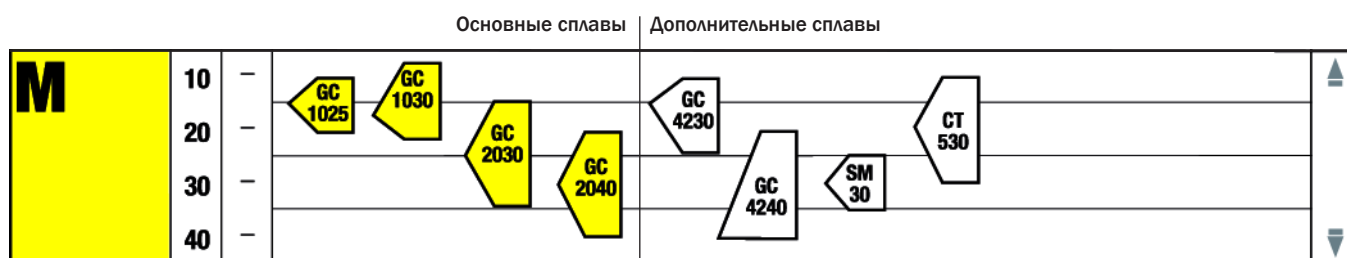
M ISO M = Нержавеющая сталь

K ISO K = Чугун

N ISO N = Цветные металлы

S ISO S = Жаропрочные сплавы

H ISO H =

Аустенитные/ферритные/мартенситные нержавеющие стали**GC1025 (HC) – M15 (M10 – M20)**

- Сплав с покрытием PVD рекомендуется для ненагруженного фрезерования нержавеющей стали. Пластины со шлифованными режущими кромками из этого сплава являются первым выбором для фрезерования вязких и упрочняемых при резании материалов.

GC1030 (HC) – M15 (M10 – M20)

- Сплав с покрытием PVD рекомендуется для ненагруженного фрезерования нержавеющей стали. Пластины со шлифованными режущими кромками из этого сплава являются первым выбором для фрезерования вязких и упрочняемых при резании материалов.

GC2030 (HC) – M25 (M15 – M35)

- Сплав с покрытием PVD для фрезерования нержавеющей стали (главным образом, аустенитной) на средних и высоких скоростях резания. В сочетании с позитивной геометрией также подходит для обработки жаропрочных сплавов и титана.

GC2040 (HC) – M30 (M20 – M40)

- Сплав с покрытием для фрезерования нержавеющей сплавов с абразивными свойствами, т.е. литых деталей, ферритных, мартенситных нержавеющей сталей, дисперсионно-твердеющих на средних скоростях резания. Рекомендуется для обработки небольших партий деталей из различных материалов.

GC4240 (HC) – M40 (M20 – M40)

- Покрытый твердый сплав для получистового и чернового фрезерования литья из нержавеющей сталей. Рекомендуется для обработки небольших партий деталей из различных материалов.

CT530 (HT) – M20 (M10 – M30)

- Кермет для чистового фрезерования аустенитных и дуплексных нержавеющей сталей. Хорошее сопротивление пластической деформации и наростообразованию позволяют рекомендовать кермет для достаточно широкой области обработки при работе без СОЖ.

SM30 (HW) – M30 (M25 – M35)

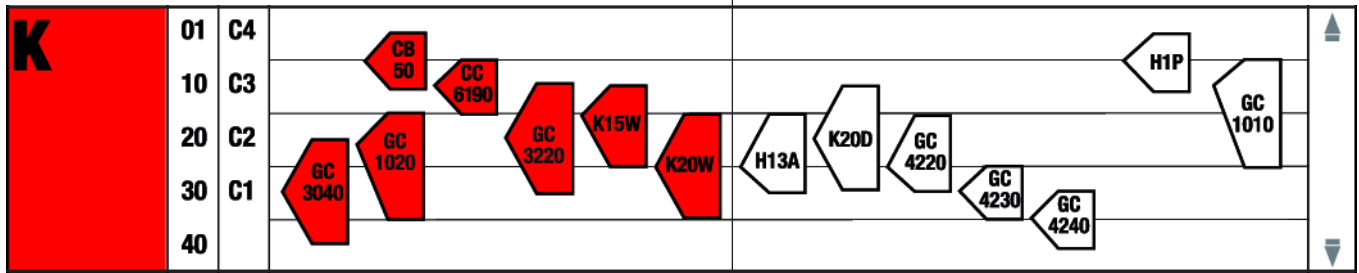
- Сплав без покрытия для получистового и чернового фрезерования на низких и умеренных скоростях резания. Достаточная надежность режущих кромок при работе в нестабильных условиях.

GC4230 (HC) – M15 (M10 – M25)

- Сплав с покрытием рекомендуется как для чистового, так и для чернового фрезерования мартенситных нержавеющей сталей.

Чугун

Основные сплавы | Дополнительные сплавы

**GC3040 (HC) – K30 (K20 – K40)**

- Сплав с покрытием для фрезерования чугунов при повышенных требованиях к прочности режущей кромки (например, обработка чугуна с шаровидным графитом, чугуна высокой прочности на растяжение). Высокая предсказуемая стойкость на средних и низких скоростях резания.

GC3220 (HC) – K20 (K05 – K25)

- Сплав с покрытием CVD для полулиствого и черного фрезерования серого чугуна, в основном, всухую. Высокая предсказуемая стойкость на средних и высоких скоростях резания.

GC1020 (HC) – K20 (K15 – K35)

- Твердый сплав с PVD покрытием для полулиствого и черного фрезерования серого чугуна, с применением охлаждения. Предсказуемая стойкость на средних и высоких скоростях резания.

CB50 (BN) – K05 (K01 – K10)

- Пластины со вставками из кубического нитрида бора CB50. Хорошая прочность в сочетании с высокой износостойкостью. Рекомендуется для фрезерования чугуна в благоприятных условиях.

K20W (HC) – K25 (K15-K35)

- Сплав с покрытием для полулиствого и черного фрезерования серого чугуна с охлаждением и на низких и средних скоростях резания.

K15W (HC) – K15 (K10 – K25)

- Покрытый твердый сплав для фрезерования серого чугуна с охлаждением. Рекомендуется для использования на средних скоростях резания.

CC6190 (CN) – K15 (K05 – K20)

- Керамика на основе нитрида кремния для черновой и полулистовой обработки серого чугуна на высокой скорости.

K20D (HC) – K20 (K10-K30)

- Сплав с MT-CVD покрытием для полулиствого и черного фрезерования серого чугуна, в основном, без использования охлаждения. Высокая стойкость инструмента в сочетании с возможностью обработки на высоких скоростях.

H1P (HW) – K05 (K01 – K10)

- Непокрытый твердый сплав для чистового фрезерования чугуна, бронзы и латуни. Подходит для зачистных пластин.

H13A (HW) – K25 (K15 – K30)

- Сплав без покрытия с хорошей прочностью и износостойкостью для чистового и полулиствого фрезерования на умеренных скоростях резания. Идеальное решение для фрезерования ферритного чугуна с шаровидным графитом.

GC1010 (HC) – K10 (K05-K25)

- Сплав с PVD покрытием для чистового фрезерования серого чугуна и чугуна с шаровидным графитом. Сплав обеспечивает постоянство качественных характеристик обработанной поверхности в течение длительного периода времени.

GC4220 (HC) – K25 (K15 – K30)

- Покрытый твердый сплав для чистового и черного фрезерования чугуна на средних скоростях резания. Сплав является дополнением сплавам серии GC3000.

GC4230 (HC) – K30 (K25 – K35)

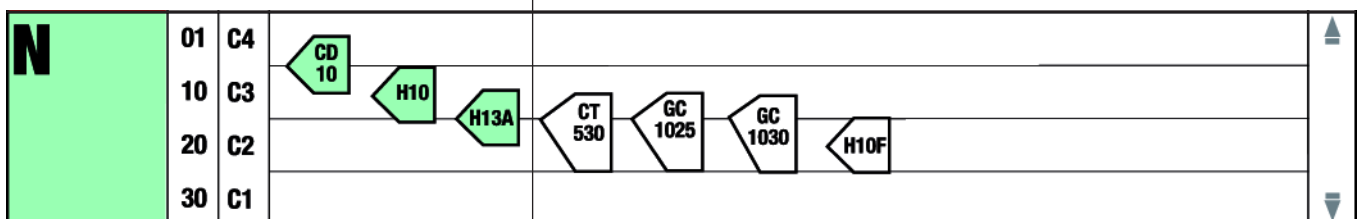
- Твердый сплав с покрытием для чистового и черного фрезерования чугуна с шаровидным графитом.

GC4240 (HC) – K35 (K30 – K40)

- Сплав с покрытием для полулиствого и черного фрезерования на низких скоростях резания при повышенных требованиях к режущей кромке.

Цветные металлы, пластмассы, дерево

Основные сплавы | Дополнительные сплавы

**CD10 (DP) – N05 (N01 – N10)**

- Поликристаллический искусственный алмаз для обработки цветных металлов и неметаллических материалов. Обеспечивает высокую стойкость и чистоту обрабатываемой поверхности.

H10 (HW) – N10 (N05 – N15)

- Мелкозернистый твердый сплав без покрытия для фрезерования алюминия, обеспечивающий очень острую режущую кромку.

H13A (HW) – N15 (N10 – N20)

- Сплав без покрытия для фрезерования алюминиевых сплавов, обеспечивающий очень острые режущие кромки.

CT530 (HT) – N15 (N10 – N25)

- Безвольфрамовый твердый сплав (кермет) для фрезерования алюминия при высоких оборотах шпинделя. Отличается низкой склонностью к образованию нароста и малым весом пластин.

GC1025 (HC) – N15 (N10 – N25)

- Сплав с PVD покрытием для черного фрезерования алюминиевых сплавов. Рекомендуется для пластин со шлифованными кромками.

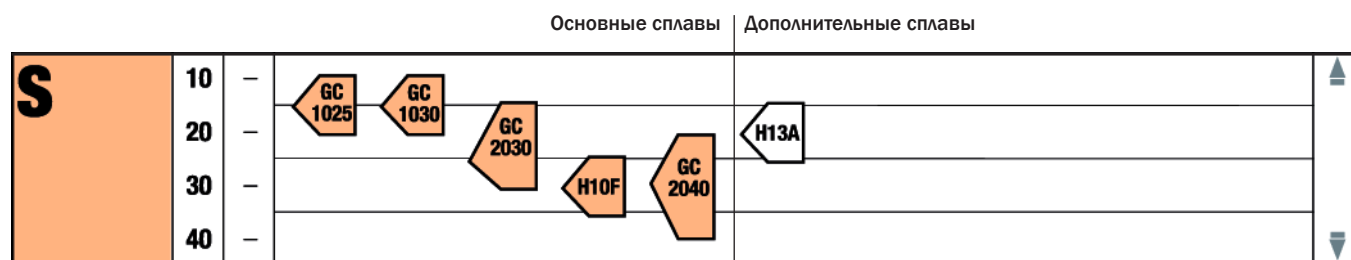
H10F (HW) – N20 (N15 – N25)

- Сплав без покрытия для фрезерования алюминиевых сплавов, обеспечивающий очень острые режущие кромки.

GC1030 (HC) – N15 (N10-N25)

- Сплав с PVD покрытием для черного фрезерования алюминиевых сплавов. Рекомендуется для пластин со шлифованными кромками.

Жаропрочные и титановые сплавы



GC1025 (HC) – S15 (S10 – S20)

• Сплав с PVD покрытием рекомендуется для фрезерования жаропрочных сплавов на средних скоростях резания. Характеризуется хорошей сопротивляемостью пластической деформации и образованию нароста.

H10F (HW) – S30 (S25 – S35)

• Мелкозернистый сплав без покрытия. Хорошая сопротивляемость образованию проточин позволяет рекомендовать его для фрезерования материалов, применяемых в аэрокосмической промышленности, в том числе титана.

GC2030 (HC) – S25 (S15 – S35)

• Сплав с покрытием PVD рекомендуется для полустового и легкого черного фрезерования жаропрочных сплавов на низких скоростях резания.

GC1030 (HC) – S15 (S10 – S20)

• Сплав с PVD покрытием рекомендуется для фрезерования жаропрочных сплавов на средних скоростях резания. Характеризуется хорошей сопротивляемостью пластической деформации и образованию нароста.

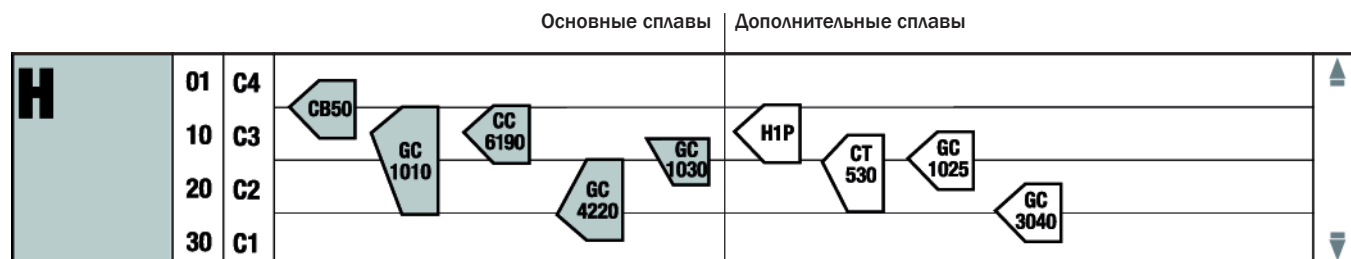
GC2040 (HC) – S30 (S20 – S40)

• Покрытый твердый сплав, рекомендуемый для фрезерования жаропрочных сплавов.

H13A (HW) – S20 (S15 – S25)

• Сплав без покрытия с хорошей прочностью и сопротивлением абразивному износу для фрезерования жаропрочных сплавов на средних режимах резания.

Закаленные материалы



CB50 (BN) – H05 (H01 – H10)

• Пластины со вставками из кубического нитрида бора CB50. Высокая прочность режущей кромки в сочетании с высокой износостойкостью. CB50 рекомендуется для обработки закаленной стали в хороших условиях.

CC6090 (HC) – H10 (H05 – H15)

• Керамика из нитрида кремния для полустовой обработки отбеленного чугуна на средних и высоких скоростях.

GC1010 (HC) – H10 (H05-H25)

• Сплав с PVD покрытием для фрезерования закаленной стали твердостью от 36 HRC и выше. Отвечает большому числу требований в диапазоне от черновых до чистовых операций. Сплав обладает чрезвычайной стойкостью к пластической деформации, термическому удару и хорошей износостойкостью, благодаря чему может долгое время оставаться в резании.

GC1030 (HC) – H10 (H10-H20)

• Сплав с покрытием PVD для фрезерования закаленных деталей с небольшими подачами и умеренными скоростями резания.

GC4220 (HC) – H25 (H15 – H30)

• Сплав с покрытием для легкого черного фрезерования закаленных сталей твердостью до 60 HRC при хороших условиях. Выдерживает высокие температуры в зоне резания.

CT530 (HT) – H25 (H10 – H25)

• Безвольфрамовый твердый сплав (кермет) для чистового фрезерования закаленных деталей на низких и средних скоростях резания.

GC3040 (HC) – H25 (H20 – H30)

• Сплав с покрытием для черного фрезерования закаленных сталей при удовлетворительных условиях на низких и средних скоростях резания.

GC1025 (HC) – H15 (H10 – H20)




• Сплав с покрытием PVD для фрезерования закаленных деталей на низких и средних скоростях резания.

H1P (HW) – H10 (H05 – H15)

• Твердый сплав без покрытия для чистового фрезерования отбеленного чугуна на средних скоростях резания.

Фрезерование уступов

 $K_r = 90^\circ$ Подача на зуб, f_z (мм/зуб)Мах толщина стружки, h_{ex} (мм)

Геометрия пластины	Размер пластины	Начальное значение		Начальное значение					
		(min - max)	(min - max)	(min - max)	(min - max)				
CoroMill® 490									
 R490	M-PL	08	0.10	(0.05 - 0.15)	0.10	(0.05 - 0.15)			
	M-PM		0.17	(0.10 - 0.20)	0.17	(0.10 - 0.20)			
	M-PH		0.22	(0.15 - 0.25)	0.22	(0.15 - 0.25)			
	E-ML		0.15	(0.12 - 0.18)	0.15	(0.12 - 0.18)			
	E-MM		0.17	(0.15 - 0.20)	0.17	(0.15 - 0.20)			
	M-MM		0.17	(0.15 - 0.20)	0.17	(0.15 - 0.20)			
	M-KL		0.10	(0.05 - 0.15)	0.10	(0.05 - 0.15)			
	M-KM		0.17	(0.10 - 0.20)	0.17	(0.10 - 0.20)			
	M-KH		0.25	(0.15 - 0.30)	0.25	(0.15 - 0.30)			
CoroMill® 390									
 R390	E-PL	Легкая	11	0.08	(0.05 - 0.12)	0.08	(0.05 - 0.12)		
	E-ML	Легкая	11	0.10	(0.05 - 0.15)	0.10	(0.05 - 0.15)		
	E-KL			0.08	(0.05 - 0.12)	0.08	(0.05 - 0.12)		
	E-NL			0.20	(0.10 - 0.30)	0.20	(0.10 - 0.30)		
	M-PL			Легкая	11	0.08	(0.05 - 0.15)	0.08	(0.05 - 0.15)
	M-KL	Легкая	17	0.10	(0.05 - 0.15)	0.10	(0.05 - 0.15)		
	E-ML			0.10	(0.05 - 0.15)	0.10	(0.05 - 0.15)		
	E-KL			0.08	(0.05 - 0.12)	0.08	(0.05 - 0.12)		
	E-NL	Легкая	17	0.20	(0.10 - 0.30)	0.20	(0.10 - 0.30)		
	M-PL			Легкая	17	0.08	(0.05 - 0.15)	0.08	(0.05 - 0.15)
	M-KL	Средняя	11	0.10	(0.08 - 0.15)	0.10	(0.08 - 0.15)		
	E-PM			0.13	(0.08 - 0.20)	0.13	(0.08 - 0.20)		
	E-MM			0.12	(0.12 - 0.20)	0.12	(0.12 - 0.20)		
	E-KM	Средняя	17	0.10	(0.08 - 0.15)	0.10	(0.08 - 0.15)		
	E-MM			0.15	(0.08 - 0.20)	0.15	(0.08 - 0.20)		
	E-KM	Средняя	17	0.15	(0.12 - 0.20)	0.15	(0.12 - 0.20)		
	M-PM			0.10	(0.08 - 0.15)	0.10	(0.08 - 0.15)		
	M-MM			0.15	(0.08 - 0.20)	0.15	(0.08 - 0.20)		
M-KM	Средняя	17	0.15	(0.12 - 0.20)	0.15	(0.12 - 0.20)			
M-PM			0.10	(0.08 - 0.15)	0.10	(0.08 - 0.15)			
M-MM			0.15	(0.08 - 0.20)	0.15	(0.08 - 0.20)			
M-KM	Тяжелая	11	0.15	(0.12 - 0.20)	0.15	(0.12 - 0.20)			
M-PH			0.12	(0.08 - 0.20)	0.12	(0.08 - 0.20)			
M-MH			0.16	(0.08 - 0.22)	0.16	(0.08 - 0.22)			
M-KH	Тяжелая	17	0.15	(0.12 - 0.22)	0.15	(0.12 - 0.22)			
M-PH			0.20	(0.15 - 0.35)	0.20	(0.15 - 0.35)			
M-KH	Легкая	18	0.20	(0.15 - 0.35)	0.20	(0.15 - 0.35)			
H-PL			0.10	(0.05 - 0.19)	0.10	(0.05 - 0.19)			
H-ML			0.10	(0.05 - 0.19)	0.10	(0.05 - 0.19)			
H-KL	Средняя	18	0.10	(0.05 - 0.19)	0.10	(0.05 - 0.19)			
M-PM			0.20	(0.08 - 0.30)	0.20	(0.08 - 0.30)			
M-MM			0.20	(0.08 - 0.30)	0.20	(0.08 - 0.30)			
M-KM	Средняя	18	0.20	(0.08 - 0.30)	0.20	(0.08 - 0.30)			
E			PCD	11	0.15	(0.10 - 0.25)	0.15	(0.10 - 0.25)	
E	PCD	17	0.15	(0.10 - 0.25)	0.15	(0.10 - 0.25)			
CoroMill® 290									
 R290 $r_e = 0.8$ R290.90 $r_e = 2.0$	M-PL	Легкая		0.08	(0.05 - 0.15)	0.08	(0.05 - 0.15)		
	M-KL			0.10	(0.08 - 0.15)	0.10	(0.08 - 0.15)		
	E-PL	Легкая	12	0.06	(0.05 - 0.09)	0.06	(0.05 - 0.09)		
	E-KL			0.08	(0.07 - 0.12)	0.08	(0.07 - 0.12)		
	E-ML			0.10	(0.08 - 0.15)	0.10	(0.08 - 0.15)		
	M-PM	Средняя	12	0.17	(0.10 - 0.20)	0.17	(0.10 - 0.20)		
	M-KM			Средняя	12	0.17	(0.10 - 0.20)	0.17	(0.10 - 0.20)
	M-KM					0.17	(0.10 - 0.20)	0.17	(0.10 - 0.20)
	M-PL	Легкая	12	0.17	(0.10 - 0.20)	0.17	(0.10 - 0.20)		
	M-ML			Средняя	12	0.12	(0.08 - 0.15)	0.12	(0.08 - 0.15)
	M-KL					0.12	(0.08 - 0.15)	0.12	(0.08 - 0.15)
	M-WL					0.12	(0.08 - 0.15)	0.12	(0.08 - 0.15)
M-PM	Тяжелая	12	0.25	(0.10 - 0.30)	0.25	(0.10 - 0.30)			
M-KH			0.25	(0.10 - 0.30)	0.25	(0.10 - 0.30)			
M-WH			0.25	(0.10 - 0.30)	0.25	(0.10 - 0.30)			
E	Керамика		12	0.10	(0.05 - 0.15)	0.10	(0.05 - 0.15)		
E	CBN		12	0.10	(0.05 - 0.18)	0.10	(0.05 - 0.18)		

Фрезерование уступов

$K_r = 90^\circ$	Геометрия пластины	Размер пластины	Подача на зуб, f_z (мм/зуб)		Мах толщина стружки, h_{ex} (мм)	
			Начальное значение	(min- max)	Начальное значение	(min - max)
CoroMill® 690 	M-P-SL M-E-SL	10	0.10	(0.05 – 0.2)	0.10	(0.05 – 0.15)
	M-P-SL M-E-SL	14	0.12	(0.05 – 0.2)	0.12	(0.05 – 0.15)
Длиннокромочная фреза для чистовой обработки  * с пластинами размером 18	-PL2 -PL -ML2 -ML -2 -AL	18*/19	0.15	(0.05 – 0.2)	0.12	(0.02 – 0.08)
CoroMill® 790  R790	H-NL H-NM H-PL H-NL H-NM H-PL	16 16 16 22 22 22	0.2 0.3 0.15 0.3 0.6 0.15	(0.1 – 0.3) (0.1 – 0.4) (0.10 – 0.20) (0.10 – 0.40) (0.20 – 0.60) (0.10 – 0.20)	0.2 0.3 0.05 0.3 0.6 0.05	(0.1 – 0.3) (0.1 – 0.4) (0.02 – 0.08) (0.10 – 0.40) (0.20 – 0.60) (0.02 – 0.08)
CoroMill® Century  R590	-NL CD10 -NL H10		0.15 0.20	(0.05 – 0.30) (0.10 – 0.40)	0.15 0.20	(0.05 – 0.30) (0.10 – 0.40)
AUTO-FS  R/L262.4 R/L262.42	SBEN SBEX SBEX-11	Чистовая обработка	0.17	(0.1 – 0.3)	0.17	(0.1 – 0.3)
T-Line  R260.90	CDE	Черновая обработка	0.17	(0.1 – 0.3)	0.17	(0.1 – 0.3)

Торцевое фрезерование

Подача на зуб, f_z (мм/зуб)Мах толщина стружки, h_{ex} (мм) $K_r = 75^\circ - 10^\circ$ Геометрия
пластиныРазмер
пластиныНачальное
значение (min - max)Начальное
значение (min - max)

CoroMill® 345



E-PL E-ML E-KL M-PL M-KL	Легкая	13	0.15	(0.07 – 0.20)	0.10	(0.07 – 0.14)				
M-PM M-MM M-KM	Средняя						0.30	(0.15 – 0.45)	0.21	(0.10 – 0.32)
M-PH M-KH	Тяжелая						0.45 0.40	(0.35 – 0.55) (0.30 – 0.50)	0.32 0.28	(0.25 – 0.39) (0.21 – 0.35)

CoroMill® 245



R245

E-PL E-ML E-KL	Легкая		0.14	(0.08–0.21)	0.10	(0.06 – 0.15)
M-PL M-KL	Легкая		0.17	(0.08 – 0.21)	0.12	(0.06 – 0.15)
M-PM, M-KM M-PM, M-KM	Средняя		0.24	(0.10 – 0.28)	0.17	(0.07 – 0.20)
			0.12	(0.08 – 0.18) CT530, H13A	0.09	(0.06 – 0.13)
K-MM			0.23	(0.10 – 0.28)	0.16	(0.07 – 0.20)
M-PH M-KH	Тяжелая		0.35	(0.10 – 0.42)	0.25	(0.07 – 0.30)
E-AL			0.24	(0.10 – 0.28)	0.17	(0.07 – 0.20)
E	Керамика		0.21	(0.10 – 0.30) CC6190	0.15	0.07 – 0.20
E	CBN		0.14	(0.07 – 0.21) CB50	0.10	(0.06 – 0.15)
E	PCD		0.14	(0.07 – 0.21) CD10	0.10	(0.06 – 0.15)

CoroMill® 365



-PL -PM -KL -KM	15	0.20	(0.12 – 0.28)	0.18	(0.11 – 0.25)
		0.22	(0.15 – 0.28)	0.20	(0.14 – 0.25)
		0.22	(0.12 – 0.35)	0.20	(0.11 – 0.32)
		0.25	(0.15 – 0.35)	0.23	(0.14 – 0.32)

Sandvik AUTO



R/L260.3

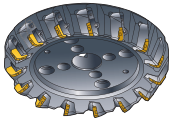


TNHF-WL TNEF-WL TNHF-CA TNEF-CA TNHF-65 TNEF-65 TNJN TNEN TNCN		0.17	(0.08 – 0.21)	0.12	(0.06 – 0.15)
		0.24	(0.1 – 0.42)	0.17	(0.07 – 0.30)
		0.24	(0.1 – 0.28)	0.17	(0.07 – 0.20)
		0.35	(0.1 – 0.70)	0.25	(0.07 – 0.50)
		0.24	(0.1 – 0.28)	0.17	(0.07 – 0.20)

AUTO-AF

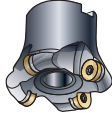




R/L260.8
R/L260.82

N260.8-F N260.8-L		0.16	(0.08 – 0.21)	0.15	(0.08 – 0.20)
----------------------	--	------	---------------	------	---------------


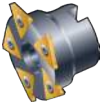


Торцевое и плунжерное фрезерование

$K_r = 75^\circ - 10^\circ$	Геометрия пластины	Размер пластины	Подача на зуб, f_z (мм/зуб)		Макс толщина стружки, h_{ex} (мм)	
			Начальное значение	(min - max)	Начальное значение	(min - max)
CoroMill® 360 	PM MM KN Тяжелая	19 28	0.45	(0.3 – 0.7)	0.40	(0.25 – 0.60)
T-MAX® 45 R260.7 	LNCX -11 -31 -32 Средняя		0.35 0.35 0.35	(0.10 – 1.0) (0.10 – 0.70) (0.10 – 0.70)	0.25 0.25 0.25	(0.07 – 0.70) (0.07 – 0.50) (0.07 – 0.50)
CoroMill® 210  R210	M-PM M-KM M-MM E-PM E-MM E-KM	09 14 09 14	Торцевое фрезерование 1.0 (0.4 – 2.0) 1.5 (0.5 – 3.0)		0.17 0.26	(0.07 – 0.35) (0.08 – 0.52)
Плунжерная фреза 	LPMH-PM LPMH-MM	25	0.20	(0.10 – 0.30)		

Фрезы с круглыми пластинами и со сферическим концом

				Подача на зуб, f_z (мм/зуб)	Мах толщина стружки, h_{ex} (мм)				
				Начальное значение	(min - max)	Начальное значение	(min - max)		
		Геометрия пластины	Размер пластины, iC						
Фрезы с круглыми пластинами									
 <p>CoroMill® 200 R200</p>	-PL -ML -KL	Легкая	10 – 20			0.08	(0.05 – 0.12)		
	-PM -KM -MM -WM	Средняя	10 – 20			0.17	(0.10 – 0.20)		
	-PH -KH -WH	Тяжелая	10 – 20			0.25	(0.10 – 0.30)		
			CBN	12			0.10	(0.05 – 0.15)	
			Керамика	12 – 16			0.20	(0.07 – 0.30)	
 <p>CoroMill® 300 R300</p>  <p>Минутная подача, см. "Основной каталог".</p>	E-PM E-MM	Легкая	8 10 12 16 20	Торцевое фрезерование круглыми пластинами ($a_p < iC/2$) мм.			0.13 0.13 0.15 0.18 0.2	(0.05 – 0.15) (0.05 – 0.15) (0.05 – 0.20) (0.05 – 0.20) (0.05 – 0.25)	
	E-PM E-MM	Средняя	5 7 8 10 12 16 20		$f_z = \frac{h_{ex} \times iC}{2 \times \sqrt{a_p \times iC - a_p^2}}$		0.08 0.10 0.13 0.18 0.18 0.2 0.25	(0.05 – 0.12) (0.05 – 0.15) (0.05 – 0.20) (0.05 – 0.25) (0.05 – 0.25) (0.05 – 0.30) (0.05 – 0.40)	
	M-PM M-MM	Средняя	8 10 12 16 20		Фрезерование боковой частью инструмента ($a_e < D_{cap}/2$) и круглые пластины ($a_p < iC/2$) мм.		0.13 0.15 0.15 0.18 0.20	(0.07 – 0.20) (0.07 – 0.25) (0.07 – 0.25) (0.07 – 0.25) (0.07 – 0.30)	
	M-PH M-MH M-KH	Тяжелая	8 10 12 16 20		$f_z = \frac{h_{ex} \times iC \times D_{cap}}{4 \times \sqrt{a_p \times iC \times a_p^2 \times D_{cap} \times a_e - a_e^2}}$		0.15 0.20 0.20 0.25 0.35	(0.07 – 0.25) (0.07 – 0.30) (0.07 – 0.30) (0.07 – 0.40) (0.07 – 0.55)	
	Концевые фрезы со сферическим концом								
	 <p>CoroMill® со сферическим концом R216</p>	-12 .. M-M -16 .. M-M -20 .. M-M -25 .. M-M -30 .. M-M -32 .. M-M -40 .. M-M -50 .. M-M			Подача на зуб (мм/зуб), фрезерование центром инструмента.			0.10 0.10 0.15 0.15 0.17 0.17 0.20 0.25	(0.08 – 0.21) (0.08 – 0.21) (0.08 – 0.25) (0.08 – 0.25) (0.08 – 0.28) (0.08 – 0.28) (0.10 – 0.42) (0.10 – 0.42)
						$f_z = \frac{D_c \times h_{ex}}{D_{cap}}$			
		-10 .. E-M -12 .. E-M -16 .. E-M -20 .. E-M -25 .. E-M -30 .. E-M -32 .. E-M -40 .. E-M -50 .. E-M			Подача на зуб (мм/зуб), фрезерование боковой частью инструмента.			0.10 0.10 0.10 0.15 0.15 0.17 0.17 0.20 0.20	(0.05-0.21) (0.05-0.21) (0.05-0.21) (0.05-0.25) (0.05-0.25) (0.05-0.28) (0.05-0.28) (0.05-0.35) (0.05-0.35)
						$f_z = \frac{D_3 \times h_{ex}}{\sqrt{D_{cap}^2 - (D_{cap} - 2 \times a_e)^2}}$			
	 <p>CoroMill® со сферическим концом для чистовой обработки R216F</p>	-08 .. E-L -10 .. E-L -12 .. E-L -16 .. E-L -20 .. E-L -25 .. E-L -30 .. E-L -32 .. E-L					0.12 0.12 0.15 0.17 0.17 0.20 0.20 0.20	(0.10-0.25) (0.10-0.25) (0.15-0.35) (0.15-0.35) (0.15-0.35) (0.15-0.40) (0.15-0.40) (0.15-0.40)	
								0.07 0.07 0.09 0.11 0.11 0.13 0.13 0.13	(0.05-0.18) (0.05-0.18) (0.07-0.22) (0.07-0.25) (0.07-0.25) (0.07-0.29) (0.07-0.29) (0.07-0.29)

Фрезерование пазов

Трёхсторонние фрезы		Геометрия пластины	Размер пластины	Подача на зуб, f_z (мм/зуб)		Макс. толщина стружки, h_{ex} (мм)	
				Начальное значение	(min - max)	Начальное значение	(min - max)
CoroMill® 327		-GM -GMM -GC -CH -TH -THM -RM	06, 09, 12, 14	0.15	(0.07 – 0.25)	0.06	(0.02 – 0.1)
CoroMill® 328		-GM -GC -TH	13	0.15	(0.1 – 0.2)	0.1	(0.05 – 0.15)
CoroMill® 329		Посадочный размер -D, -E -F, -G -H, -J, -K		0.1	(0.07 – 0.17)	0.07	(0.05 – 0.12)
CoroMill® 331		-PL, ML, -KL, -WL, -NL	04, 05	0.15	(0.05 – 0.22)	0.10	(0.05 – 0.15)
			08, 11, 13, 14	0.18	(0.07 – 0.22)	0.12	(0.08 – 0.15)
		-PM, -MM, -KM, -WM	04, 05	0.19	(0.08 – 0.29)	0.13	(0.08 – 0.20)
			08, 11, 13, 14	0.25	(0.1 – 0.29)	0.17	(0.10 – 0.20)
		RCHT/RCKT -PL, ML, -KL	0.11	(0.07 – 0.17)	0.08	(0.05 – 0.12)	
			-WM, -PM, -MM -KM	0.24	(0.10 – 0.28)	0.17	(0.10 – 0.20)
-WH, -KH, -PH	0.35	(0.10 – 0.42)	0.25	(0.10 – 0.30)			
T-MAX® Q-Cutter	Обработка пазов 330.20	330.20 -AA -AA -XE	2 – 4	0.09	(0.02 – 0.12)	0.06	(0.02 – 0.06)
			5 – 6	0.09	(0.02 – 0.12)	0.08	(0.02 – 0.13)
				0.09	(0.02 – 0.12)	0.08	(0.02 – 0.13)



СВЕРЛЕНИЕ

Введение E 2

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

Основные положения E 3

Общее сверление E 10

Ступенчатые отверстия с фаской E 24

Другие методы E 30

Решение проблем E 44



АССОРТИМЕНТ ИНСТРУМЕНТА

Сверла со сменными пластинами

CoroDrill® 880 E 50

CoroDrill® 805 E 54

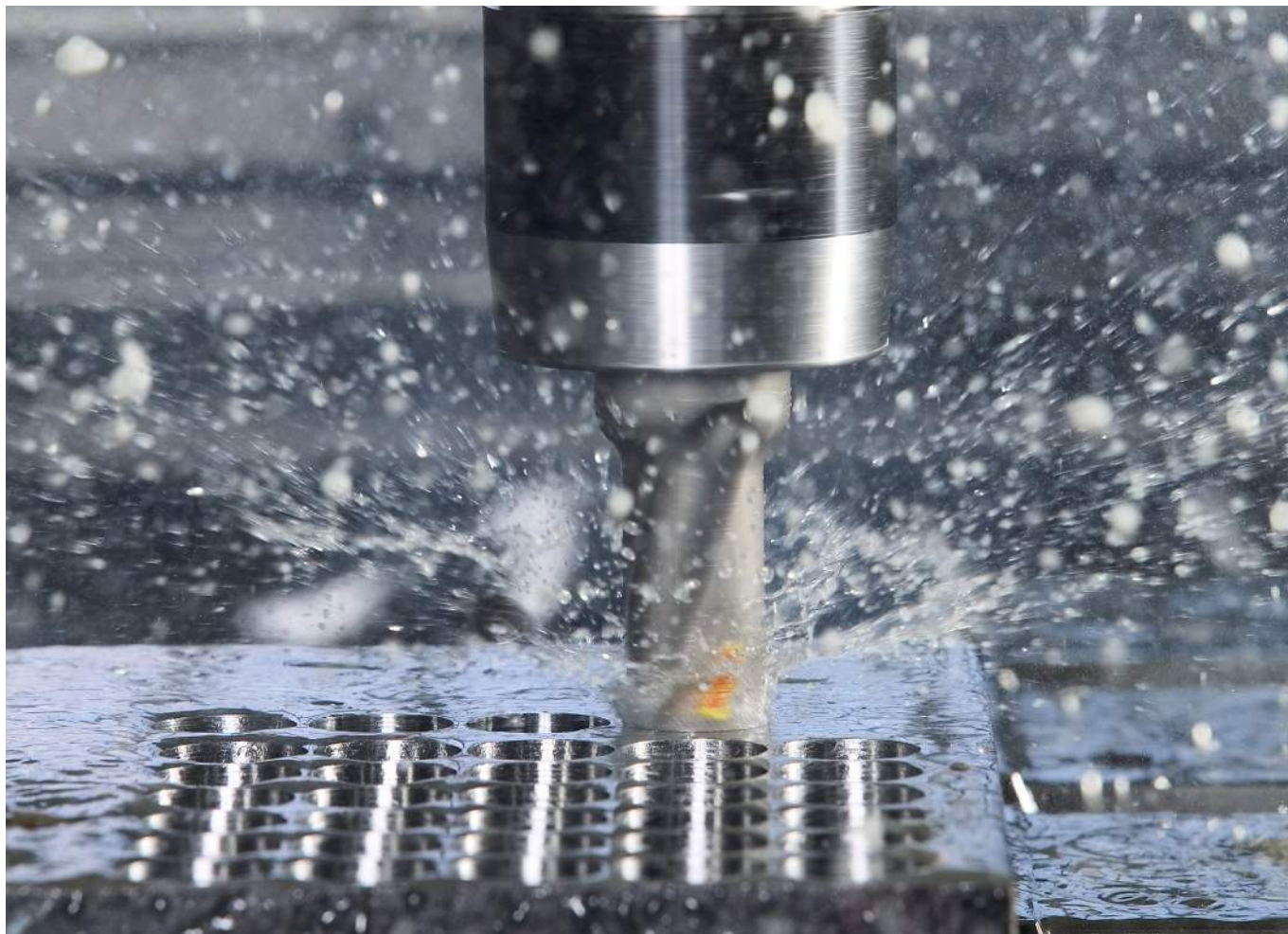
Другие сверла E 55

Цельные сверла и сверла с напаянными твердосплавными пластинами

CoroDrill Delta-C® E 56

Coromant Delta® E 60

Информация о сплавах E 64



Введение

Сверление - это наиболее производительный метод получения отверстий посредством металлорежущего инструмента. Существуют несколько типов сверл: цельные твердосплавные, со сменными многогранными пластинами или с напаянным твердым сплавом.

Современный инструмент CoroDrill позволяет засверливать в сплошной материал без предварительной зацентровки отверстий. При этом достигается высокое качество поверхности и зачастую отпадает необходимость в последующей чистовой обработке.

CoroDrill 880 - это наиболее широко используемое в мире сверло со сменными многогранными пластинами для широкого диапазона применений.

Семейство цельных твердосплавных сверл CoroDrill Delta-C характеризуется широким спектром выполняемых операций, а также включает сверла, оптимизированные для определенных материалов и областей применения.

Тенденции

Оборудование и методы обработки

- Высокие обороты шпинделя оправдывают применение цельных твердосплавных сверл по сравнению со сверлами из быстрорежущей стали.
- Многоцелевая обработка и современные системы ЧПУ - применение сверла CoroDrill 880 не только для обычного сверления. Обработка глубоких отверстий со сверлами CoroDrill 805 и CoroDrill Delta-C за один проход.
- СОЖ высокого давления – улучшает удаление стружки и срок службы инструмента.

Обрабатываемые детали и материалы

Экологические требования увеличивают потребность в легких и прочных деталях. Растет число деталей, работающих в агрессивных средах. Все это означает возросшую потребность в сверлах и режущих пластинах, оптимизированных для обработки высоколегированных, высокопрочных и нержавеющей сталей.

Основные положения

Методы получения отверстий

Сверление

Обычное сверление – Sandvik Coromant имеет широкий выбор сверл, перекрывающий диапазон диаметров от 0,30 до 110 мм. Глубина сверления составляет до $15 \times D_c$. См. стр. E10.

Ступенчатое сверление/снятие фаски – Выполняется оптимизированным ступенчатым/фасочным сверлом или программированием движения стандартного инструмента. См. стр. E24.

Другие методы – Радиальная регулировка, растачивание, винтовая интерполяция, плунжерное сверление, трепанирующее сверление, сверление пакетов. См. стр. E30.

Растачивание и развертывание

Растачивание - это метод увеличения диаметра или улучшения качества существующего отверстия. В широком диапазоне диаметров представлены как черновые, так и чистовые инструменты. **Развертывание** - это обработка отверстия многолезвийным инструментом разверткой с целью достижения высокой точности и качества этого отверстия. См. раздел Растачивание, глава F.

Фрезерование

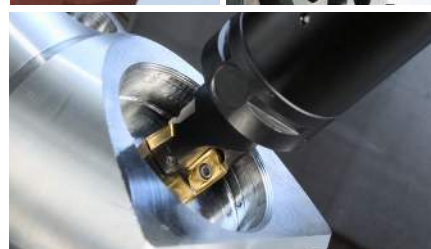
Наряду со сверлами и расточным инструментом для получения отверстий можно использовать фрезы. Фрезерование методом винтовой или круговой интерполяции не отличается высокой производительностью, но может выступать в качестве хорошей альтернативы в случае, когда:

- мощность станка ограничена и/или невозможна подача СОЖ
- возникают трудности со стружколоманием и эвакуацией стружки
- требуется отверстие с абсолютно плоским дном
- ограничено количество гнезд в инструментальном магазине

См. раздел "Фрезерование", глава D.

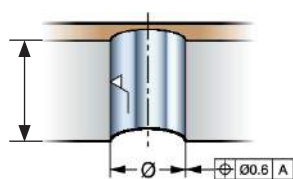
Сверление глубоких отверстий

Sandvik Coromant имеет широкий выбор сверл для глубокого сверления систем STS и эжекторной, а также пушечные сверла для сверления на глубину до $150 \times D_c$. См. "Основной каталог" и каталог "Глубокое сверление", C-1202:1.



Выбор метода

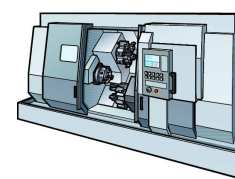
Для выбора оптимального метода обработки и инструмента следует принимать во внимание три параметра:



1. Размеры и точность отверстия



2. Материал заготовки, форму и серийность партии



3. Характеристики оборудования

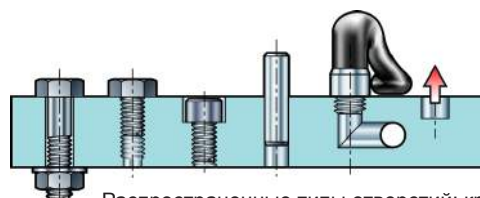
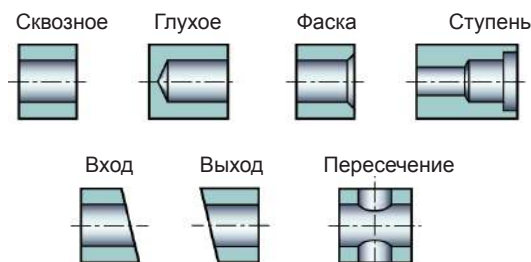
Исходные данные

1. Отверстие

Для начала проанализируйте три основных параметра отверстия:

- диаметр
- глубина
- точность (допуск, чистота поверхности, прямолинейность)

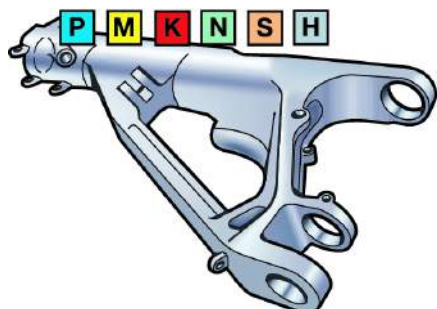
Тип отверстия и требуемая точность влияют на выбор инструмента. Имеют значение форма и расположение поверхностей входа/выхода сверла из работы, а также наличие пересекающихся отверстий. См. стр. E20.



Распространенные типы отверстий: крепежные, прецизионные, для охлаждающей жидкости и т.д.

2. Деталь

Проанализировав параметры отверстия, пора взглянуть на деталь в целом:

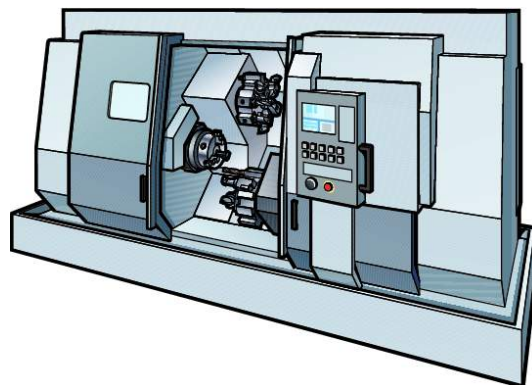


- Оцените характеристики материала по стружкообразованию
- Жесткость детали: возможно есть тонкостенные элементы, обработка которых может вызвать вибрации?
- Требуется ли удлинение инструмента, чтобы достать до поверхности, где нужно просверлить отверстие?
- Можно ли надежно закрепить деталь?
- Симметрична ли деталь относительно отверстия, т.е. можно ли обработать отверстие невращающимся сверлом?
- Размер партии – одно отверстие или массовое производство отверстий, что оправдывает применение оптимизированного специального инструмента для обеспечения максимальной производительности?

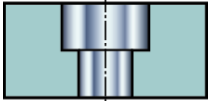

3. Станок

Наконец, некоторые важные соображения в отношении станка:

- Жесткость, мощность и крутящий момент; особенно важно при сверлении отверстий большого диаметра
- Благоприятные условия для эвакуации стружки создаются при:
 - горизонтальном расположении шпинделя
 - внутреннем подводе СОЖ
 - обработке невращающимся сверлом
- Достаточно ли обороты шпинделя (об/мин) для сверления малых диаметров?
- Достаточно ли подаваемого объема СОЖ для обработки отверстий большого диаметра?
- Достаточно ли давление подаваемой СОЖ для сверления отверстий малого диаметра?



Выбор метода – пример

Обрабатываемое отверстие:		
		
Сверление и расточка	Ступенчатое сверление	Фрезерование методом винтовой интерполяции
		
Преимущества <ul style="list-style-type: none"> • Стандартный инструмент • Относительная гибкость применения Недостатки <ul style="list-style-type: none"> • Два инструмента, переходника и базовых держателя • Требуется две позиции в инструментальном магазине 	Преимущества <ul style="list-style-type: none"> • Простой заказ инструмента по Tailor Made • Быстрый способ получения отверстия Недостатки <ul style="list-style-type: none"> • Требуется большей мощности и жесткости оборудования • Меньшая гибкость применения 	Преимущества <ul style="list-style-type: none"> • Стандартный инструмент • Высокая гибкость применения • Малые усилия резания Недостатки <ul style="list-style-type: none"> • Длительное время цикла
Стандартная операция	Высокая производительность, массовое производство	Гибкость, мелкосерийное производство

Выбор типа сверла

Сверло CoroDrill 880 со сменными пластинами всегда следует рассматривать как первый выбор. Наиболее экономичный способ получения отверстия. Этот универсальный инструмент может делать больше, чем обычное сверло. Имеются ограничения по точности обработки и глубине отверстия.

Типичная область применения

- Отверстия среднего и большого диаметра
- Невысокие требования по точности
- Глухие отверстия, требующие “плоского” дна
- Операции плунжерного сверления или растачивания



Цельные твердосплавные сверла CoroDrill Delta-C работают на малых скоростях резания, но с высокими значениями оборотной подачи по сравнению со сверлами со сменными пластинами. Главное преимущество – возможность обработки высокоточного отверстия. Перетачиваемые.

Типичная область применения

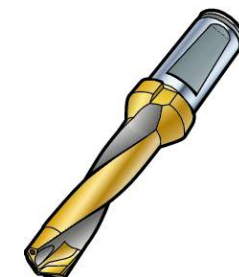
- Небольшой диаметр
- Высокоточные отверстия с жесткими допусками
- От неглубоких до относительно глубоких отверстий



Сверла Coromant Delta с напаянными твердосплавными пластинами. Выступают в качестве дополнения сверлам CoroDrill Delta-C. Перетачиваемые.

Типичная область применения

Дополнение к цельному твердосплавному сверлу для больших диаметров или при недостаточной жесткости наладки – стальная часть сверла обеспечивает жесткость

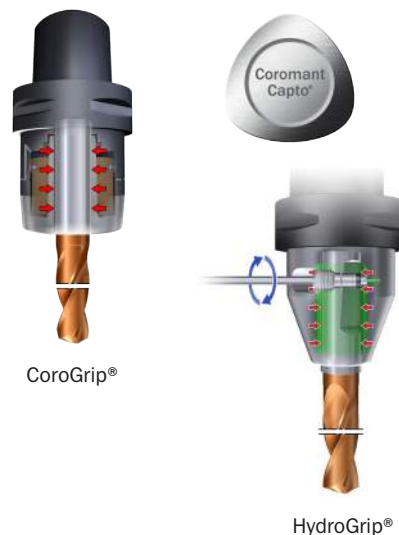


Крепление инструмента

Не только марка режущего материала и геометрия влияют на производительность и срок службы инструмента. Существенным фактором также является жесткое и надежное его закрепление. Для обеспечения стабильности обработки и качества отверстия мы рекомендуем использовать системы Coromant Capto, CoroGrip и HydroGrip. По возможности используйте самое короткое сверло.

Coromant Capto - это единственная модульная инструментальная система, эффективная для всех металлорежущих операций, включая все методы выполнения отверстий. Одни и те же режущие инструменты и переходники можно использовать для различных применений и станков. Это позволяет стандартизовать одну систему инструмента для всего механического цеха.

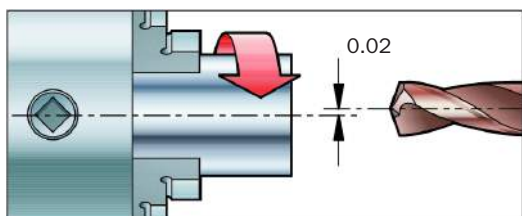
Прецизионные патроны, подходящие для сверл CoroDrill Delta-C – это CoroGrip и HydroGrip.



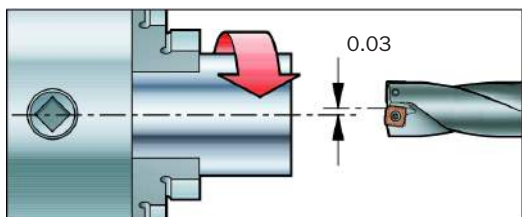
CoroGrip®

HydroGrip®

CoroDrill Delta C



CoroDrill 880



Минимальное биение и точное центрирование сверла очень важны для успешного сверления.

Биение инструмента

Для успешного выполнения сверления очень важно обеспечить минимальное биение инструмента.

Биение не должно превышать значений, приведенных на рисунке. Параллельность оси сверла и заготовки это гарантия:

- получения размерной точности и прямолинейности отверстия
- хорошей чистоты поверхности
- высокой и предсказуемой стойкости инструмента

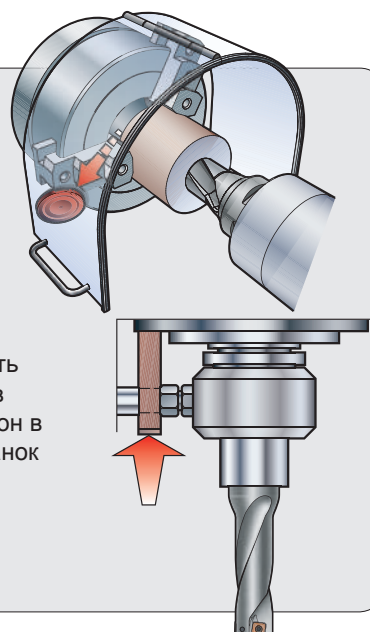
См. Обработка невращающимся сверлом, стр. E42.



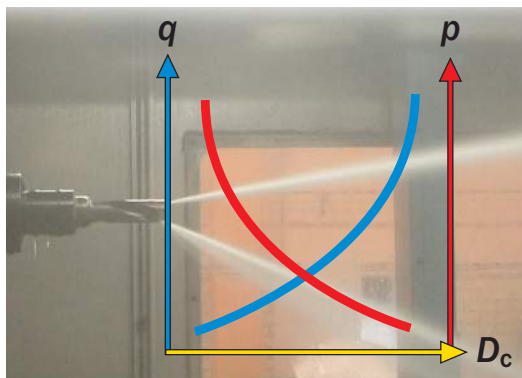
Меры предосторожности – опасные моменты

При обработке сквозных отверстий сверлом CoroDrill 880 со сменными пластинами, при выходе сверла образуется диск, который при большой скорости может вылететь из патрона и вызвать повреждения. Рекомендация – установите защитное ограждение.

При использовании патрона для внутреннего подвода СОЖ необходимо предотвратить его проворот, для чего необходим специальный упор. При заклинивании подшипников корпус может начать вращение, что приведет к серьезным повреждениям. Если патрон в течение длительного времени не эксплуатировался, перед установкой патрона на станок убедитесь в легкости вращения подшипников перед запуском станка.



СОЖ



Отношение давление/диаметр при подаче СОЖ (давление - красная линия, диаметр - желтая, объем - синяя)

Основными функциями СОЖ являются удаление стружки, охлаждение и смазка. Все это влияет на качество отверстия и срок службы инструмента.

Минимальный объем СОЖ измеряется на режущих кромках сверла. Это можно сделать при помощи секундомера и ведра.

Объем резервуара для СОЖ должен быть в 5-10 раз больше, чем объем СОЖ, подаваемый насосом в минуту. Необходимо контролировать давление СОЖ на выходе сверла, т.к. на пути к режущим кромкам в трубопроводах оно падает. При проверке достаточности давления горизонтально установленного сверла поток СОЖ, выходящий из него, должен быть строго горизонтальным на расстоянии не менее 30 см.

- На операциях сверления рекомендуется использовать водную масляную эмульсию с присадками высокого давления (EP). Соотношение масла и воды в смеси должно быть в пределах 5-15% для обеспечения высокой стойкости инструмента. При обработке нержавеющей сталей и жаропрочных сплавов рекомендуется использовать более концентрированные смеси.
- Высокое давление СОЖ (~70 Бар) улучшает эвакуацию стружки и увеличивает срок службы инструмента при обработке длинностружечных материалов, таких как нержавеющая сталь.
- Чистое масло обеспечивает лучшие смазывающие свойства. Его применение целесообразно при сверлении нержавеющей сталей.
- Охлаждение туманом из СОЖ или минимальная смазка могут применяться в основном при сверлении алюминия.
- Без использования СОЖ возможна обработка короткостружечных материалов при глубине отверстий до 3 диаметров, преимущественно в горизонтальном положении. Недостатком является низкая стойкость инструмента.

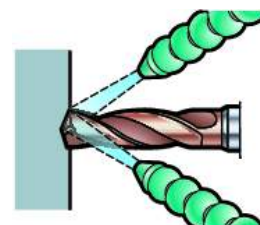
Примечание: Сверление без СОЖ не рекомендуется для нержавеющей материалов (ISO M и S) и для сверл Coromant Delta с напаянными твердосплавными пластинами.

Внутренний подвод СОЖ рекомендуется использовать при сверлении отверстий глубиной $3 \times D_c$, во избежание пакетирования стружки. Наружный подвод СОЖ допустим для материалов, дающих короткую стружку. Он помогает бороться с наростообразованием на режущей кромке. При этом важно правильно направить сопла для СОЖ, см. рисунок.



Проверяйте объем СОЖ на режущих кромках сверла.

Внутренний подвод СОЖ всегда является предпочтительным.



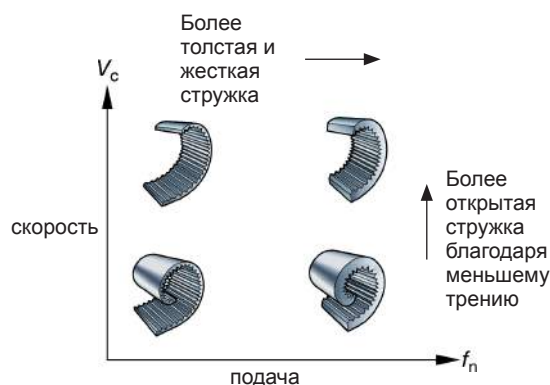
При использовании наружного охлаждения, убедитесь, что СОЖ направлена правильно.

Отвод стружки

Стружкообразование и удаление стружки являются первоочередными вопросами операции сверления. Они зависят от материала заготовки, геометрии инструмента, давления/объема СОЖ и режимов резания.

Пакетирование стружки может вызвать радиальное смещение сверла, что влияет на качество отверстия, долговечность и надежность сверла.

См. стр. E15.



Режимы резания

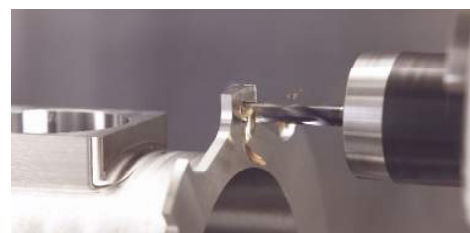
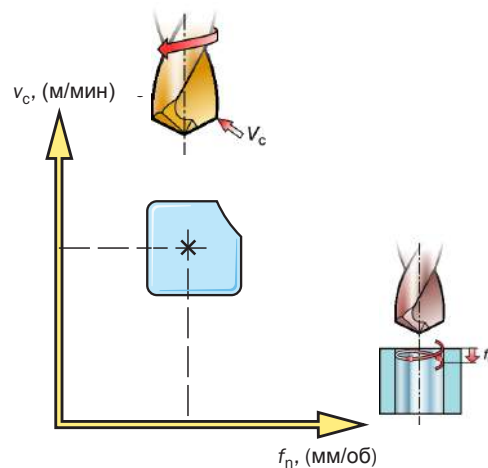
Параметры, зависящие от скорости - v_c (м/мин)

Скорость резания – основной фактор, который совместно с твердостью материала влияет на срок службы сверла и потребляемую мощность. Резание на высокой скорости сопровождается высокими температурами на режущей кромке, ускоряя износ инструмента по задней поверхности.

- Высокая скорость рекомендуется при обработке вязких материалов, например, низкоуглеродистой стали
- Мощность, требуемая на резание, P_c (кВт) и крутящий момент M_c (Нм).

Параметры, зависящие от подачи - f_n (мм/об)

- Чистота поверхности, а также размерная точность и прямолинейность оси отверстия
- Стружкообразование
- Высокая подача означает меньшее время обработки и меньший износ инструмента, но в то же время увеличивает риск поломки сверла/пластины
- Усилие подачи, F_f (Н). Следует учитывать при нестабильных условиях обработки
- Мощность, требуемая на резание, P_c (кВт) и крутящий момент M_c (Нм).



При сверлении нежестких деталей подачу необходимо снизить.

Как обеспечить хорошее качество отверстия

• Эвакуация стружки

Следите, чтобы удаление стружки было удовлетворительным. Пакетирование стружки внутри отверстия влияет на его качество и срок службы инструмента. Определяющие факторы - геометрия сверла/пластины и режимы резания. См. стр. E15.

• Жесткость наладки

По возможности используйте самое короткое сверло. Используйте жесткий и точный патрон с минимальным биением. Убедитесь, что шпиндель станка в хорошем состоянии, проверьте соосность. Для достижения прямолинейности глубоких отверстий используйте вариант наладки с одновременно вращающимися сверлом и деталью. Важно назначить верные значения подач при сверлении криволинейных, наклонных поверхностей и пересекающихся отверстий. См. стр. E20.

• Стойкость инструмента

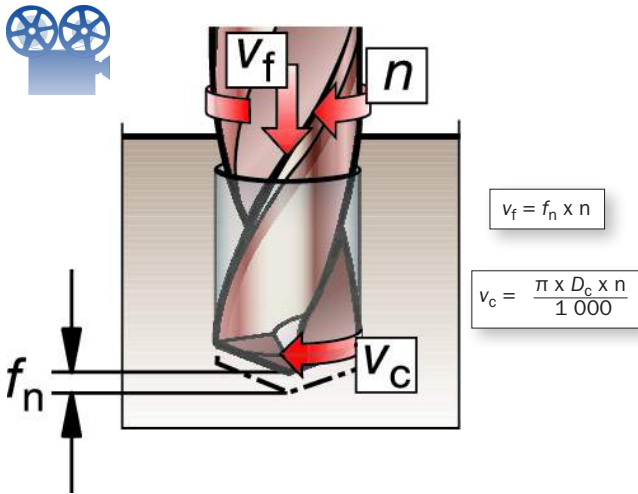
Следите за износом пластин и придерживайтесь установленного периода стойкости инструмента. Наиболее эффективный способ контроля над процессом сверления – оценка нагрузки по приводам и шпинделю.

• Обслуживание

Своевременно меняйте износившиеся пластины/крепежные винты. При замене пластины тщательно очищайте посадочное гнездо. Используйте динамометрический ключ и смазку Molycotе. Не превышайте предельные значения износа перед переточкой сверл как цельных, так и с напаянными твердосплавными пластинами. См. стр. E63.



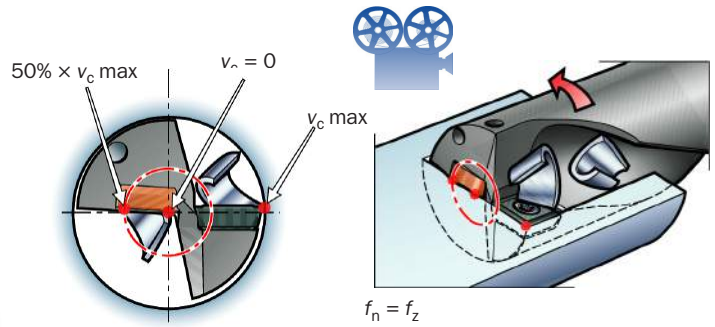
Основные определения в сверлении



$$v_f = f_n \times n$$

$$v_c = \frac{\pi \times D_c \times n}{1\,000}$$

Производительность операции сверления определяется минутной подачей, v_f .

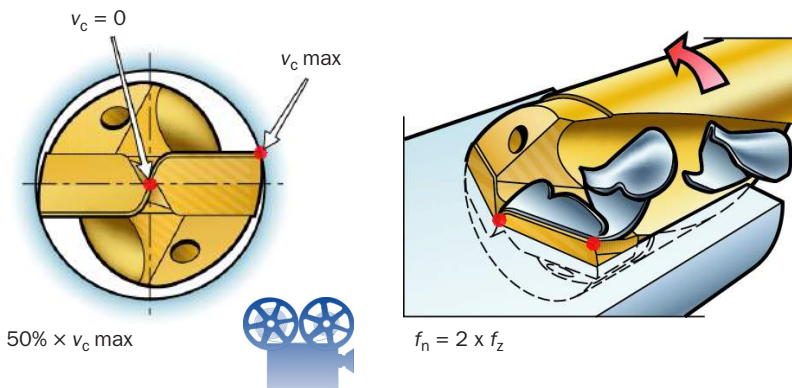


Сверло с механическим креплением пластин – одна центральная и одна периферийная пластина

Центральная пластина работает со скоростью резания от 0 до $50\% \times v_c \text{ max}$, а периферийная пластина - от $50\% \times v_c \text{ max}$ до $v_c \text{ max}$. Центральная пластина образует коническую стружку, а периферийная - стружку, подобную той, которая получается при внутреннем точении с большой глубиной резания.

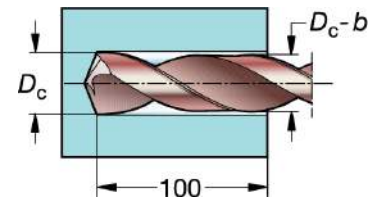
Сверла цельные и с напаянными пластинами

Две режущих кромки от центра к периферии.



$50\% \times v_c \text{ max}$

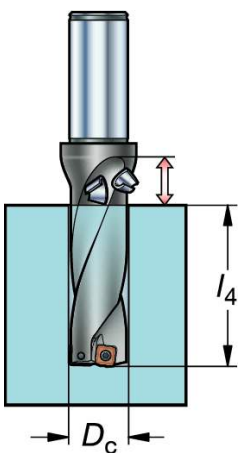
$$f_n = 2 \times f_z$$



Обратная конусность

Цельное или напаянное твердосплавное сверло затачивается по наружному диаметру с небольшим конусом, чтобы обеспечить зазор, предотвращающий заклинивание сверла в отверстии.

Глубина отверстия



l_4 – максимально рекомендованная глубина отверстия

Расчет стойкости инструмента

Стойкость инструмента (TL) может измеряться расстоянием в метрах, числом отверстий или минутами.

Теоретический пример:

D_c 20 мм, $v_c = 200$ м/мин, $n = 3184$ об/мин

$f_n = 0,20$ мм/об, глубина отверстия 50 мм

TL (метры): 15 м, TL (число отверстий):

$15 \times 1000 / 50 = 300$ отв.,

TL (мин): $15 \times 1000 / v_f = 15 \times 1000 / (f_n \times n) =$

$15 \times 1000 / (0,20 \times 3184) = 23$ мин

Обычно критерием стойкости инструмента при сверлении является износ по задней поверхности. Стойкость инструмента зависит от:

- Режимов резания
- Марки твердого сплава и геометрии пластины
- Обрабатываемого материала
- Диаметра (сверло небольшого диаметра совершает большее перемещение за меньшее время)
- Глубины отверстия (много неглубоких отверстий - это много входов/выходов, что уменьшает срок службы инструмента)
- Жесткости

Общее сверление

Обзор технологических решений

Обычное сверление

Выбор инструмента E 12

Рекомендации E 15



Засверливание в наклонную поверхность и сверление пересекающихся отверстий

Выбор инструмента E 20

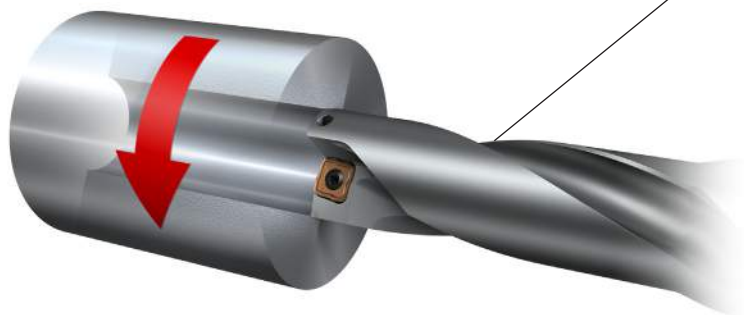
Рекомендации E 21



Обработка невращающимся сверлом

Выбор инструмента E 42

Рекомендации E 42



Сверление

Решение проблем E 44

Обычное сверление

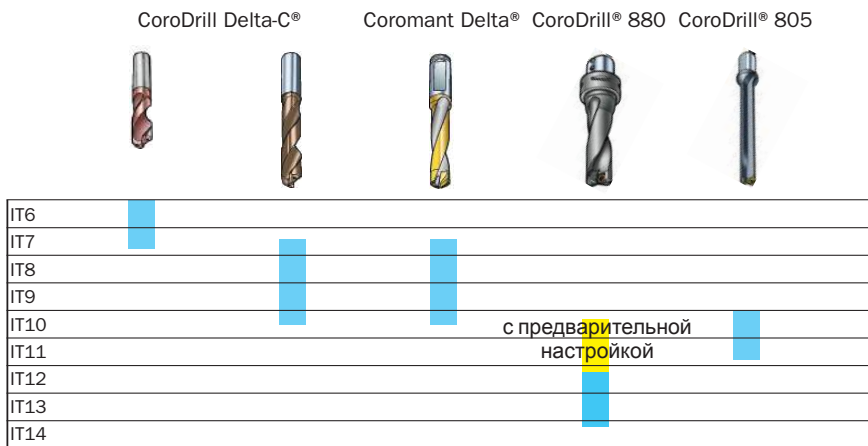
Sandvik Coromant имеет обширную программу сверл, охватывающую диаметры от 0,30 до 110 мм, а также различные предложения по специнструменту.

Выбрать правильный инструмент – значит получить отверстие требуемого качества с наименьшими затратами и за меньшее время.



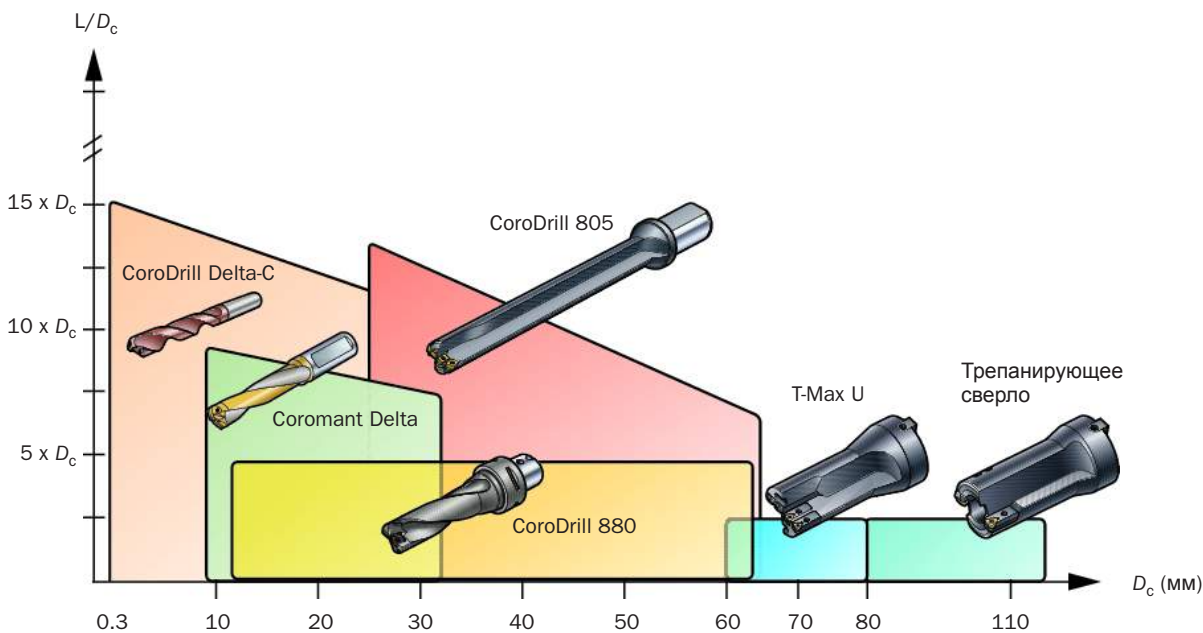
Выбор инструмента

Точность отверстия

















(Значения допусков см. в разделе "Информация/Указатель", глава I)

Глубина и диаметр отверстия



Отверстия малых и средних диаметров, ~0,3–30 мм

	CoroDrill Delta-C®					Coromant Delta®	CoroDrill® 880
	 R840	 R842	 R844	 R846	 R850	 R411.5	 880
Диаметр сверла D_c мм	0.30–20.00 (–25.00)*	3.00–16.00	8.00–18.00	3.00–12.00	5.00–14.00	9.50–30.40	12.00–63.50
Глубина сверления	$2-7 \times D_c$ (– $15 \times D_c$)*	$2-5 \times D_c$	$1-1.5 \times D_c$	$2-5 \times D_c$	$2-7 \times D_c$	$3.5-5 \times D_c$ (– $10 \times D_c$)*	$2-5 \times D_c$
Обрабатываемый материал							
Точность отверстия	IT8–10	IT8–10	IT5–6	IT8–10	IT8–10	IT8–10	IT12–13
Чистота поверх. Ra	1–2 μm	1–2 μm	0.5–1 μm	1–2 μm	1–2 μm	1–4 μm	1–5 μm

*Tailor Made/Специнструмент

Универсальный выбор

Сверло CoroDrill 880 следует всегда рассматривать в качестве первого выбора, так как оно позволяет получить отверстие с наименьшими затратами.

Для получения более точных отверстий может быть произведена предварительная настройка сверла CoroDrill 880. См. стр. E32.

CoroDrill Delta-C является основным выбором для отверстий небольшого диаметра с жесткими допусками.

Сверла Coromant Delta – это дополнение CoroDrill Delta-C для обработки больших диаметров (> 20 мм) или при низкой жесткости наладки.

Глубокие отверстия

Примечание: при обработке отверстий глубиной более $7 \times D_c$ рекомендуется использовать короткое сверло для получения пилотного отверстия.

CoroDrill Delta-C

Стандартная программа сверл - до $7 \times D_c$, специнструмент до $15 \times D_c$. Для лучшего удаления стружки рекомендуются сверла с полированными стружечными каналами.

Coromant Delta

Возможно изготовление сверл для отверстий глубиной до $10 \times D_c$ по программе Tailor Made.

Специальные решения

Чугун – CoroDrill Delta-C R842, марка сплава GC1210. Износостойкие геометрия/сплав, оптимизированные для применения в области ISO-K.

Закаленная сталь – CoroDrill Delta-C R844, марка сплава GC1220.

Первый выбор для обработки прецизионных отверстий в упроченных и закаленных сталях. Возможно получение отверстий точностью по IT6.


Жаропрочные сплавы и титан – CoroDrill Delta-C R846, марка сплава GC1220.

Первый выбор для обработки жаропрочных сплавов на основе никеля и кобальта. Также подходит для сверления титановых сплавов.

Алюминий – CoroDrill Delta-C R850, марка сплава N20D.

Первый выбор для обработки алюминия с содержанием Si до 12%. Подходит для меди и медных сплавов.

Отверстия средних и больших диаметров, ~25–110 мм

	CoroDrill® 880	T-Max® U	CoroDrill® 805	Трепанирование T-Max® U	Растачивание	Фрезерование
	 880	 R416.9*	 805	 R416.7*		
Диаметр сверла D_c мм	12.00–63.50	60.00–80.00	25.00–65.00	60.00–110.00	См. раздел "Растачивание", глава F.	См. раздел "Фрезерование", глава D, где описана винтовая интерполяция фрезами.
Глубина сверления	2–5 x D_c	2.5 x D_c	7–15 x D_c	2.5 x D_c		
Обрабатываемый материал						
Точность отверстия	IT12–13	IT13	IT10	IT13		
Чистота поверх. Ra	1–5 μm	2–7 μm	2 μm	2–7 μm		

*Информацию для заказа см. в электронном каталоге.

Универсальный выбор

CoroDrill 880 - сверло со механическим креплением пластин

Большие диаметры, широкий выбор геометрий и сплавов пластин для обработки всех групп материалов. См. стр. E50.

Специальные решения

Обработка отверстий большого диаметра на станках с ограниченной мощностью:

1. Используйте трепанирующее сверло T-Max U. См. стр. E38.
2. Увеличьте диаметр расточным инструментом. См. "Растачивание", глава F.
3. Винтовая интерполяция фрезерными инструментами. См. "Фрезерование", глава D.



Глубокие отверстия

CoroDrill 805

Позволяют изготовить отверстия глубиной примерно до 15 x D_c . Выберите также инструмент для получения пилотного отверстия. См. стр. E19.

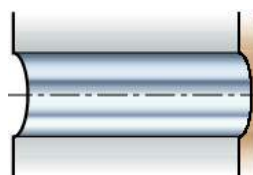
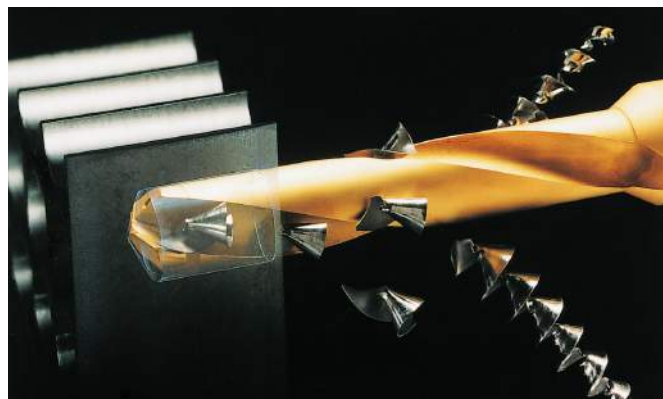


Практические рекомендации

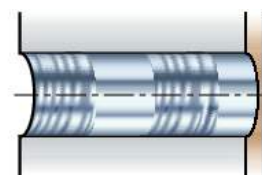
Удаление стружки

Дробление и эвакуация стружки - одни из самых существенных факторов при сверлении, влияющих на качество получаемого отверстия и надежность протекания процесса.

Стружкообразование считается удовлетворительным, когда стружка легко удаляется из отверстия. Индикатором беспрепятственного отвода стружки является звук, распространяющийся во время сверления. Ровный гул означает нормальное протекание процесса, а прерывистый звук указывает на защемление стружки. В этом случае рекомендуется проверить нагрузку по приводам и шпинделю. Неравномерность усилий может быть причиной закупоривания стружки. Также возможной причиной проблем является длинная изогнутая форма стружки. Взгляните на полученное отверстие - следы неровностей и зазубрины скажут вам о произошедшем защемлении стружки.



Отверстие, полученное при удовлетворительном удалении стружки



Результаты пакетирования стружки

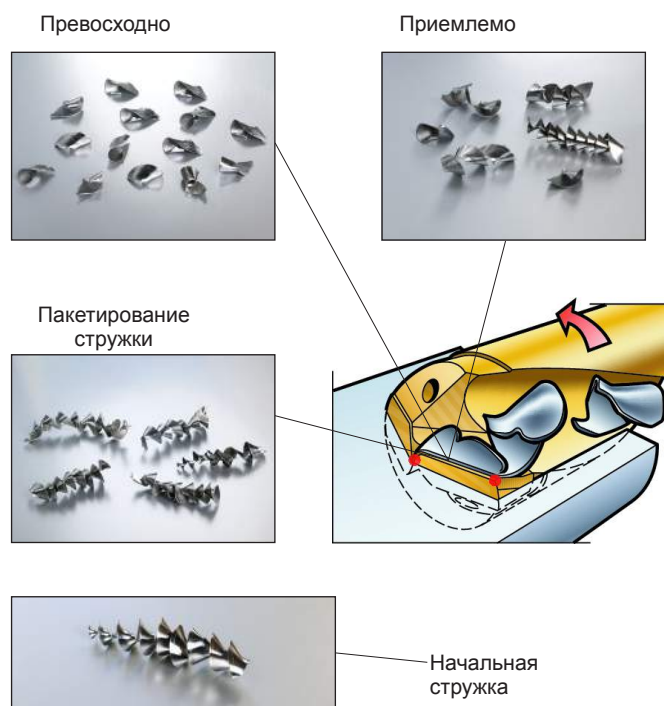
Стружкообразование у CoroDrill® 880

Центральная пластина формирует коническую стружку, которую легко узнать. От работы периферийной пластины остается стружка, подобная токарной.



Стружкообразование у CoroDrill Delta-C® и Coromant Delta®

Формируется однотипная стружка в направлении от центра к периферии кромки.



Примечание: В начале процесса сверления всегда образуется длинная стружка, не создающая проблем.

Обработка различных материалов

Р Низкоуглеродистая сталь

Особенности обработки: при сверлении низкоуглеродистых сталей, из которых часто изготавливаются сварные детали, возникают проблемы с удовлетворительным стружкообразованием. Причем, чем ниже твердость стали и процентное содержание углерода и серы, тем длиннее стружка.

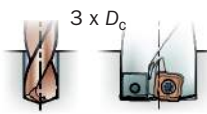
Рекомендации

CoroDrill Delta-C: первый выбор - стандартная геометрия R840 и сплав GC1220. При возникновении проблем со стружкодроблением увеличьте скорость (v_c) и уменьшите подачу (f_n). При обработке обычных сталей подачу следует увеличить.

CoroDrill 880: первый выбор - геометрия LM и сплавы GC4024/1044. При возникновении проблем со стружкодроблением увеличьте скорость (v_c) и уменьшите подачу (f_n).

Дополнительно: организуйте внутренний подвод СОЖ под высоким давлением. Эмульсия 4-7%.

Пример – Низкоуглеродистая сталь

D_c	10 мм	20 мм
		
v_c м/мин	130	300
f_n мм/об	0.25	0.06
Геометрия	R840	-LM
Сплав	GC1220	GC4024/1044

М Аустенитные и дуплексные нержавеющие стали

Особенности обработки: сверление аустенитных, дуплексных и супердуплексных материалов часто сопровождается трудностями со стружкодроблением и удалением стружки.

Рекомендации

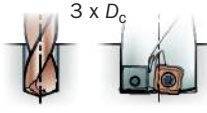
CoroDrill Delta-C: первый выбор - геометрия R840 и сплав GC1220. Альтернатива - геометрия R846 с большой обратной конусностью и упроченной периферийной частью режущих кромок.

CoroDrill 880: первый выбор - геометрия LM и сплавы GC4044/1044.

Для обеспечения более высокой износостойкости выбирайте сплав GC4034 или 4024. Дополнительный вариант - геометрия GT.

Дополнительно: предпочтителен внутренний подвод СОЖ под высоким давлением. В качестве СОЖ рекомендуется 9-12%-ная эмульсия или чистое масло.

Пример – Аустенитная нержавеющая сталь

D_c	10 мм	20 мм
		
v_c м/мин	70	180
f_n мм/об	0.20	0.10
Геометрия	R840	-LM -MS
Сплав	GC1220	GC4044/1044 GC2044/1144

К Чугун с вермикулярным графитом (CGI)

Особенности обработки: чугун с вермикулярным графитом обычно не требует повышенного внимания с точки зрения стружкообразования. При его сверлении образуется большее количество стружки, по сравнению с серым чугуном, но она хорошо ломается. Обработка чугуна данного типа сопровождается повышенными усилиями резания, что сказывается на стойкости инструмента. Наблюдается типичный износ периферийных режущих кромок. Рекомендуются наиболее износостойкие сплавы.

Рекомендации

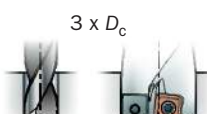
CoroDrill Delta-C: первый выбор - геометрия R842 и сплав GC1210. Альтернативный вариант - R840 из сплава GC1220.

CoroDrill 880: первый выбор - геометрия GR и сплавы GC4024/1044.

При возникновении проблем со стружкообразованием, увеличьте скорость (v_c) и уменьшите подачу (f_n).

Дополнительно: организуйте внутренний подвод СОЖ концентрации 5-7%.

Пример – Чугун с вермикулярным графитом (CGI)

D_c	10 мм	20 мм
		
v_c м/мин	100	150
f_n мм/об	0.25	0.18
Геометрия	R842	-GR
Сплав	GC1210	GC4024/1044

N **Алюминиевые сплавы**

Особенности обработки: возможны образование заусенцев на выходе из отверстия и трудности с отводом стружки.

Рекомендации

CoroDrill Delta-C: рекомендуется сверло R850 из сплава N20D. Оптимизированная геометрия минимизирует образование заусенцев на выходе отверстия и может использоваться на очень высоких подачах.

Экономичная и очень производительная альтернатива сверлам с поликристаллическим алмазом для обработки алюминиевых сплавов с содержанием Si до 12%.

CoroDrill 880: первый выбор - геометрия LM и сплав H13A без покрытия. Острая режущая кромка минимизирует риск образования заусенца. Низкая подача и высокая скорость - гарантия устойчивого стружкодробления.

Дополнительно: рекомендуется подача СОЖ под высоким давлением или охлаждение масляным туманом.

Пример – Алюминий

D_c	10 мм	20 мм
	$3 \times D_c$	
v_c м/мин	300	400
f_n мм/об	0.40	0.10
Геометрия	R850	-LM
Сплав	N20D	H13A

S **Жаропрочные и титановые сплавы**

Особенности обработки: невысокая жесткость тонкостенных деталей. Поверхностное упрочнение отверстия затрудняет последующую обработку. Обеспечение удовлетворительного стружкообразования может быть ключевым фактором.

Рекомендации

CoroDrill Delta-C: используйте специализированную геометрию R846. Ее характеризует большая обратная конусность и небольшая ленточка, минимизирующая риск упрочнения отверстия в процессе обработки. Также сверло имеет упрочненную периферийную часть режущих кромок, что обеспечивает стойкость к образованию проточин, невысокие усилия подачи и улучшенное стружкообразование.

CoroDrill 880: геометрия LM и сплав H13A для обработки титана и сплавы GC4044/1044 для обработки других жаропрочных сплавов.

Дополнительно: предпочтительна подача СОЖ под высоким давлением (до 70 Бар).

Пример – Сплав Waspalloy

D_c	10 мм	20 мм
	$3 \times D_c$	
v_c м/мин	25	30
f_n мм/об	0.10	0.05
Геометрия	R846	-LM
Сплав	GC1220	GC4044

H **Закаленная сталь**

Особенности обработки: образование проточин на периферийной части режущих кромок.

Рекомендации:

CoroDrill Delta-C: рекомендуется использовать стандартную геометрию R840 со сплавом GC1220 по сталям твердостью до 60HRC. При необходимости обеспечить большую износостойкость можно заказать сверло R844 в рамках программы Tailor Made.

CoroDrill 880: первый выбор - геометрия GM и сплав GC4024/1044.

Дополнительно: использование эмульсии высокой концентрации или чистого масла увеличивают срок службы инструмента.

По возможности используйте сверло минимальной длины.

Пример – Закаленная сталь, твердостью 55 HRC

D_c	10 мм	20 мм
	$3 \times D_c$	
v_c м/мин	20	60
f_n мм/об	0.10	0.10
Геометрия	R840	-GM
Сплав	GC1220	GC4024

Режимы резания

В примерах приведены средние значения режимов резания для сверл CoroDrill Delta-C диаметром 10 мм и CoroDrill 880 диаметром 20 мм длиной $3 \times D_c$

Точные отверстия

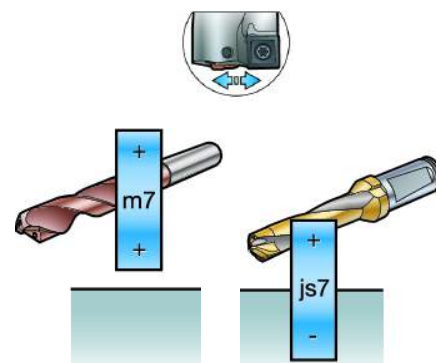
CoroDrill 880

За счет предварительной настройки сверла CoroDrill 880 можно устранить влияние допуска изготовления и повысить точность получаемых отверстий. См. стр. E33.

CoroDrill Delta-C и Coromant Delta

Обратите внимание, что сверла CoroDrill Delta-C шлифуются по диаметру с допуском m (плюс-плюс) согл. DIN 6537, тогда как сверла Coromant Delta шлифуются с допуском js (плюс-минус). Это значит, что CoroDrill Delta-C дает несколько большее отверстие, чем сверло Coromant Delta. Для прецизионных отверстий (IT6) CoroDrill Delta-C типа R844 можно заказать как Tailor Made. (Значения допусков см. в разделе "Информация/Указатель", глава I).

Обработка прецизионных отверстий в разделе "Растачивание", глава F.



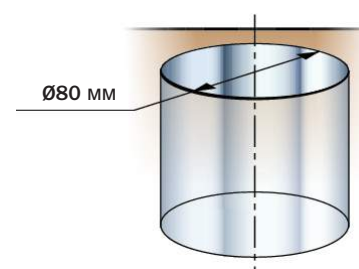
CoroDrill Delta-C и Coromant Delta

Отверстия большого диаметра

При сверлении отверстий большого диаметра чрезвычайно важны жесткость закрепления детали и оборудования. Ограничительными факторами могут быть также мощность и крутящий момент станка.

Пример ниже показывает три различных метода получения отверстия диаметром 80 мм. Четвертый способ - сверление меньшего отверстия с последующим его увеличением расточным инструментом.

С точки зрения производительности сверление протекает в 5 раз быстрее, чем фрезерование отверстия методом винтовой интерполяции. Однако трепанирующее сверло T-Max U можно использовать только для сквозных отверстий. Для фрезы нужна намного меньшая мощность и крутящий момент станка.



Диаметр отверстия (мм): Допуск отверстия (мм): Глубина сверления: 1.25 x D _c	Сверла T-Max® U	Трепанирующее сверло T-Max® U	CoroMill® 300
Материал:	CMC 02.2 Низколегированная сталь	CMC 02.2 Низколегированная сталь	CMC 02.2 Низколегированная сталь
Инструмент:	R416.9-0800-25-01	R416.7-0800-25-01	R300-050Q22-12M (z=4)
Диаметр, D _c (мм)	80	80	50
Режимы резания			
n (об/мин)	600	600	955
v _c (м/мин)	150	150	150
f _n (мм/об)	0.18	0.18	1.2 (f _z =0.30)
v _f (мм/мин)	110	110	430 (v _{fm} =1150)
a _p (мм)	–	–	4.94
D _{vf} (мм)	–	–	30
Результат:			
P (кВт)	30	14	6
M _v (Нм)	480	330	60
Время на одно отв. (мин)	0.93	0.93	4.66

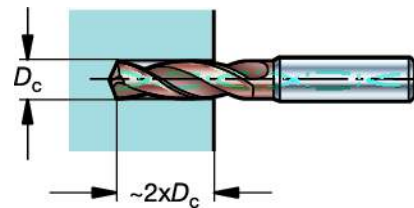
Глубокие отверстия $\sim 8-15 \times D_c$

CoroDrill Delta-C®

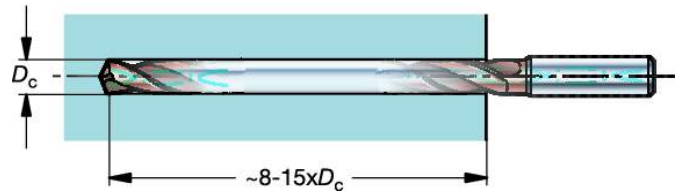
Внутренняя подача СОЖ под давлением не менее 20 Бар. Рекомендации справедливы для сверл CoroDrill Delta-C и Coromant Delta:

1. Рекомендуемая глубина пилотного отверстия $\sim 2 \times D_c$. Сверло для пилотного отверстия должно обеспечивать тот же профиль дна и точность (от 0 до +0,02 мм), что и основное сверло.
2. Вводите сверло в пилотное отверстие с пониженной скоростью (V_c) во избежание изгиба инструмента.
3. После входа переходите на рекомендуемый режим резания.

При возникновении трудностей с удалением стружки выполняйте периодический вывод сверла из отверстия.



1. Пилотное отверстие



2-3. Глубокое отверстие

CoroDrill® 805

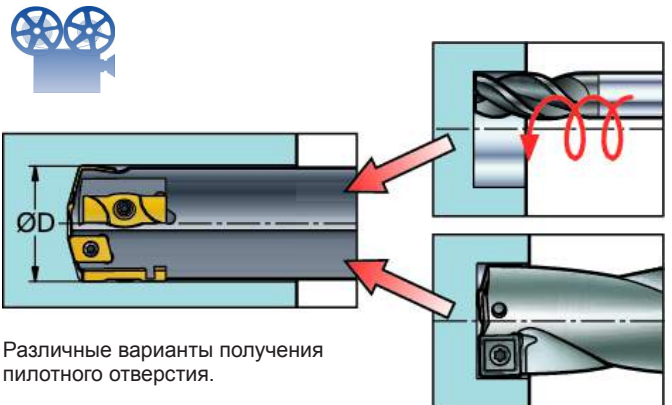
Для обеспечения лучшего удаления стружки рекомендуется обработка с горизонтальным расположением сверла. В качестве СОЖ используйте чистое масло или эмульсию с присадками EP и предпочтительно с концентрацией более 8%. Давление и объем должны соответствовать рекомендациям для сверла CoroDrill 880, но при вертикальной наладке необходимо несколько увеличить объем и давление СОЖ. Одновременное вращение и сверла, и детали способствует прямолинейности отверстия.

Получение пилотного отверстия

- Точность пилотного отверстия должна соответствовать H8. Его можно получить концевой фрезой CoroMill Plug методом винтовой интерполяции. Если точность отверстия не столь важна, то используйте сверло CoroDrill 880.
- Глубина пилотного отверстия должны быть равной расстоянию от вершины до опорных направляющих на сверле для глубокого сверления (между 12 мм и 20 мм).
- Дно направляющего отверстия должно быть как можно более плоским, более 140 градусов, чтобы промежуточная пластина не вошла туда раньше центральной.

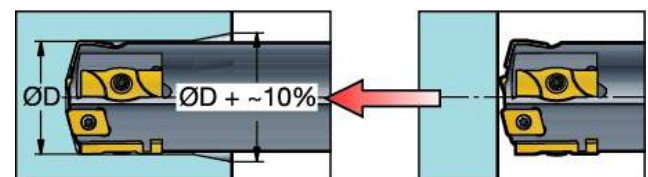
Сверление с пилотным отверстием

Медленно вводите сверло CoroDrill 805 в пилотное отверстие с медленным вращением и включенной СОЖ. Вращение должно быть прекращено до выхода сверла из отверстия.



Различные варианты получения пилотного отверстия.

Сверление без пилотного отверстия



Заходная часть отверстия будет примерно на 10% больше (раструб).

Примечание: Сверление без пилотного отверстия, при котором образуется “раструб” в начале отверстия, рекомендуется только для легкообрабатываемых материалов, т.е. среднеуглеродистых сталей и чугуна.

Начинайте работу на малой скорости и с небольшой подачей во избежание увода оси сверла. Для конструкционной стали используйте $f_n = 0,02$ мм/об и $v_c = 45$ м/мин, до момента входа в отверстие направляющих опор. После этого подачу можно постепенно увеличивать до рекомендованного значения (см. стр. E55).









Сверление криволинейных поверхностей и пересекающихся отверстий

Засверливание в криволинейную поверхность приводит к возникновению чрезмерных неравномерных усилий на режущих кромках сверла, ведущих к преждевременному его износу.

Поэтому в этих случаях очень важно следовать рекомендациям и уменьшать подачу.



Выбор инструмента

	CoroDrill Delta-C®	Coromant Delta®	CoroDrill® 880	CoroDrill® 805
	 R840 R842 R846 R850	 R411.5	 880	 805
Диаметр сверла D_c мм	3.00–20.00	9.50–30.40	12.00–63.00	25.00–65.00
Глубина сверления	2–7 x D_c	3.5–5 x D_c	2–5 x D_c	7–15 x D_c
Обрабатываемый материал				
Примечание				Только пересекающиеся отверстия

CoroDrill 880

Возможно засверливание в выпуклые, вогнутые, наклонные и криволинейные поверхности. В большинстве случаев требуется регулировка скорости подачи.

CoroDrill Delta-C

Допускается сверление негоризонтальных поверхностей с наклоном максимум 10°. При этом необходимо снижать подачу в начальный момент во избежание скольжения сверла, а при выходе сверла - чтобы предотвратить износ кольцевого пояса или полочки сверла.

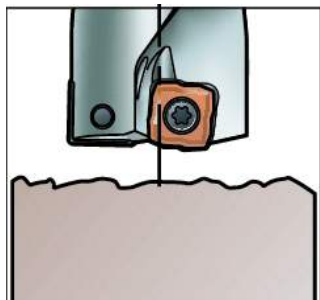
CoroDrill 805

Требует пилотного отверстия для входа в материал заготовки, т.е. засверливание в криволинейную поверхность недопустимо.

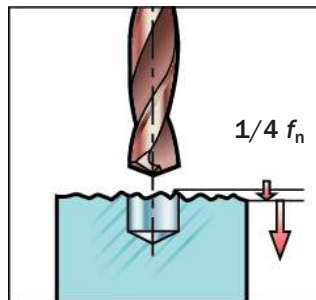
Однако сверление пересекающихся отверстий допустимо, если у сверла имеются направляющие опорные пластины.

Практические рекомендации

Криволинейная поверхность



Неровная, криволинейная поверхность может привести к выкрашиванию пластин при входе и выходе. Следует уменьшить величину подачи.



При входе сверла в такую поверхность значение подачи должно быть уменьшено до $1/4$ от рекомендованного.

Точение

B

Обрезка и обработка канавок

C

Резьбонарезание

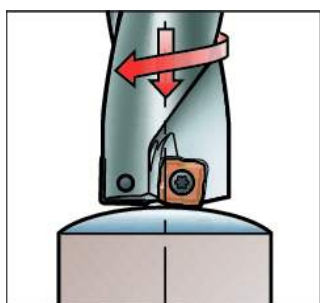
D

Фрезерование

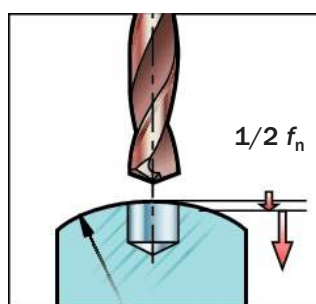
E

Сверление

Выпуклая поверхность

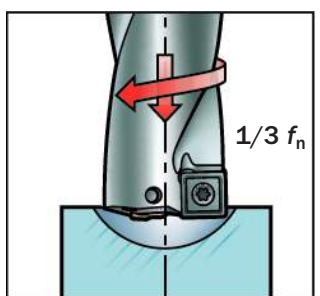


Засверливаться в выпуклую поверхность не так сложно, поскольку сверло начинает работать центральной частью, что обеспечивает относительно благоприятные условия в начальный момент резания.



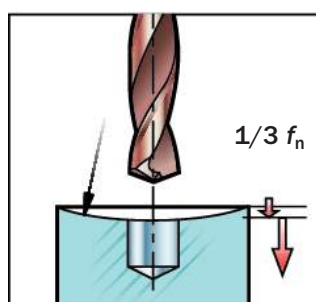
Сверление допустимо, если радиус выпуклости в 4 раза превышает диаметр сверла и отверстие лежит в плоскости, перпендикулярной радиусу. При входе в такую поверхность подача должна быть уменьшена до $1/2$ от рекомендованного значения.

Вогнутая поверхность



Вход сверла в резание, в случае вогнутой поверхности, зависит от соотношения радиуса выпуклости и диаметра обрабатываемого отверстия.

Если радиус выпуклости меньше диаметра отверстия, то первой в резание входит периферийная часть сверла. Для уменьшения вероятности "увода" сверла рекомендуется снизить подачу до $1/3$ от рекомендуемой.



Засверливаться в вогнутую поверхность допустимо, если ее радиус в 15 раз превышает диаметр сверла. Подача на входе в такую поверхность должна быть уменьшена до $1/3$ от рекомендованной.

F

Расширение

G

Инструментальная оснастка

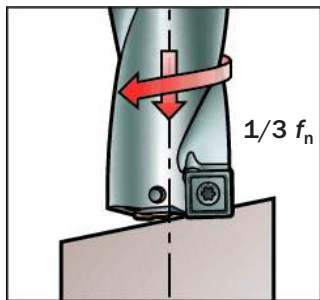
H

Материалы

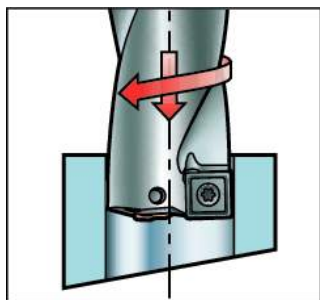
I

Информация/Указатель

Наклонная поверхность

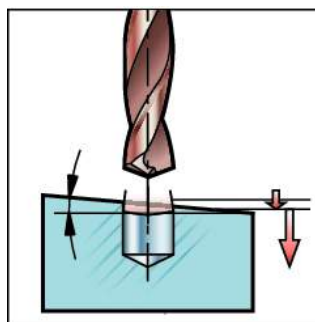


При засверливании в наклонную поверхность происходит неравномерное нагружение режущих кромок, что, соответственно, повлечет преждевременный износ некоторых из них, а также возможно появление вибраций в процессе резания.

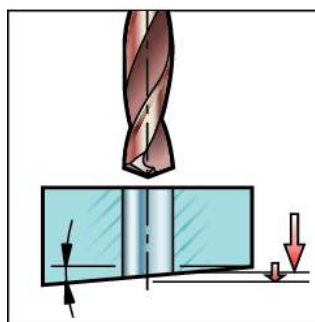


В таких условиях во избежание выхода размера отверстия за пределы допуска необходимо использовать максимально жесткое сверло (с небольшим соотношением длины к диаметру). Если угол наклона поверхности к оси сверла превышает 2 градуса, подачу следует уменьшить до 1/3 от рекомендуемой.

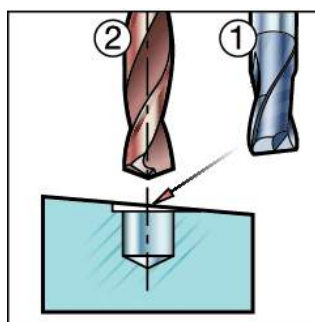
Такие же рекомендации относятся к выходу сверла из наклонной поверхности.



При входе в наклонную поверхность, расположенную под углом менее 5 градусов происходит прерывистое резание. Следовательно, подача должна быть уменьшена примерно до 1/3 от рекомендуемой, пока в контакт с материалом не вступит весь диаметр сверла. Такие же рекомендации относятся к выходу из наклонной поверхности.

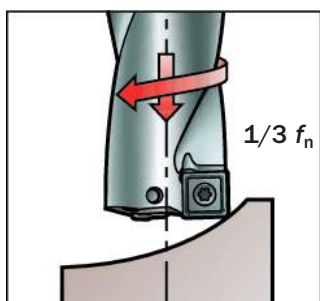


Начинать сверление поверхностей детали с наклоном 5-10 градусов следует с операции центровки коротким сверлом, имеющим тот же угол в плане, что и поверхность. Засверливаясь в поверхность с наклоном более 10 градусов не рекомендуется.

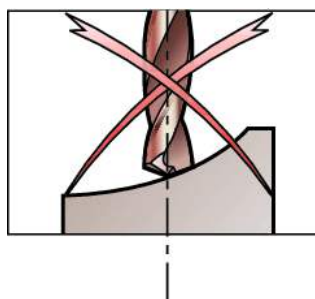


Возможное решение – перед началом сверления профрезеровать небольшую плоскость для входа сверла.

Асимметрично изогнутые поверхности

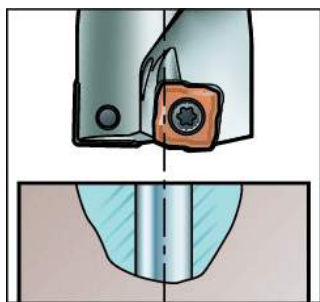


При засверливании в несимметричную поверхность сверло отгибается от центра, также как и при входе в наклонную поверхность. При этом тоже рекомендуется уменьшить значение подачи до 1/3.

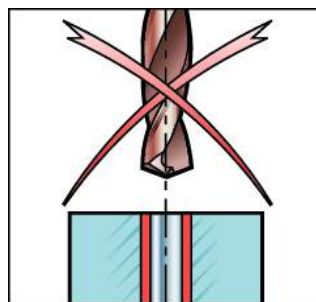


Сверла CoroDrill Delta-C не подходят для засверливания в несимметричные поверхности.

Предварительно просверленные отверстия

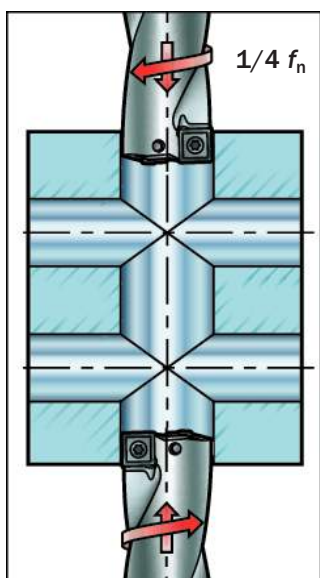


Чтобы сохранить баланс усилий резания между центральной и периферийной пластиной на допустимом уровне, предварительно просверленное отверстие не должно быть больше, чем 25% диаметра окончательного отверстия.



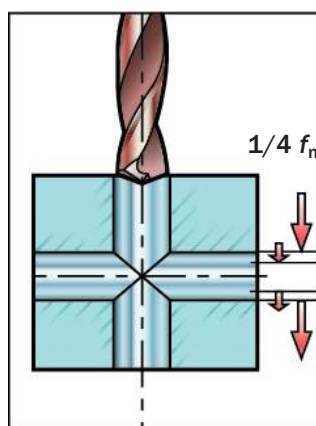
Увеличение существующих отверстий путем рассверливания невозможно цельными твердосплавными сверлами или сверлами с напаянными твердосплавными пластинами поскольку не будет стружколомания.

Пересекающиеся отверстия

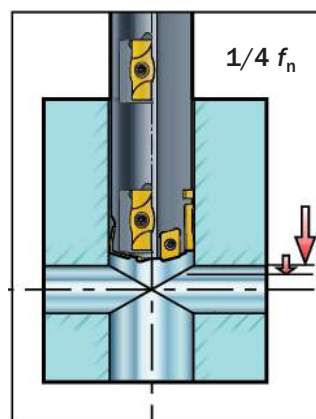


При сверлении пересекающихся отверстий будет происходить вход и выход сверла в криволинейную поверхность. Это может стать причиной возникновения проблем с эвакуацией стружки. На данных операциях огромное значение приобретает жесткость сверла.

При пересечении отверстия диаметром, превышающим 1/4 диаметра сверла, необходимо уменьшить подачу до 1/4 от рекомендованной величины.



Снижение подачи до 1/4 от рекомендованного значения необходимо делать как при входе, так и при выходе из перпендикулярного отверстия.



При установке на сверло CoroDrill 805 двух дополнительных опорных направляющих, оно может быть использовано для сверления пересекающихся отверстий. См. рисунок. Эти направляющие будут осуществлять поддержку сверла при пересечении перпендикулярного отверстия. Снизьте подачу до 1/4.

Сверление ступенчатых отверстий со снятием фаски

Обзор технологических решений

Сверление со снятием фаски

Выбор инструмента E 26

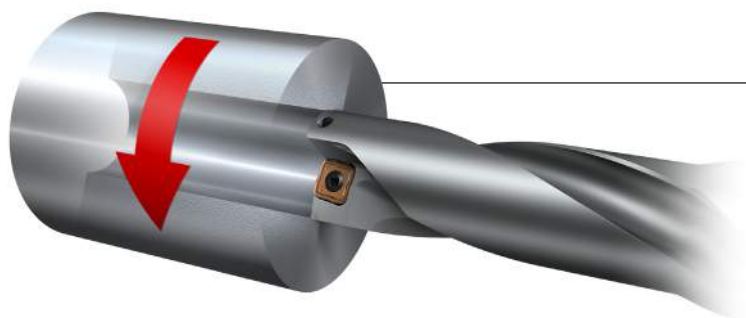
Рекомендации E 27

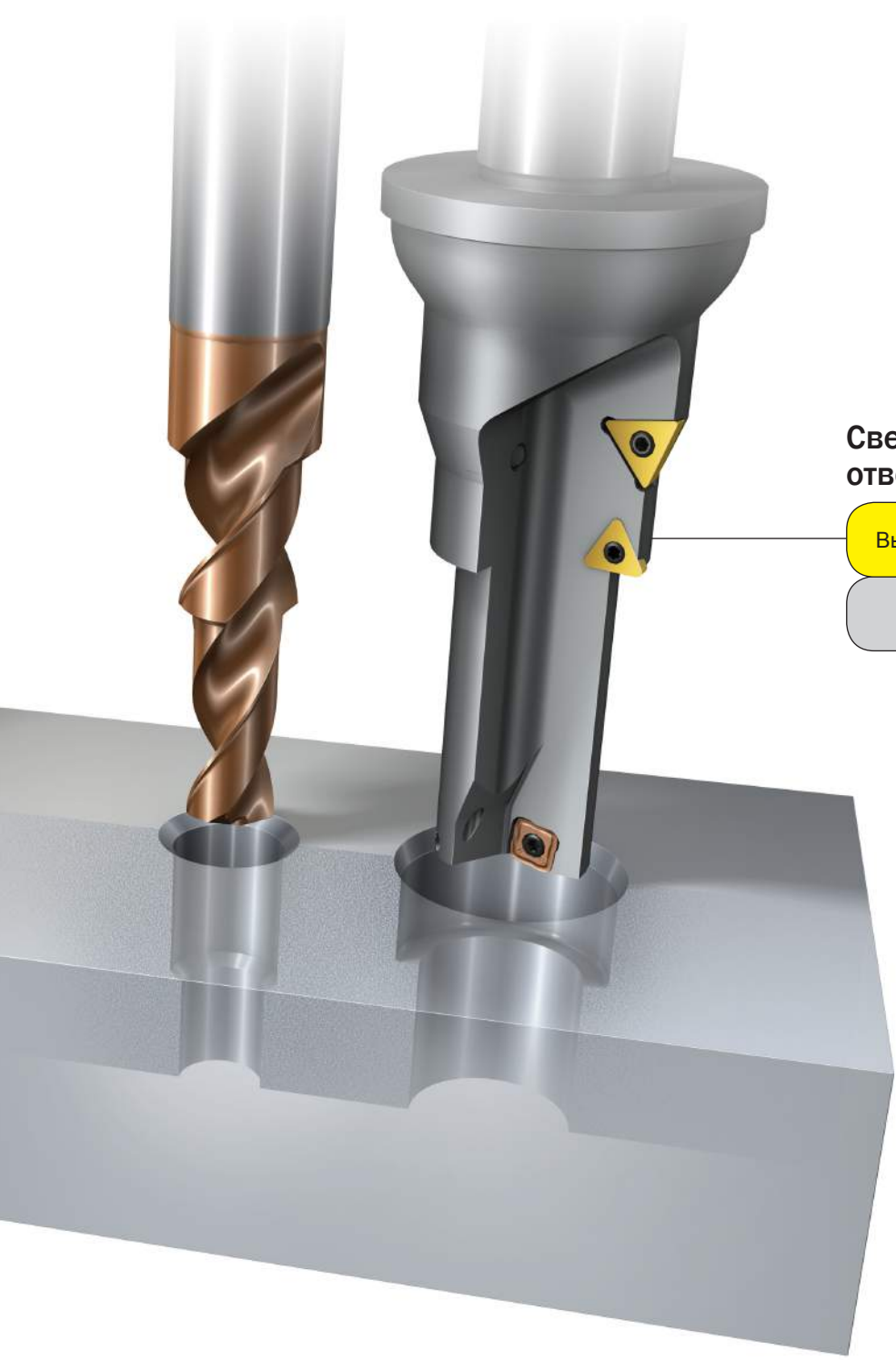


Обработка невращающимся сверлом

Выбор инструмента E 42

Рекомендации E 42





Сверление ступенчатых отверстий с фаской или без

Выбор инструмента E 28

Рекомендации E 29

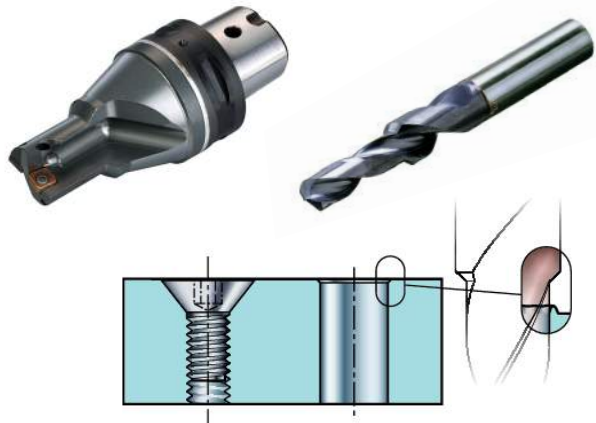
Сверление

Решение проблем E 44

Сверление со снятием фаски

Достаточно большое количество отверстий предусматривает формирование на них фаски или хотя бы снятие заусенцев. Примером таких отверстий являются крепежные отверстия под винты или заклепки.

Для выполнения этих операций подходит несколько типов сверл, а также снятие фаски возможно токарным инструментом CoroTurn XS методом винтовой интерполяции.



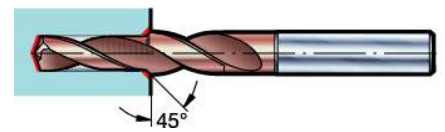
Выбор инструмента

	CoroDrill Delta-C®					Coromant Delta®	CoroDrill® 880	CoroTurn XS
	R841	R840	R842	R846	R850	R411.5		
Сверление	Стандартная программа	<i>Tailor Made</i> и Специальный инструмент				<i>Tailor Made</i>	<i>Tailor Made</i> и Специальный инструмент	Стандартная программа
	← Отверстие и фаска за один проход →							Программирование перемещения инструмента

CoroDrill Delta-C®

Отверстия под резьбу – CoroDrill Delta-C R841

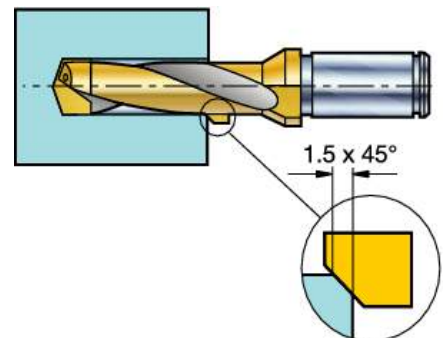
Сверла стандартной программы для обработки отверстий под резьбу с фаской 45° глубиной до 2-3 x D_c. Охватывают весь диапазон обрабатываемых материалов. См. "Основной каталог".



Coromant Delta®

Сверло Tailor Made с фаской 45°

Размер фаски 1,5 x 45° ±0,3 мм. Она будет расположена на необходимой глубине сверления (l₄) как показано на рисунке.

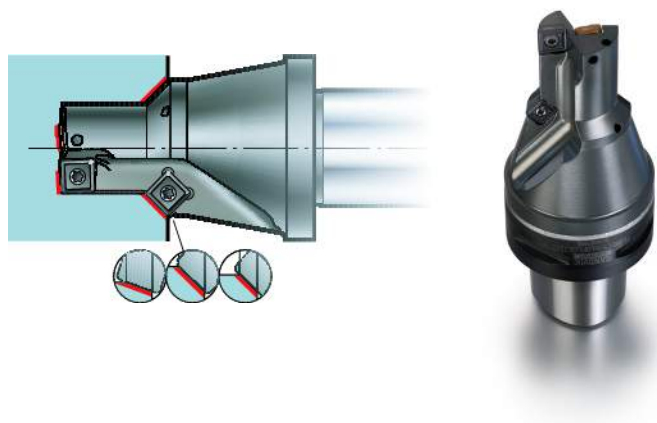


А Точение
В Отрезка и обработка канавок
С Резьбонарезание
D Фрезерование
E Сверление
F Растачивание
G Инструментальная оснастка
H Материалы
I Информация/Указатель

CoroDrill®880

Индивидуальное решение Tailor Made и специальный инструмент

Ширина и угол фаски изготавливаются по вашему требованию. Широкий выбор геометрий и марок пластин делает данные сверла подходящими для обработки всех групп материалов.



Точение

B

Отрезка и обработка канавок

C

Резьбонарезание

D

Фрезерование

E

Сверление

F

Растачивание

G

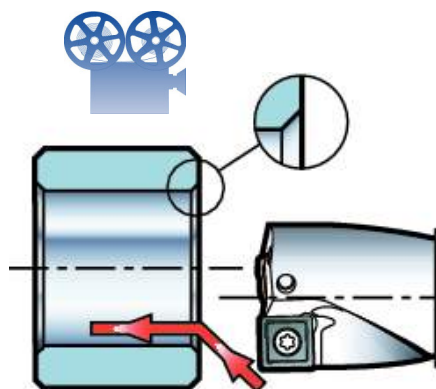
Инструментальная оснастка

H

Материалы

I

Информация/Указатель



Невращающееся сверло

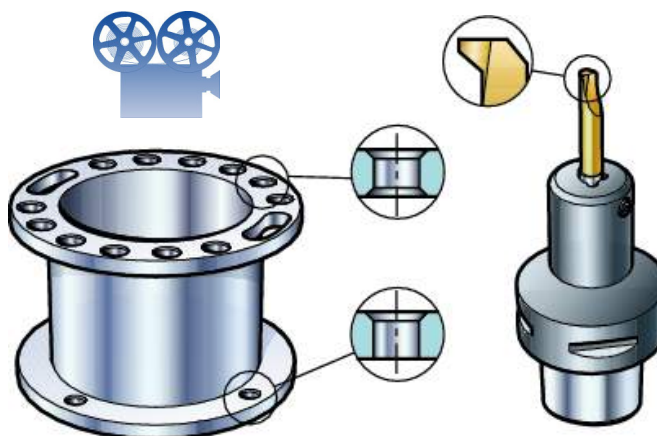
Программирование перемещения инструмента

Для получения фаски невращающимся сверлом в отверстии вращающейся детали можно использовать стандартное сверло CoroDrill 880. При этом необходимо запрограммировать путь инструмента соответствующим образом. См. стр. E42.

CoroTurn XS

Получение фаски/обратной фаски, снятие заусенцев. Необходимо программирование пути инструмента.

См. раздел "Отрезка и обработка канавок", глава D.



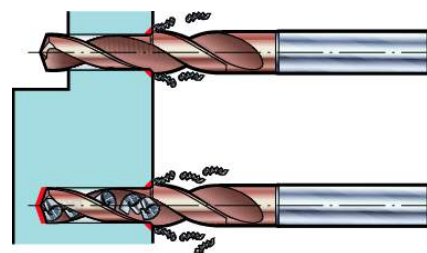
Практические рекомендации

Сверление

Обычно обработка фасочной пластиной проходит с той же подачей, f_n (мм/об), что и вся операция сверления. Особенно важно придерживаться данного правила при обработке глухих отверстий, когда уменьшение величины подачи может привести к образованию очень длинной стружки.

Однако, в случае обработки вязких материалов регулировка подачи при обработке фаски может оказаться необходимой во избежание наматывания длинной стружки на сверло.

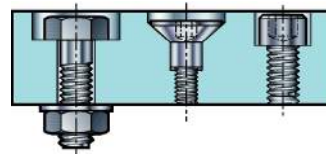
f_n при сверлении f_n при обработке фаски



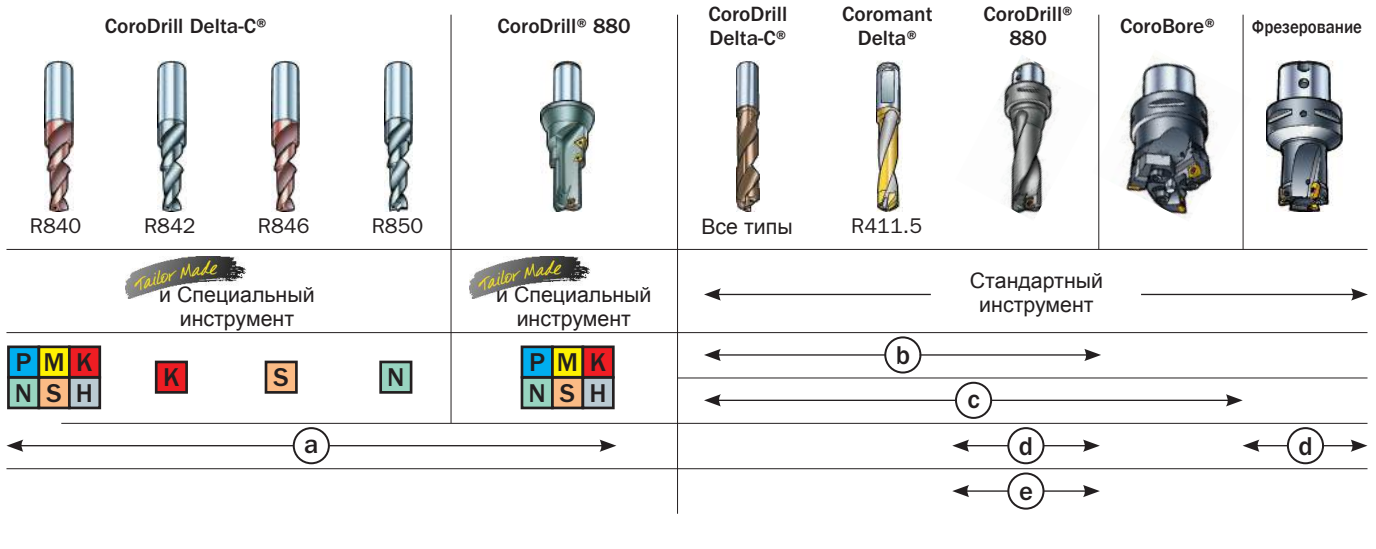
Во время обработки фаски необходимо следить за постоянством значения подачи, т.е. f_n сверления = f_n обработки фаски. Это особенно важно при сверлении глухих отверстий.

Сверление ступенчатых отверстий с фаской или без

Другой распространенный тип отверстий - ступенчатые или ступенчатые с фаской. Например, крепежные отверстия под болты и винты с "утопленной" головкой.



Выбор инструмента

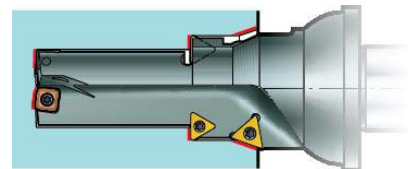
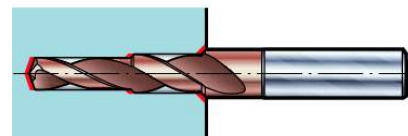


а) Ступень/фаска за один проход

Сверла Tailor Made и специальные сверла по вашему требованию

CoroDrill Delta-C – Все типы сверл могут быть изготовлены со ступенями и фасками.

CoroDrill 880 – Ступени и фаски по вашему заказу.



б) Ступенчатые отверстия методом сверления двух отверстий

Стандартные сверла

CoroDrill Delta-C, Coromant Delta или CoroDrill 880 – Подберите сверла в соответствии с размерами отверстия.

- с) **Ступенчатые отверстия с использованием растачивания**
 CoroDrill Delta-C, Coromant Delta или CoroDrill 880 плюс CoroBore 820 или DuoBore – Подберите сверло и расточной инструмент в соответствии с размерами отверстия.

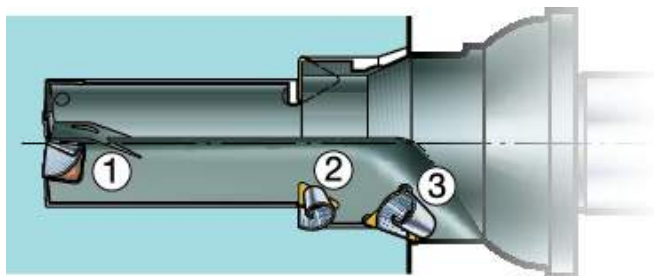
- д) **Ступенчатые отверстия методом винтовой интерполяции**
 CoroDrill 880 или CoroMill – Ступенчатое отверстие может иметь глубину $2 \times D_c$. Винтовая интерполяция сверлом CoroDrill 880 - низко производительный метод, к нему не следует прибегать при обработке глубоких ступеней. Возможно также расфрезеровывание ступени фрезой соответствующего диаметра. См. "Фрезерование", глава D.

- е) **Невращающееся сверло**

Выберите стандартное сверло CoroDrill 880 и запрограммируйте его перемещение. См. стр. E42.

Практические рекомендации

- а) **Ступенька/фаска за один проход**

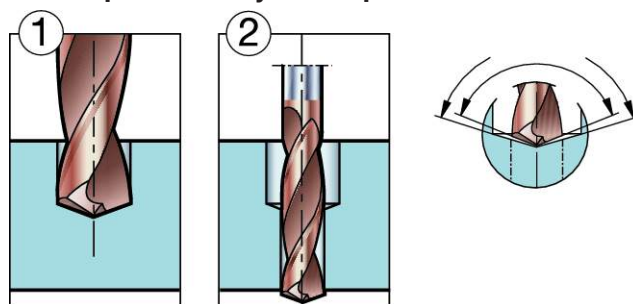


Основная задача при сверлении ступенчатого отверстия это обеспечение удовлетворительного стружколомания у всех режущих кромок. При обработке вязких материалов, таких как низкоуглеродистые и нержавеющие стали, необходимо выполнить пробные проходы, в следующей последовательности:

1. Сначала проверьте стружкообразование от центральной и периферийной пластин первой ступени.
2. Проверьте стружкообразование от пластины, обрабатывающей вторую ступень.
3. Проверьте стружкообразование от пластины, снимающей фаску.

- с) **Ступенчатые отверстия с использованием растачивания**
 Выполните операцию сверления, а затем переходите к растачиванию. См. "Растачивание", глава F.

- б) **Ступенчатые отверстия методом сверления двух отверстий**



Сначала обрабатывается больший диаметр, а затем меньший.

Всегда начинайте сверление с отверстия большего диаметра, чтобы обеспечить центрирование вершины сверла и избежать выкрашивания режущих кромок.

При обработке малого диаметра сверлом CoroDrill Delta-C или Coromant Delta убедитесь, что угол при вершине сверла равен или меньше, чем у большего сверла. В этом случае вершина второго сверла первой коснется заготовки.

- д) **Ступенчатые отверстия методом винтовой интерполяции**
 Более подробная информация о фрезеровании отверстий в разделе "Фрезерование", глава D на стр. E35.

Другие методы Обзор технологических решений

A

Точение

B

Отрезка и
обработка канавок

C

Резьбонарезание

D

Фрезерование

E

Сверление

F

Растачивание

G

Инструментальная
оснастка

H

Материалы

I

Информация/
Указатель

Растачивание

Выбор инструмента E 34

Рекомендации E 34

Сверление с радиальным смещением сверла

Выбор инструмента E 32

Рекомендации E 33

Обработка невращающимся сверлом

Выбор инструмента E 42

Рекомендации E 42

Винтовая интерполяция

Выбор инструмента E 35

Рекомендации E 35

Плунжерное сверление

Выбор инструмента E 36

Рекомендации E 37

Трепанирующее сверление

Выбор инструмента E 38

Рекомендации E 38

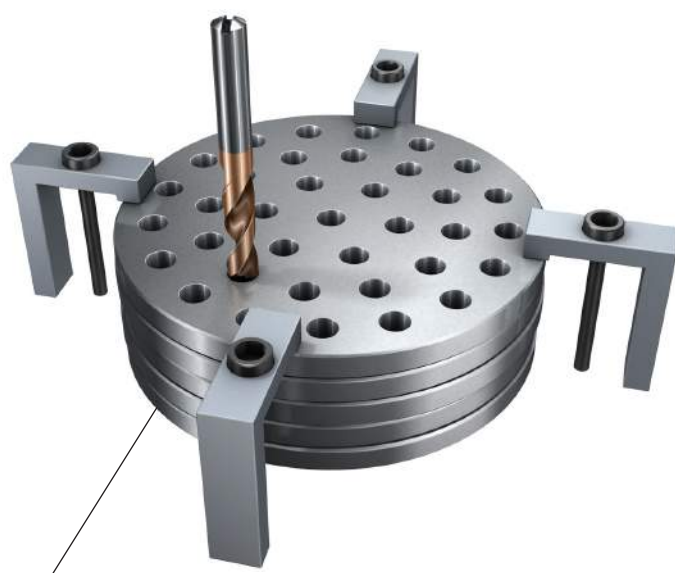
Сверление пакетов

Выбор инструмента E 40

Рекомендации E 40

Сверление

Решение проблем E 44

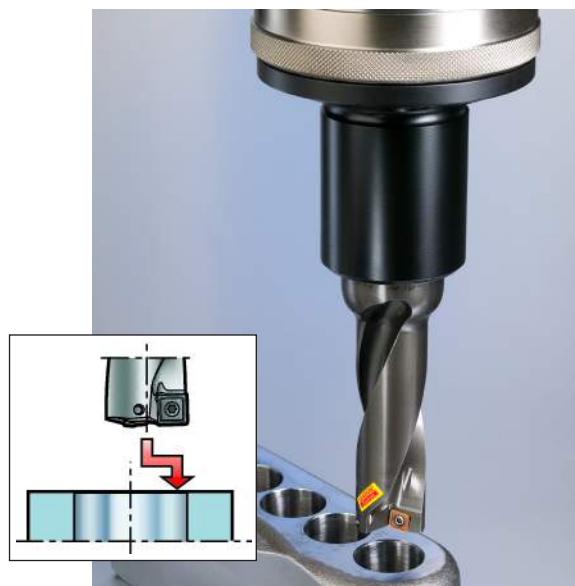


Сверление с радиальным смещением

Возможность регулировки сверл CoroDrill 880 с механическим креплением пластин по диаметру значительно расширяет диапазон их применения и позволяет:

- изготавливать отверстия с более жестким допуском, исключая влияние допусков на изготовление сверла и пластин за счет точной предварительной настройки диаметра сверла.
- обрабатывать отверстия большего диаметра, чем диаметр сверла, что сокращает номенклатуру необходимого инструмента.
- выполнять ступенчатые отверстия и фаски с использованием стандартного сверла, в наладке с невращающимся инструментом.

Примечание: Настройка сверла на меньший диаметр не рекомендуется, поскольку при этом корпус сверла может "затирать" стенки отверстия.



Выбор инструмента

	CoroDrill® 880	Регулируемый патрон	Эксцентриковая втулка
Диаметр сверла D_c , мм	12.00–63.50	12.00–63.50	12.00–63.50
Обрабатываемый материал			
	Невращающееся сверло	Технологические возможности вращающегося сверла	Технологические возможности вращающегося сверла

Невращающееся сверло

Выберите CoroDrill 880. Обработка не требует использования специального патрона. См. стр. E42.

Вращающееся сверло – регулируемый патрон

Это наиболее точный и надежный метод закрепления вращающегося сверла с радиальной регулировкой. Величина мах радиального смещения +1,4 мм с дискретностью 0,05 мм. В этом случае сверло CoroDrill 880 должно иметь хвостовик по ISO 9766.

Вращающееся сверло – эксцентриковая втулка

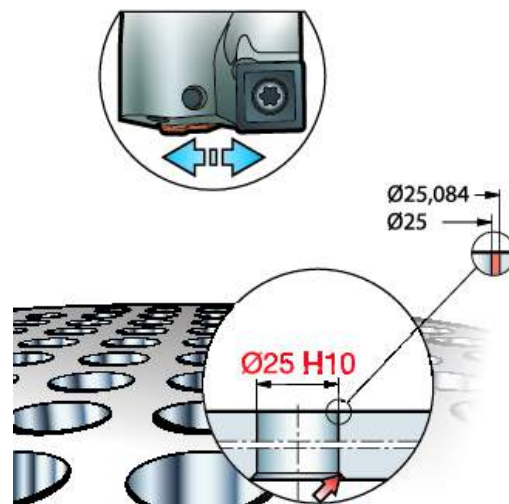
Альтернативное решение для закрепления сверл CoroDrill 880 - эксцентриковая втулка с метрическими хвостовиками ISO 9766. Ее следует использовать только для предварительной настройки, чтобы выдержать более жесткий допуск отверстия. Диапазон изменения диаметра $\pm 0,3$ мм. При использовании втулки патрон должен быть на один размер больше. Например, для закрепления сверла диаметром 25 мм с использованием втулки необходимо выбрать патрон, соответствующий сверлам диаметром 32 мм.

Практические рекомендации

Получение высокоточного отверстия

Сверло CoroDrill 880 изготавливает отверстия с допуском IT12-13 в зависимости от его глубины. За счет предварительной настройки сверла и исключения влияния допусков на изготовление корпуса сверла/гнезда и пластины можно выдерживать допуск в пределах $\pm 0,05$ мм (IT10-11) в стабильных условиях обработки.

Примечание: сверла с механическим креплением пластин дают чуть меньший диаметр отверстия на выходе из отверстия из-за потери равновесия сил между двумя пластинами. Однако, если далее снимается небольшая фаска/заусенцы это устранил минимальную разницу в диаметрах. См. рисунок.



Получение отверстия диаметром большим, чем диаметр сверла

Максимальное значение радиальной регулировки для CoroDrill 880 зависит от величины перекрытия центральной и периферийной пластин. В "Основном каталоге" представлены максимальные значения радиальной регулировки для сверл различных диаметров. Радиальная регулировка сверла оказывает влияние на баланс усилий резания, поэтому в данном случае следует выбирать меньшую подачу из рекомендуемого диапазона.

Настройка сверла

Невращающееся сверло, см. стр. E42.

Вращающееся сверло – регулируемый патрон

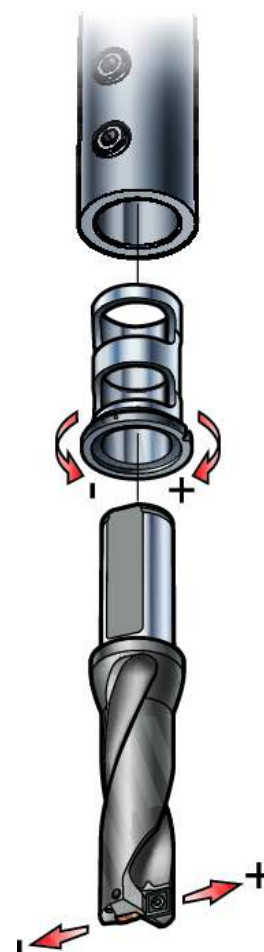
Подробная инструкция по настройке сверл в разделе Инструментальная оснастка/Оборудование, глава G.

Вращающееся сверло – эксцентриковая втулка

Для получения более точного отверстия существует возможность регулировки диаметра сверла в пределах $\pm 0,3$ мм. Изменение диаметра в направлении минус допустимо только если сверло образует отверстия больше требуемого диаметра (а не с целью получения отверстий меньшего диаметра).

- Одна точка разметки на втулке означает изменение диаметра на 0,10 мм
- Вращение втулки по часовой стрелке означает увеличение диаметра
- Вращение втулки против часовой стрелки означает уменьшение диаметра
- Используйте оба винта для закрепления сверла, предварительно убедившись, что их длины достаточно для надежной фиксации инструмента в патроне.

Диаметр отверстия		Радиальное смещение	
D_c мм	Код заказа	D_c max	
14	880-D1400L20-02	0.50	15.0
14.5	880-D1450L20-02	0.45	15.4
15	880-D1500L20-02	0.40	15.8
15.5	880-D1550L20-02	0.30	16.1
16	880-D1600L20-02	0.30	16.6







Растачивание

Универсальное сверло CoroDrill 880 со сменными пластинами может успешно использоваться на операциях растачивания, что позволит экономить время на смену инструмента.

Не рекомендуется использовать для операций растачивания сверла семейства CoroDrill Delta-C, за исключением типа R850.



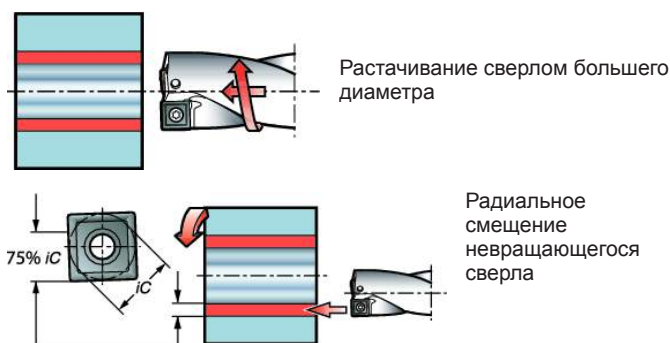
Выбор инструмента

	CoroDrill® 880	CoroDrill Delta-C®
		
Диаметр сверла D_c мм	12.00–63.00	5.00–14.00
Обрабатываемый материал		

Практические рекомендации

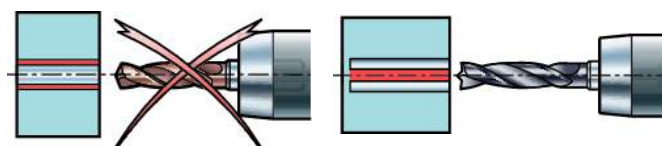
CoroDrill®880

Увеличение отверстия можно выполнить с помощью большего сверла. Также возможно растачивание отверстия радиально смещенным невращающимся сверлом. Для этого следует выбрать сверло минимальной длины во избежание появления вибраций, что также позволит производить обработку с большей подачей. Для того, чтобы предотвратить отклонение сверла в процессе растачивания мах припуск должен составлять 75% от iC пластины.



CoroDrill Delta-C® 850

Сверла CoroDrill Delta-C не рекомендуется использовать на операциях растачивания, поскольку как только периферия режущих кромок этих сверл входит в контакт с заготовкой возникают проблемы со стружкодроблением. Исключением является сверло типа R850, которое можно использовать для высверливания сердцевины отверстий на деталях из алюминия.



CoroDrill Delta-C 840, 842, 844, 846 не подходят для растачивания

Сверло CoroDrill Delta-C 850 отлично подходит для высверливания сердцевины отверстия на деталях из алюминия

Винтовая интерполяция

Винтовая интерполяция представляет собой получение отверстия за счет одновременной подачи вращающегося инструмента по круговой траектории и в осевом направлении. Использование этого метода возможно для обработки предварительно сформированных отверстий. При этом диаметр осевого инструмента должен быть примерно в половину больше диаметра отверстия и он должен использоваться с углом врезания, рекомендованном для этого инструмента.



Выбор инструмента

	<p>CoroDrill® 880</p> 
Диаметр сверла D_c мм	12.00–63.50
Глубина сверления	$2 \times D_c$
Обрабатываемый материал	

В дополнение к CoroDrill 880 винтовую интерполяцию можно выполнять цилиндрической фрезой CoroMill 390, фрезой CoroMill 300 с круглыми пластинами и цельной твердосплавной CoroMill Plura, а также любой фрезой допускающей врезание под углом.

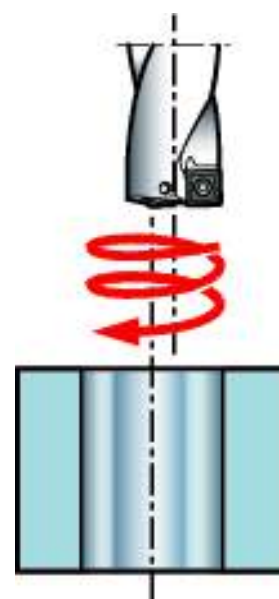
Примечание: Не рекомендуется выполнять винтовую интерполяцию сверлами большой длины

Практические рекомендации

- Винтовую интерполяцию можно выполнять с помощью сверл CoroDrill 880
- Применение данных сверл целесообразно для единичного производства или когда производительность не имеет решающего значения.

Режимы резания:

- Скорость резания и подача могут быть такими же, как и для обычного сверления
- Макс глубина отверстия - $2 \times D_c$
- Макс шаг - это радиус при вершине пластины +0,03 мм



Плунжерное сверление

Плунжерное сверление – высокоэффективный метод черновой обработки карманов; путём повторяющихся осевых проходов сверла или фрезы можно получить достаточно глубокую выборку или отверстие. Данный метод черновой обработки характеризует высокая производительность, эффективное использование мощности оборудования и невысокие требования к шпинделю станка, так как основное усилие резания направлено вдоль его оси. Схожее со сверлением плунжерное фрезерование всегда начинается с изготовления предварительного отверстия для входа плунжерной фрезы.



Выбор инструмента

Стандартные сверла с механическим креплением пластин отличаются высокой производительностью обработки. Они могут с успехом применяться для плунжерного сверления, при этом перекрытие может составлять до 70% от диаметра сверла, а режимы резания соответствовать стандартным рекомендуемым значениям.

Плунжерное фрезерование аналогично плунжерному сверлению и может осуществляться фрезой CoroMill 390 с пластинами позитивной геометрии, фрезой CoroMill 300 с круглыми пластинами или цельной твердосплавной

фрезой CoroMill Plura. Также возможно использование фрезы CoroMill 210, работающей с большими подачами. Однако фрезы имеют некоторые ограничения по значению перекрытия – оно не должно превышать половины длины режущей кромки на торце фрезы. Применение этого метода целесообразно только в случаях, когда диаметр фрезы достаточен для размещения большого числа режущих кромок.

	CoroDrill® 880	Плунжерное сверло Coromant U
Диаметр сверла D_c мм	12.00–63.00	12.7–35.00
Обрабатываемый материал		
	Стандартное сверло CoroDrill 880 можно использовать в отверстиях глубиной до $3 \times D_c$ без риска возникновения вибраций или отклонения оси сверла.	Для сверления на глубину до $6 \times D_c$ рекомендуется специализированное плунжерное сверло Coromant U (416.22). Мах глубина сверления у этого сверла $1 \times D_c$. Но при плунжерном сверлении (при обработке перекрывающихся отверстий) допустимая глубина достигает $6 \times D_c$. При обработке глухих отверстий необходимо строго следить за эвакуацией стружки из отверстия.

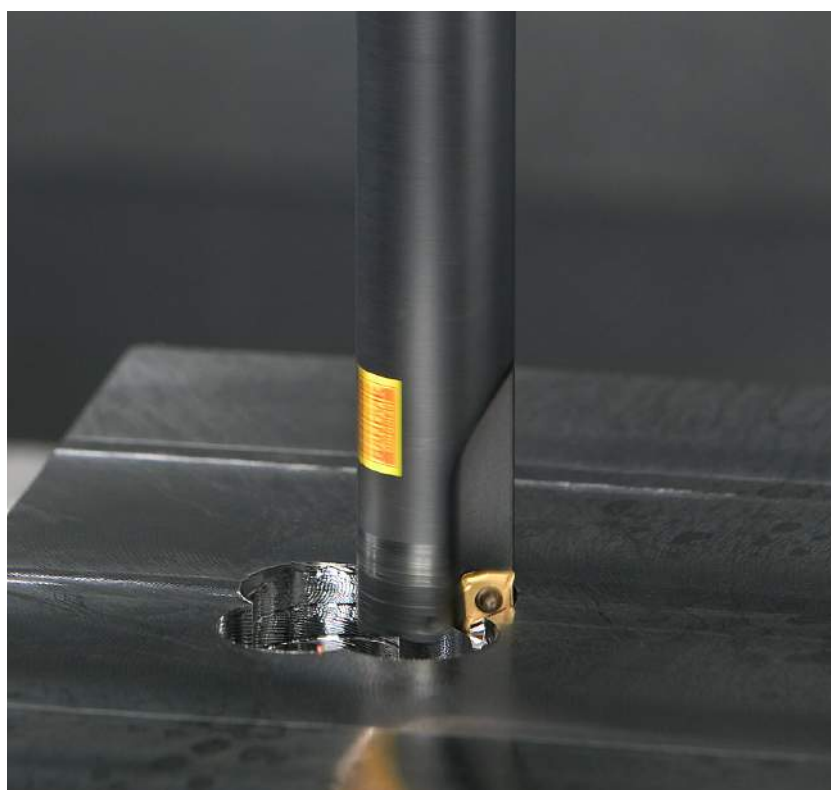
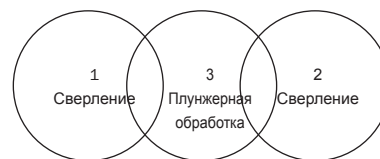
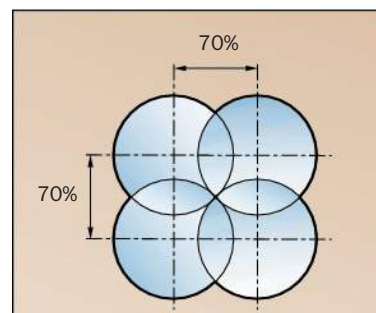
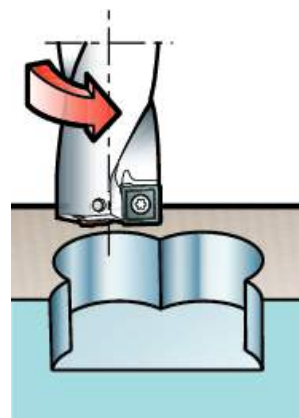
Сплав и геометрия

В связи с прерывистым резанием рекомендуется использовать прочный сплав и усиленную геометрию. CoroDrill 880: геометрия GR или GT и сплав GC4044/1044. Плунжерное сверло Coromant U: геометрия -53 и сплав GC1020.

Практические рекомендации

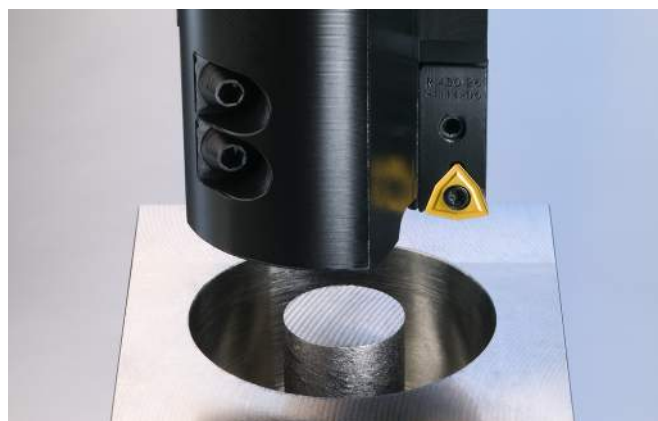
- Для увеличения стабильности обработки используйте по возможности самое короткое сверло
- Обязательно используйте внутренний подвод СОЖ для обеспечения надлежащего отвода стружки
- Режимы резания те же, что и для стандартных сверл со сменными пластинами
- Максимальная величина перекрытия - 70% от диаметра сверла, при этом обеспечивается оптимальная эффективность выборки полости без оставления в ней материала
- Перед плунжерным сверлением кармана, необходимо предварительно просверлить отверстие стандартным сверлом со сменными пластинами, причем его диаметр должен быть как можно больше
- При высверливании двух предварительных отверстий, создаются хорошие условия для эвакуации стружки при последующей плунжерной обработке

Если условия обработки нестабильны, необходимо снизить подачу до 1/3 от рекомендованного значения.



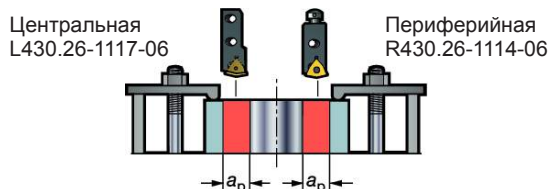
Трепанирующее сверление

Трепанирующее сверление используется в основном для обработки отверстий большого диаметра, потому что этот метод не требует таких затрат мощности, как сверление сплошного материала. Трепанирующие сверла превращают в стружку не весь материал отверстия, а оставляют целой его сердцевину и, следовательно, предназначены только для сквозных отверстий.



Выбор инструмента

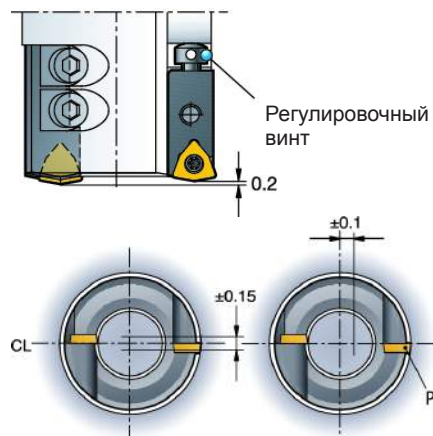
	<p>Трепанирующее сверло T-Max® U</p>  <p>R416.7</p>
Диаметр сверла D_c мм	60.00–110.00
Глубина сверления	$2.5 \times D_c$
Обрабатываемый материал	
Точность отверстия	± 0.2
Чистота поверх. R_a	2–7 μm



Трепанирующие сверла предназначены как для сверления сплошного материала, так и для деталей, сложенных пакетом при наличии или отсутствии воздушных зазоров между ними.

Практические рекомендации

Рекомендации по установке



Вращающееся и невращающееся сверло

Периферийная пластина должна быть смещена на 0,20 мм по сравнению с внутренней.

Невращающееся сверло

- Сверло должно быть установлено таким образом, чтобы периферийная пластина располагалась в горизонтальной плоскости.
- Смещение оси сверла, определяемое положением периферийной пластины и оси заготовки не должно превышать 0,15 мм.
- Режущая кромка периферийной пластины (P) должна быть параллельна горизонтальной плоскости (CL), проходящей через ось шпинделя станка, и отстоять от нее не более чем на 0,1 мм.

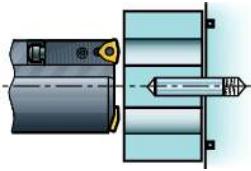
Использование центрального стержня

Вертикальная установка

Центральный стержень не создаст проблем в случае обработки на вертикальном станке, он просто выпадет по окончании операции сверления.

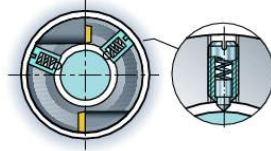
Горизонтальная установка

Когда при сверлении образуются длинный и тяжелый стержень необходимо использовать поддерживающее устройство для предотвращения поломки режущих кромок.



Вращающееся сверло - фиксация стержня

Просверлите отверстие в стержне. Установите в отверстие подпружиненный штифт, который предотвратит падение стержня(С).



Невращающееся сверло - поддерживающее устройство для стержня

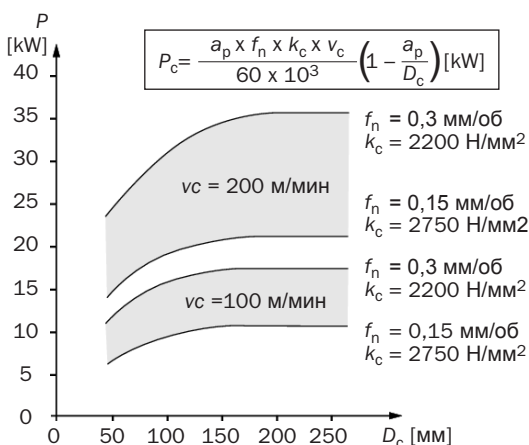
Если используется поддержка центрального стержня, сверло должно быть установлено так, чтобы картриджи располагались вертикально.

Режимы резания

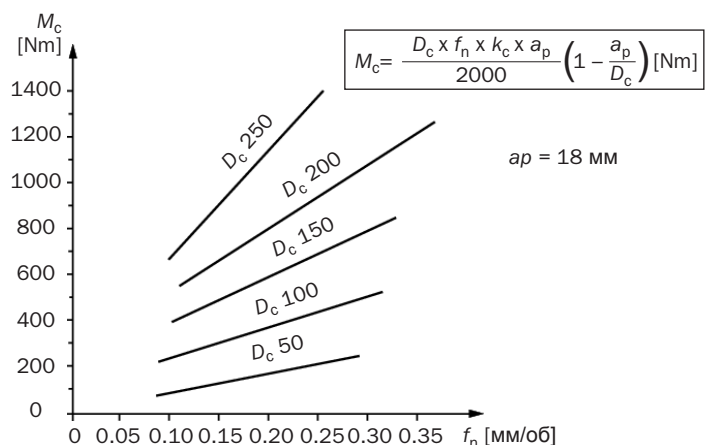
ISO		Скорость резания v_c , м/мин	Подача f_n , мм/об
P	Сталь	100–250	0.07–0.20
M	Нержавеющая сталь	100–250	0.07–0.20
K	Чугун	100–250	0.15–0.25
N	Алюминий	250–400	0.12–0.22
S	Титан	40–100	0.08–0.16

Основные зависимости для сверл T-Max® U – R416.7

Потребная мощность



Крутящий момент











Сверление пакетов

Этот метод применяется при необходимости получить отверстия в большом количестве одинаковых деталей небольшой толщины. Типичные примеры – сверление перегородок для теплообменников и деталей для мостов.



Выбор инструмента

	CoroDrill Delta-C®	Coromant Delta®	Сверла для пакетов T-Max® U	Трепанирующие сверла T-Max® U *
	 R840 R846	 R411.5	 R416.01*	 R416.7*
Диаметр сверла D_c мм	0.3–20.00	9.50–30.40	27.00–59.00	60.00–110.00
Глубина сверления	2–7 x D_c	3.5–5 x D_c	2.5 x D_c	2.5 x D_c
Обрабатываемый материал				

*Информацию для заказа см. в электронном каталоге.

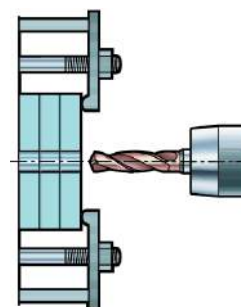
Практические рекомендации

Общие рекомендации

Для успешного выполнения сверления пакета деталей необходимо минимизировать зазор между элементами в пакете. Это можно сделать скрепив или сварив детали между собой. Распространенным методом является прокладывание деталей картоном (толщиной прилб. 0,5-1 мм), что помогает сгладить неровности поверхности и снизить вибрации.

CoroDrill Delta-C® и Coromant Delta®

При работе этими сверлами нет необходимости в уменьшении подачи. Обратите внимание, что сверло типа R850, имеющее другую конфигурацию вершины по сравнению с остальными сверлами CoroDrill Delta-C, не подходит для сверления пакетов.



Сверло для пакетов T-Max® U R416.01

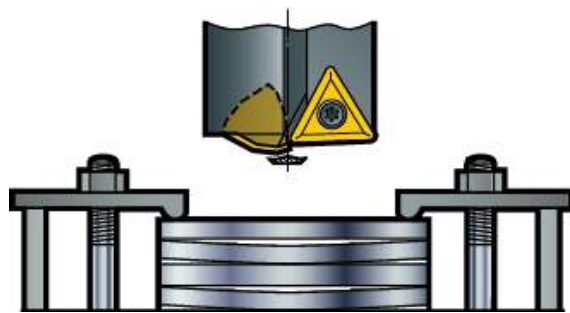
Сверло предназначено для сверления пакетов деталей. При работе этим сверлом образуется маленький диск, который легко удаляется по стружечной канавке.

Режимы резания:

P Низкоуглеродистая сталь
 $v_c = 150\text{--}300$ м/мин
 $f_n = 0,05\text{--}0,12$ мм/об

M Нержавеющая сталь
 $v_c = 75\text{--}200$ м/мин
 $f_n = 0,05\text{--}0,12$ мм/об

Примечание: CoroDrill 880 не подходит для сверления пакетов из-за образования слишком большого диска.

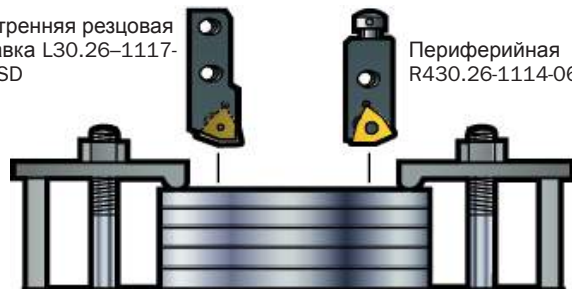


Трепанирующие сверла T-Max® U R416.7

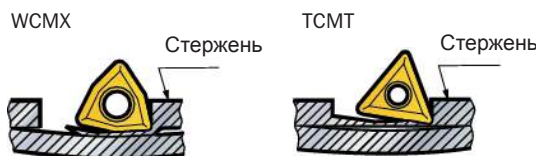
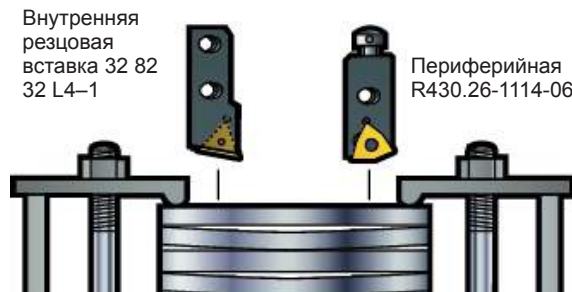
При сверлении деталей, сложенных пакетом без воздушных зазоров, используйте резцовые вставки типа SD. На внутренние и периферийные резцовые вставки устанавливаются пластины WCMX с длиной режущей кромки 6 мм (размера 06).

При наличии воздушных зазоров между деталями следует использовать внутреннюю резцовую вставку типа 32 82 32 L4-1 с пластиной TCMT с длиной режущей кромки 16 мм.

Внутренняя резцовая вставка L30.26-1117-06-SD Периферийная R430.26-1114-06-SD



Внутренняя резцовая вставка 32 82 32 L4-1 Периферийная R430.26-1114-06-SD







Обработка невращающимся сверлом

Вращающаяся деталь и невращающееся сверло – это распространенная схема наладки сверлильной операции на токарных центрах и автоматах продольного точения. Основным требованием при этом является обеспечение соосности оси сверла и оси шпинделя станка.



Выбор инструмента

	CoroDrill Delta-C®	Coromant Delta®	CoroDrill® 880	CoroDrill® 805	Трепанирующее сверло T-Max® U	Сверло для пакетов T-Max® U
	 Все типы	 R411.5			 R416.7	 R416.01
Диаметр сверла D_c мм	0.3–20.00	9.50–30.40	12.00–63.50	25.00–65.00	60.00–110.00	27.00–59.00
Глубина сверления	$2-7 \times D_c$	$3.5-5 \times D_c$	$2-5 \times D_c$	$7-15 \times D_c$	$2.5 \times D_c$	$2.5 \times D_c$

Все сверла подходят для применения в качестве невращающегося инструмента.

(Дополнительная информация на стр. E13 и E14)

Практические рекомендации

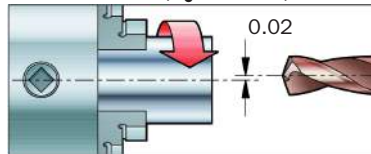
Биение инструмента

Убедитесь, что биение, или TIR (Total Indicator Readout = Полное показание индикатора) находится в пределах, показанных на рисунке.

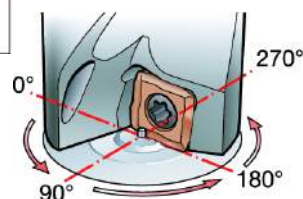
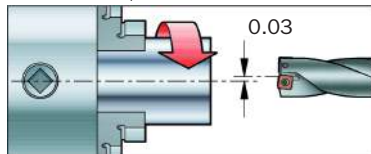
Добиться минимальной величины биения можно поворотом сверла или цанги на 90° , 180° или 270° .

Примечание: При работе сверла со сменными пластинами, например CoroDrill 880, образуется небольшой центральный стержень. Его размер должен находиться в пределах 0,05-0,15 мм. Стержень большего размера может вызвать повреждение режущих кромок, вибрации, отклонение в размерах отверстий и износ корпуса сверла. Размер стержня зависит от положения сверла.

CoroDrill Delta-C (D_c 3–20 мм) и Coromant Delta



CoroDrill 880, CoroDrill 805 и T-Max U

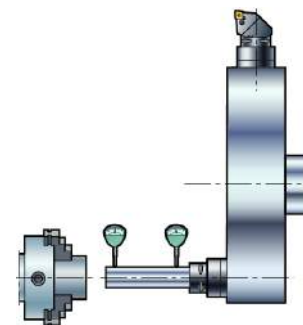


Регулировка сверла

Сверло необходимо выставить строго параллельно оси шпинделя, в противном случае отверстие может получиться меньше или больше требуемого размера или конической формы. Измерить величину биения можно при помощи прутка, заменяющего сверло, и индикатора.

Другой способ - сверлить отверстия, последовательно меняя положение сверла на 90°, 180° или 270°. Измерение полученных отверстий покажет наиболее оптимальное положение инструмента.

О настройке по калибру см. в разделе "Инструментальная оснастка/Оборудование", глава G.

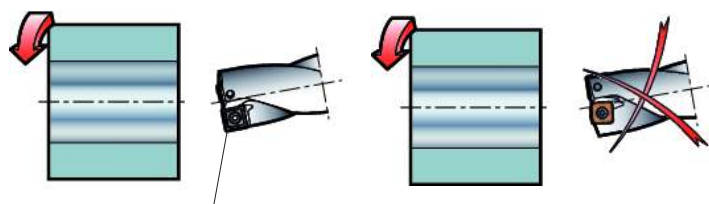
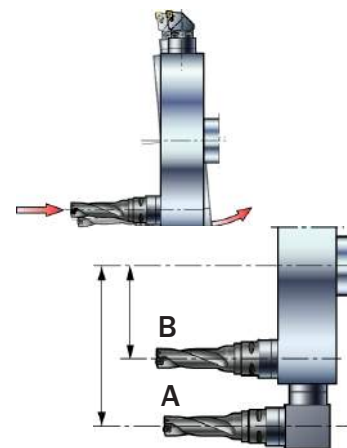


Несоосность из-за отклонения револьверной головки

Иногда при работе сверлами большого диаметра с высокими подачами, характеризующейся большими усилиями резания, может возникнуть такая проблема как отклонение револьверной головки станка.

Первым способом избежать данного дефекта является изменение положения инструмента. Положение B более предпочтительно по сравнению с положением A.

Если это невозможно, необходимо снизить величину подачи, что уменьшит силы резания. Для поддержания уровня производительности можно при этом повысить скорость, что не повлияет на усилие резания.



Периферийная пластина

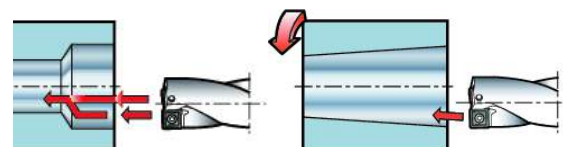
Если отклонения/несоосности головки невозможно избежать, сверло должно быть установлено с периферийной пластиной в таком положении, как показано на рисунке, чтобы не допустить износа корпуса сверла.

Радиальная регулировка невращающегося сверла

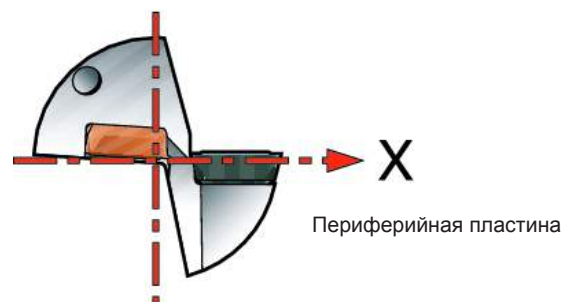
Невращающимся сверлом CoroDrill 880 можно выполнять некоторые альтернативные операции:

- получать отверстия с более жесткими допусками за счет предварительной настройки. См. стр. E 33.
- выполнять расточные операции. См. стр. E 34
- программировать перемещение инструмента для получения ступенчатых отверстий, фасок и конических отверстий с помощью стандартного сверла CoroDrill 880. Ступенчатые/ фасочные отверстия выполняются в два этапа: сверление плюс растачивание.
- Коническое отверстие можно выполнить за один проход, если максимальный диаметр отверстия не превышает максимальную радиальную регулировку сверла.

Примечание: Периферийная пластина должна быть параллельна оси X станка. Тогда положение сверла в револьверной головке будет определять влияние смещения на диаметр отверстия.



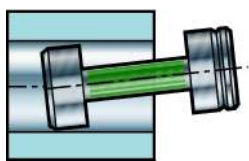
Отверстия ступенчатые и/или с фаской и конические



Периферийная пластина

Решение проблем

CoroDrill® 880



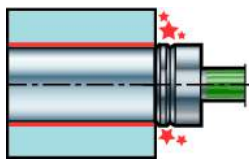
Отверстие больше нужного диаметра

Вращающееся сверло

1. Увеличьте подачу СОЖ, очистите фильтр, прочистите отверстия для СОЖ в сверле
2. Выберите более прочную геометрию для периферийной пластины (центральную пластину оставить)

Невращающееся сверло

1. Проверьте соосность станка
2. Поверните сверло на 180 градусов
3. Выберите более прочную геометрию для периферийной пластины (центральную пластину оставить)



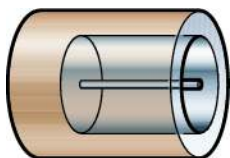
Отверстие меньше нужного диаметра

Вращающееся сверло

1. Увеличьте подачу СОЖ, очистите фильтр, прочистите отверстия для СОЖ в сверле
2. Попробуйте более прочную геометрию в центре и более острую геометрию на периферии

Невращающееся сверло

1. В стационарном положении: Проверьте соосность станка
2. В стационарном положении: Поверните сверло на 180 градусов
3. Выбрать более прочную геометрию для периферийной пластины (центральную пластину оставить)



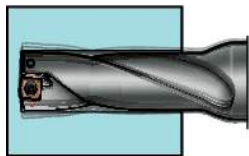
Бобышка в отверстии

Вращающееся сверло

1. Увеличьте подачу СОЖ, очистите фильтр, прочистите отверстия для СОЖ в сверле
2. Попробуйте другую геометрию для периферийной пластины и отрегулируйте подачу в пределах рекомендованных значений
3. Уменьшите вылет сверла

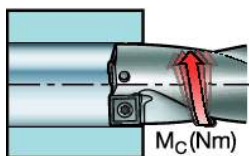
Невращающееся сверло

1. Проверьте соосность станка
2. Увеличьте подачу СОЖ, очистите фильтр, прочистите отверстия для СОЖ в сверле
3. Уменьшите вылет сверла
4. Попробуйте другую геометрию для периферийной пластины и отрегулируйте подачу в пределах рекомендованных значений



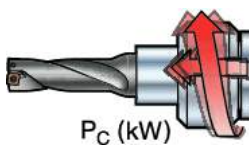
Вибрации

1. Уменьшите вылет сверла, увеличьте жесткость закрепления детали
2. Уменьшите скорость резания
3. Попробуйте другую геометрию для периферийной пластины и отрегулируйте подачу в пределах рекомендованных значений



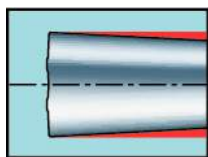
Недостаточный момент станка

1. Уменьшите подачу
2. Выберите более острую геометрию для уменьшения усилия резания



Недостаточная мощность станка

1. Уменьшите скорость
2. Уменьшите подачу
3. Выберите более острую геометрию для уменьшения усилия резания



Несимметричность оси отверстия

Отверстие внизу расширяется (замина стружки на центральной пластине)

1. Увеличьте подачу СОЖ, очистите фильтр, прочистите отверстия для СОЖ в сверле
2. Попробуйте другую геометрию для периферийной пластины и отрегулируйте подачу в пределах рекомендованных значений
3. Уменьшите вылет сверла



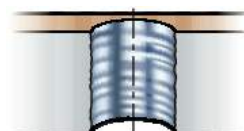
Низкая стойкость инструмента

1. Проверьте значения режимов резания
2. Увеличьте подачу СОЖ, очистите фильтр, прочистите отверстия для СОЖ в сверле
3. Уменьшите вылет сверла, увеличьте жесткость закрепления детали
4. Выберите, если возможно, более износостойкую марку сплава



Поломка винта пластины

1. Затягивайте винты с помощью динамометрического ключа и с использованием смазки Molykote



Плохое качество обработанной поверхности

1. Важно обеспечить хороший отвод стружки
2. Уменьшите подачу (если важно сохранить V_f , увеличьте скорость)
3. Увеличьте подачу СОЖ, очистите фильтр, прочистите отверстия для СОЖ в сверле
4. Уменьшите вылет сверла, увеличьте жесткость закрепления детали



Стружка спрессовывается в канавках

Причина - длинная стружка

1. Проверьте геометрии и режимы резания
2. Увеличьте подачу СОЖ, очистите фильтр, прочистите отверстия для СОЖ в сверле
3. Уменьшите подачу в пределах рекомендованных значений
4. Увеличьте скорость резания в пределах рекомендованных.

Износ инструмента – CoroDrill® 880

Причина

Устранение



Износ по задней поверхности

- a) Слишком большая скорость резания
b) Недостаточно износостойкая марка сплава

- a) Уменьшите скорость резания
b) Выберите более износостойкую марку сплава



Лункообразование

- Периферийная пластина:**
Диффузионный износ, вызванный слишком высокой температурой на передней поверхности
- Центральная пластина:**
Абразивный износ, вызванный наростом на режущей кромке и налипанием обрабатываемого материала

- Периферийная пластина:**
- Выберите сплав GC4024 или GC4014 с покрытием Al_2O_3 , препятствующим окислению
 - Уменьшите скорость

- Центральная пластина:**
- Выберите сплав GC1044, если используется H13A
 - Уменьшите подачу

Общая рекомендация:
Выберите более позитивную геометрию



Пластическая деформация (периферийная пластина)

- a) Слишком высокая температура (скорость резания) в сочетании с высоким усилием (подача, твердость заготовки)
b) Как результат износа по задней поверхности и лункообразования

- a-b) Выберите более износостойкую марку сплава с лучшим сопротивлением пластической деформации, например GC 4014 или GC 4024.
a-b) Уменьшите скорость резания
a) Уменьшите подачу



Выкрашивание

- a) Недостаточно прочный сплав
b) Слабая геометрия пластины
c) Нарост на режущей кромке (BUE)
d) Неудовлетворительное качество поверхности
e) Недостаточная жесткость закрепления
f) Абразивные включения (чугун)

- a) Выберите более прочную марку сплава, например, GC4044
b) Выберите более прочную геометрию, т.е. -GT
c) Увеличьте скорость резания или выберите более позитивную геометрию
d) Уменьшите подачу на входе. Выберите геометрию -GT
e) Увеличьте жесткость закрепления
f) Выберите более прочную геометрию, например, -GR или -GT. Уменьшите подачу



Наростообразование

- a) Низкая скорость резания (слишком низкая температура на режущей кромке)
b) Негативная геометрия
c) Вязкий материал, такой как нержавеющая сталь или алюминий
d) Слишком низкий процент масла в СОЖ

- a) Увеличьте скорость резания или выберите сплав с покрытием
b) Выберите более острую геометрию
c-d) Увеличьте концентрацию и объем/давление СОЖ

Эвакуация стружки - общие рекомендации

Возможные причины проблем с отводом стружки

1. Убедитесь в правильности режимов резания и выбранных геометрий. Рекомендации приведены на стр. E16 и E17.
2. Проанализируйте форму стружки (сравните с образцами на стр. E15).
3. Проверьте, нельзя ли увеличить подачу и давление СОЖ.
4. Проверьте состояние режущих кромок. Выкрашивание на кромке может вызвать образование длинной стружки.
5. Контролируйте постоянство качества обрабатываемого материала заготовки. Возможно необходима регулировка режимов резания.
6. Отрегулируйте подачу и скорость в соответствии с графиком на стр. E7.



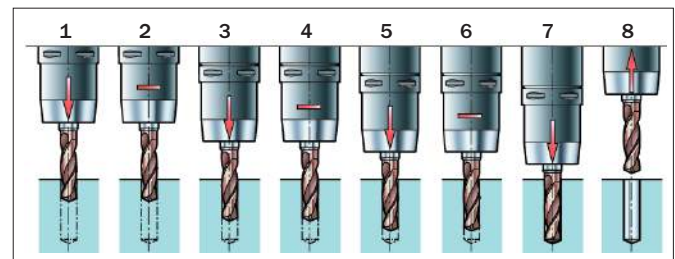
Сверление за несколько проходов – CoroDrill Delta-C® и Coromant Delta®

К сверлению отверстия за несколько проходов необходимо прибегать в самом крайнем случае. Существует два способа реализации данного вида сверления:

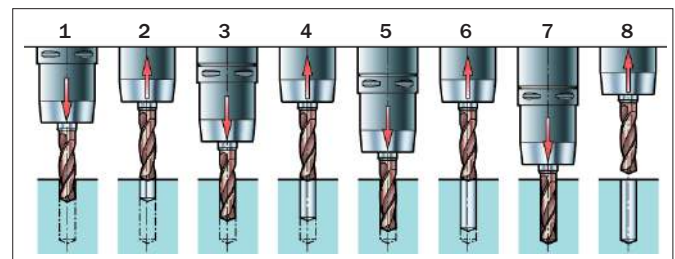
Первый метод, обеспечивающий производительность

Не выводите сверло из отверстия более чем на 0,3 мм от дна отверстия или делайте периодические остановки осевой подачи сверла без прерывания вращения.

Второй метод, обеспечивающий хороший стружкоотвод
После каждого цикла сверления полностью выводите сверло из отверстия, чтобы убедиться в отсутствии налипания стружки на режущие кромки.


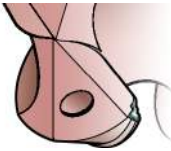
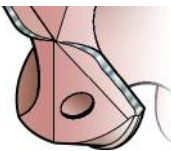

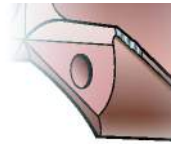
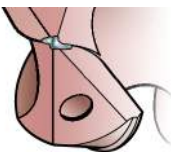




Метод 1



Метод 2

Износ инструмента – CoroDrill Delta-C® и Coromant Delta®

Причина	Устранение
 <p>Нарост на режущей кромке</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Увеличьте скорость резания или используйте наружный подвод СОЖ 2. Более острая режущая кромка 3. Выбрать сплав с покрытием 4. Увеличьте процентное содержание масла в СОЖ
 <p>Выкрашивание в углах режущих кромок</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Повысить жесткость закрепления 2. Проверьте радиальное биение 3. Уменьшите подачу 4. Увеличьте подачу СОЖ 5. Проверьте патрон
 <p>Интенсивный износ режущих кромок</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Уменьшите скорость резания 2. Увеличьте подачу 3. Выберите более твердую марку сплава 4. Увеличьте подачу СОЖ
 <p>Выкрашивание режущей кромки</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Проверьте жесткость наладки 2. Немедленно заменить сверло 3. Выбрать более мягкую марку сплава
 <p>Увеличенный износ по ленточке</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Проверьте радиальное биение 2. Увеличьте процентное содержание масла в СОЖ 3. Уменьшите скорость резания 4. Выберите более твердую марку сплава
 <p>Износ по перемычке</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Увеличьте скорость резания 2. Уменьшите подачу 3. Проверьте геометрические размеры сверла
 <p>Износ в виде пластической деформации</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Уменьшите скорость резания и/или подачу 2. Увеличьте подачу СОЖ 3. Выбрать более твердую марку сплава
 <p>Термотрещины (образование проточин)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Проверьте подачу СОЖ 2. Долейте охлаждающей жидкости в бак

Ассортимент инструмента - Сверление



CoroDrill® 880











Повышение производительности в два раза. Постепенное пошаговое засверливание в заготовку и идеальный баланс режущих сил. Возможность работать с большой подачей (f_n).

Высокая точность отверстия. Уравновешенность сил резания позволяет выдерживать жесткие допуски. Зачистная геометрия периферийной пластины обеспечивает высокое качество поверхности.

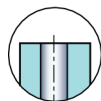
Две режущие кромки
12,00–13,99 мм

Четыре режущие кромки
14,00–63,50 мм



				Специальный инструмент 
Диаметр сверла D_c мм	12.00–13.99	<ul style="list-style-type: none"> • 12.00–43.00 •• 43.01–58.00 ••• 58.01–63.50 	12.00–63.50	12.00–
Глубина сверления	$2-5 \times D_c$	<ul style="list-style-type: none"> • $2-5 \times D_c$ •• $2-4 \times D_c$ ••• $2-3 \times D_c$ 	$2-5 \times D_c$	
Обрабатываемый материал				
Точность отверстия	IT12–13	IT12–13	IT12–13	IT12–13
Чистота поверх. Ra	1–5 μm	1–5 μm	1–5 μm	1–5 μm

Область применения



E 12

Обычное сверление



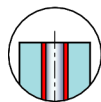
E 28

Ступень и фаска



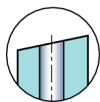
E 35

Винтовая интерполяция



E 34

Растачивание



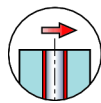
E 20

Сверление наклонных поверхностей



E 20

Сверление пересекающихся отверстий



E 32

Сверление со смещением



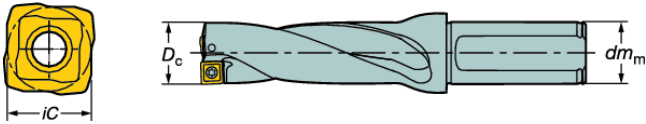
E 36

Плунжерное сверление



Высверливание метчиков.
Размеры сверл для резьбовых отверстий см. в "Информация/Указатель", глава I.

Допуски на сверло и отверстие

Глубина сверления 2–3 x D_c

Диаметр сверла, мм	12.00–43.99	44.00–52.99	53.00–63.50
Точность отверстия, мм	0/+0.25	0/+0.28	0/+0.30
Допуск на D _c мм	0/+0.20	0/+0.25	0/+0.28

Глубина сверления 4–5 x D_c

Диаметр сверла, мм	12.00–43.99	12.00–43.99	12.00–43.99
Точность отверстия, мм	0/+0.40	0/+0.43	0/+0.45
Допуск на D _c мм	+0.04/+0.24	+0.04/+0.29	+0.04/+0.32

Допуск на диаметр сверла

CoroDrill 880. Допуск на диаметр сверла с механическим креплением пластин складывается из допуска на изготовление корпуса сверла и допуска изготовления пластин. Величина этого суммарного допуска входит в допуск на обрабатываемое отверстие. Повысить точность обрабатываемого отверстия можно, осуществив предварительную настройку сверла.

Точность отверстия

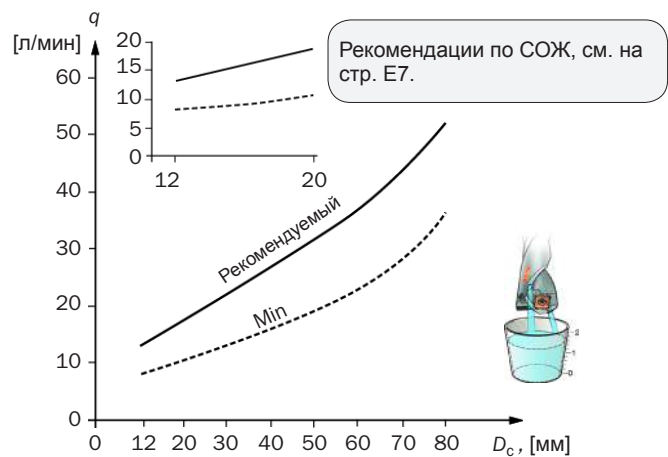
На размерную и геометрическую точность отверстия оказывают влияние длина сверла, биение, жесткость станка и обрабатываемый материал.

Для сверл со сменными пластинами точность отверстия зависит от допусков изготовления и сбалансированности усилий резания периферийной и центральной пластин. Сверло CoroDrill 880 с пошаговой технологией сверления, обеспечивающей оптимальный баланс усилий резания, гарантирует получение отверстия с допуском «в плюс». Предварительная регулировка сверла на токарном станке либо при его закреплении в регулируемом патроне позволяет избежать влияния допуска изготовления на точность отверстия. Возможна обработка отверстий с допуском ±0,05 мм (IT10-11).



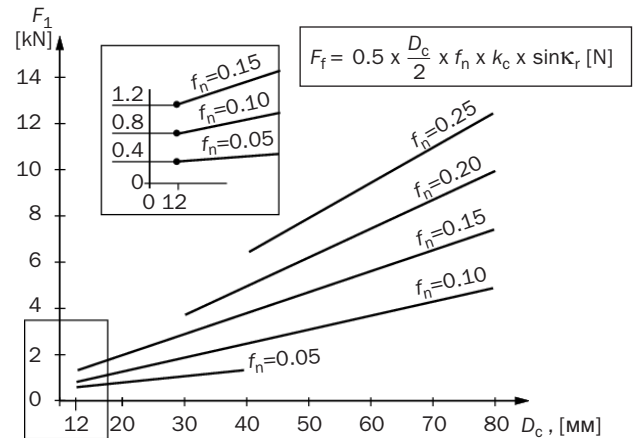
Основные зависимости для CoroDrill® 880

Расход охлаждающей жидкости



Усилие подачи

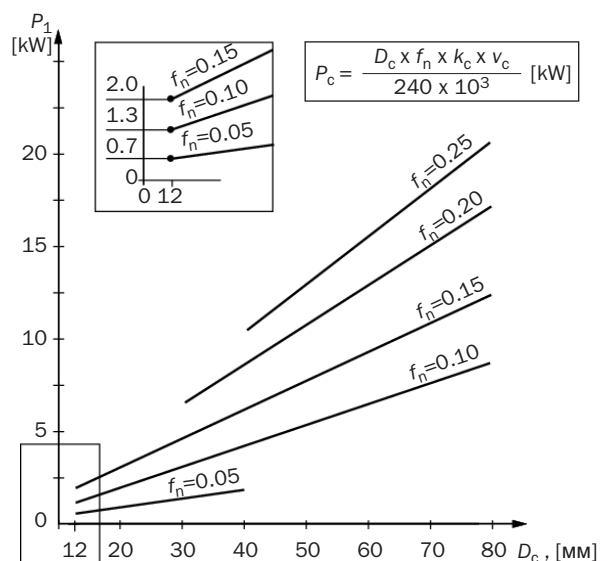
$k_c = 2500 \text{ Н/мм}^2$



Потребная мощность

$k_c = 2500 \text{ Н/мм}^2$

$v_c = 100 \text{ м/мин}$



Рекомендации по геометрии пластины

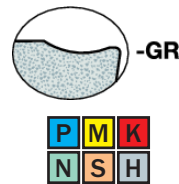
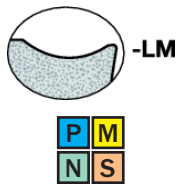
		Прочная	Первый выбор	Легкая	Определения
P	Низкоуглеродистые Высокоуглеродистые	GT*	LM GR	GM GM	
M		GT*	LM/MS***	GM	
K		GT*	GR	GM	
N		GT*	LM	GM	
S		GT*	LM	GM	
H		GT*	GM**	GM	

* **Примечание:** Геометрию –GT имеют пластины размером 02–05. Пластины другого размера (01, 06, 07, 08 и 09) изготавливают с геометрией –GR

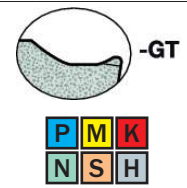
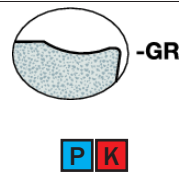
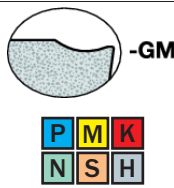
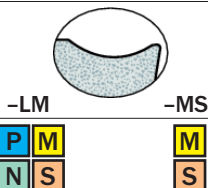
** **Примечание:** Для пластины размером 01 первый выбор - геометрия –GR

*** Для периферийных пластин размером 02-06 доступна геометрия MS.

D_c мм
12,00 – 13,99



D_c мм
14,00 – 63,50



Геометрические параметры

Длинностружечные материалы
Получистовая обработка

- От низких до средних подач
- Отличный контроль над стружкообразованием при обработке вязких материалов
- Плавный процесс резания
- Большой радиус при вершине
- Геометрия -LM – первый выбор для материалов, дающих сливную стружку
- Геометрия -MS имеет острую режущую кромку и рекомендуется для обработки нержавеющей стали

-LM -MS

Основные группы материалов
Получистовая обработка

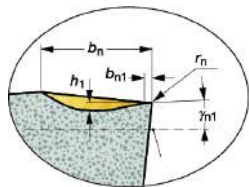
- От низких до средних подач
- Низкие усилия резания
- Геометрия неглубокого стружколома обеспечивает устойчивое дробление стружки в широком диапазоне подач
- Небольшой радиус при вершине минимизирует отклонение сверла

Основные группы материалов
Черновая обработка

- От низких до высоких подач
- Усиленные режущие кромки
- Большой радиус при вершине
- Хорошее стружкодробление на высоких подачах

Основные группы материалов
Прочная геометрия

- От низких до средних подач
- Очень прочные, усиленные кромки
- Устойчивое стружкодробление при обработке большинства материалов
- Первый выбор для нестабильных условий и прерывистого резания



Радиус при вершине
(периферийная пластина) r_e

Ширина стружколома b_n

Глубина стружколома h_1

Ширина упрочняющей фаски b_{n1}

Угол упрочняющей фаски γ_{n1}

Радиус округления кромок (ER) r_n

Большой Большой

Средний

Большой

Большой

Большая Большая

Небольшая

Средняя

Средняя

Большая Большая

Средняя

Средняя

Средняя

Большая Большая

Небольшая

Средняя

Средняя/Большая

Положительный Положительный

Нейтральный

Нейтральный

Нейтральный

Средний Небольшой

Небольшой

Большой

Средний

Рекомендации по маркам сплавов

Применение	Прочность	Первый выбор	Износостойкость	
Периферийная пластина	P	GC4044	GC4044*, GC4024	
	M	GC4044*	GC2044, GC4024	
	K	GC4044	GC4044*, GC4024	GC4014, GC4024*
	N	GC4044	H13A, GC4044*	H13A
	S	GC4044	H13A, GC4044*	H13A
	H	GC4044	GC4044	GC4024
Центральная пластина	P		GC1044	
	M		GC1044	GC1144
	K		GC1044	
	N	GC1044	H13A, GC1044*	
	S	GC1044	H13A, GC1044*	
	H		GC1044	

- P** ISO P = Сталь
- M** ISO M = Нержавеющая сталь
- K** ISO K = Чугун
- N** ISO N = Цветные металлы
- S** ISO S = Жаропрочные сплавы
- H** ISO H = Материалы высокой твердости

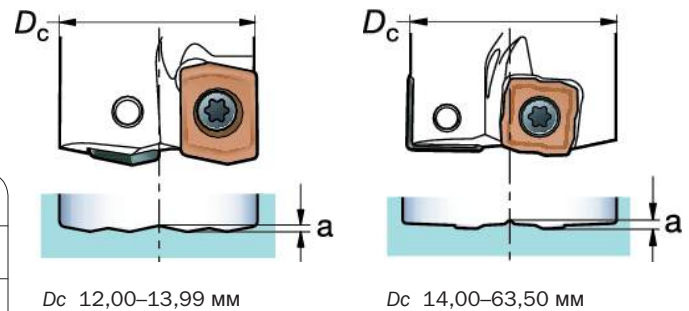
* Более прочная марка сплава рекомендуется для меньших диаметров. Подробности в "Основном каталоге". Дополнительная информация о марках сплавов для сверл CoroDrill 880 на стр. E64.

Профиль дна отверстия

Дно просверленного отверстия получается не совсем плоским. Его форма зависит от размеров сверла и пластины.

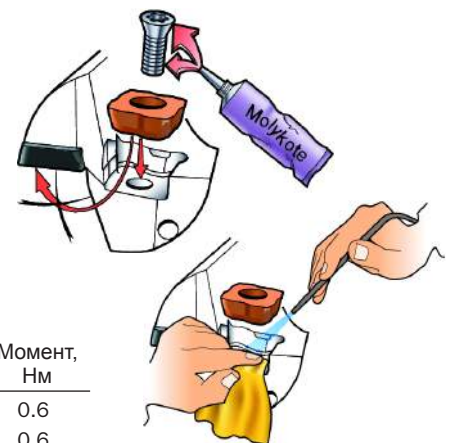
Максимальные значения для размера пластины:

Размер пластины	01	02	03	04	05	06	07	08	09
a max (мм)	0.4	0.6	0.7	0.9	1.1	1.1	1.4	1.6	2.0
D_c (мм)	12.00-14.00-13.99	16.50-16.49	20.00-19.99	24.00-23.99	30.00-29.99	36.00-35.99	44.00-43.99	53.00-52.99	63.50



Обслуживание инструмента – Сверла со сменными пластинами

Для надежной фиксации пластин в корпусе при затягивании крепежных винтов рекомендуется использовать динамометрическую отвертку (см. значения моментов в таблице) и смазку Molykote. Своевременно меняйте изношенные винты и регулярно очищайте гнезда под пластины, во избежание их смещений в процессе работы.

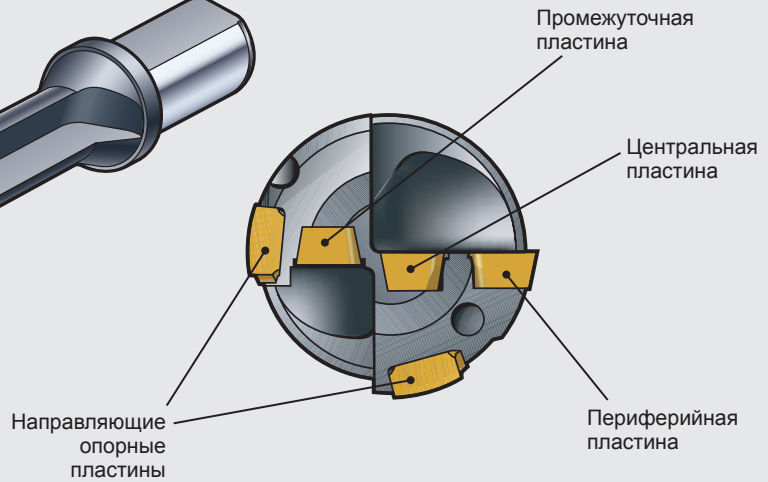
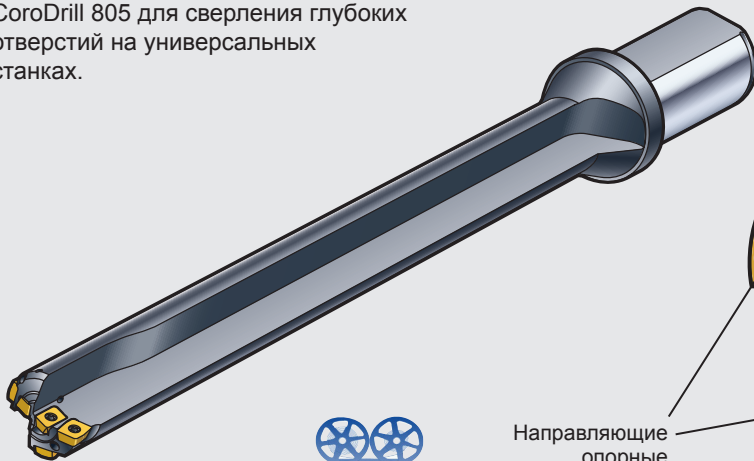


TorxPlus® - динамометрический ключ

Размер пластины	Пластина	Отвертка (Torx Plus)	Динамометрический ключ	Момент, Нм
880-01	5513 020-28	5680 046-08 (6IP)	5680 100-01	0.6
880-02	5513 020-28	5680 046-08 (6IP)	5680 100-01	0.6
880-03	5513 020-33	5680 046-03 (7IP)	5680 100-02	0.9
880-04	5513 020-58	5680 046-03 (7IP)	5680 100-02	0.9
880-05	5513 020-57	5680 046-04 (9IP)	5680 100-04	1.4
880-06	416.1-833	5680 046-05 (10IP)	5680 100-05	2.0
880-07	416.1-833	5680 046-05 (10IP)	5680 100-05	2.0
880-08	416.1-834	5680 046-02 (15IP)	5680 100-06	3.0
880-09	416.1-834	5680 046-02 (15IP)	5680 100-06	3.0

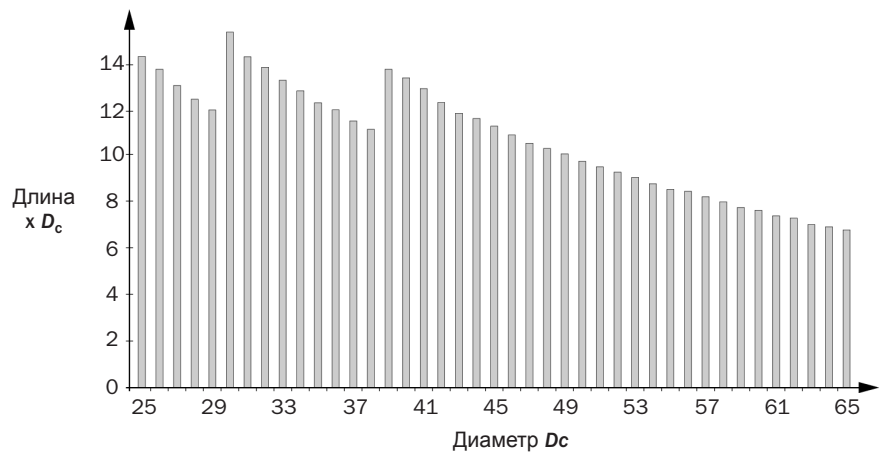
CoroDrill® 805

CoroDrill 805 для сверления глубоких отверстий на универсальных станках.



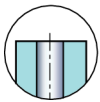
Диаметр сверла D_c мм	25.00–65.00
Глубина сверления	7–15 x D_c
Обрабатываемый материал	
Точность отверстия	IT10
Чистота поверхности R_a	2 μ m

CoroDrill® 805, диаметр/длина



Отношение диаметр/длина сверл CoroDrill 805 для глубокого сверления.

Область применения



E 12

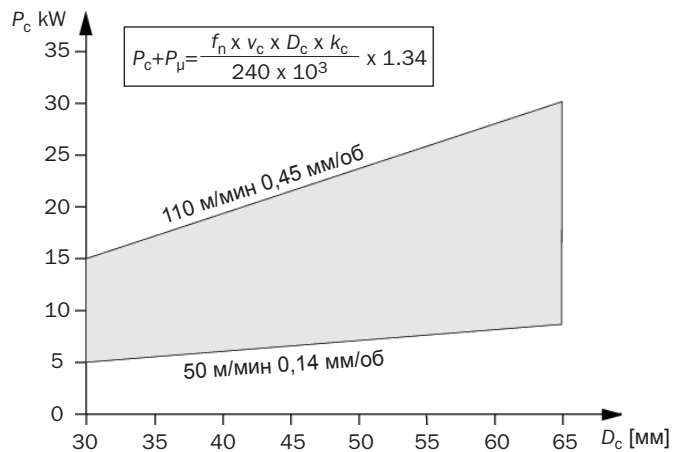
Обычное сверление



E 20

Сверление пересекающихся отверстий

Усилие подачи



Режимы резания

ISO	Обрабатываемый материал	Скорость резания v_c м/мин	Подача f_n мм/об Диаметр сверла 25,00–43,00 мм	Подача f_n мм/об Диаметр сверла 43,01–65,00 мм	
P	Сталь	Нелегированная Высоколегированная, закаленная	70–130 55–110	0.11–0.31 0.20–0.29	0.14–0.34 0.20–0.30
M	Нержавеющая сталь	Катаный/кованый	40–110	0.11–0.30	0.20–0.33
K	Чугун	Ковкий Высокопрочный	80–120 50–110	0.11–0.29 0.11–0.29	0.24–0.31 0.24–0.31
N	Алюминиевые сплавы	Деформированные	65–150	0.09–0.25	0.24–0.30
S	Жаропрочные сплавы	Титан	20–40	0.09–0.22	0.20–0.25

Расход и давление СОЖ такие же как и для сверл CoroDrill 880. См. стр. E51.

Другие сверла

	T-Max® U *	Трепанирующее сверло T-Max® U *	Плунжерное сверло Coromant U	Сверло для пакетов T-Max® U
Диаметр сверла D_c мм	60.00–80.00	60.00–110.00	12.70–35.00	27.00–59.00
Глубина сверления	$2.5 \times D_c$	$2.5 \times D_c$	$6 \times D_c$	$2.5 \times D_c$
Обрабатываемый материал				
Точность отверстия	± 0.2	± 0.2	± 0.2	± 0.2
Чистота поверх. R_a	2–7 μm	2–7 μm	1–5 μm	2–7 μm
Область применения <i>Дополнительная информация в разделе применений.</i>				

*Информацию для заказа см. в электронном каталоге.

CoroDrill Delta-C®

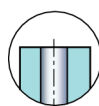
CoroDrill Delta-C – цельные твердосплавные сверла для высокопроизводительного получения отверстий.



	R840	R841	R842	R844	R846	R850	Taylor Made Специальный инструмент
Диаметр сверла D_c мм	0.30–20.00	0.30–20.00	3.00–16.00	8.00–18.00	3.00–16.00	5.00–14.00	до 25,00
Номинальный допуск сверла	m7	m8	m7	по запросу	m7	m7	по запросу
Глубина сверления	2–7 x D_c	2–7 x D_c	2–5 x D_c	1–1.5 x D_c	2–5 x D_c	2–7 x D_c	up to 15 x D_c
Обрабатываемый материал							
Точность отверстия	IT8–10	IT8–9	IT8–10	IT5–6	IT8–10	IT8–10	IT5–10
Чистота поверх. Ra	1–2 μm	1–2 μm	1–2 μm	0.5–1 μm	1–2 μm	1–2 μm	0.5–2 μm

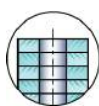
Информация по переточке сверл на стр. E62.

Область применения



E 12

Обычное сверление



E 40

Сверление пакетов



E 26

Ступень и фаска



E 20

Наклонные поверхности



E 20

Сверление пересекающихся отверстий



Высверливание метчиков. Размеры сверл для резьбовых отверстий см. в "Информация/Указатель", глава I



Допуски на сверло и отверстие

Допуск на диаметр сверла

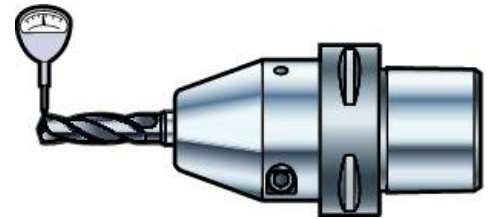
Большинство сверл CoroDrill Delta-C изготавливают согласно DIN 6537 с диаметром D_c , выполненным по m7, и хвостовиком – по h6. В рамках программы Tailor Made возможно изготовление сверл и с другими квалитетами точности.

Точность отверстия

Сверло, шлифованное с допуском по m7 (плюс/плюс), будет сверлить отверстие немного большего размера (max превыш. +0,04 мм). Однако точность отверстия зависит также от длины сверла, настройки, биения, жесткости станка и материала заготовки.

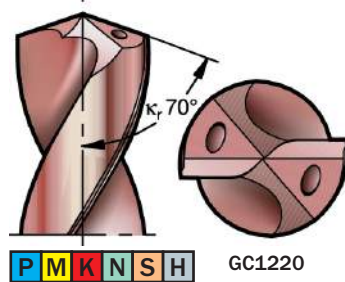
Закрепление инструмента

Надежное закрепление инструмента и минимальное биение – являются основными факторами, влияющими на результат работы цельного твердосплавного сверла. Подробнее об этом в разделе Инструментальная оснастка/Оборудование, глава G.



Рекомендации по выбору типа сверла

R840



Первый выбор

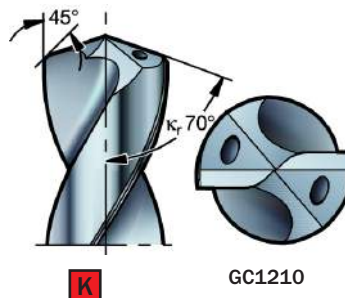
Тип R840 - это универсальное сверло для обработки большинства групп материалов, включая закаленные стали твердостью до 60 HRC. Диапазон диаметров 3,00-20,00 мм. Глубина отверстий 2-3 x D_c , 4-5 x D_c и 6-7 x D_c . Легко перетачиваются.

Мелкоразмерная обработка

Существуют сверла типа R840 небольших диаметров: Диапазон диаметров 1,50–2,90 мм, глубина отверстий 4-5 x D_c , сплав GC1220. Диапазон диаметров 0,30–1,4 мм, глубина отверстий 6-7 x D_c , сплав H10F.

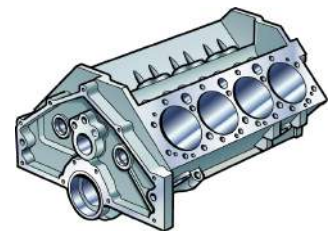


R842

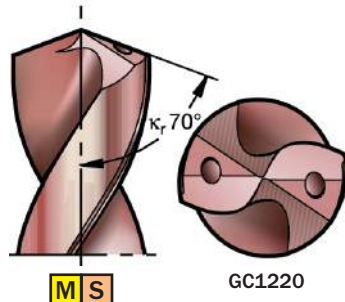


Специализированные сверла для определенных групп материалов

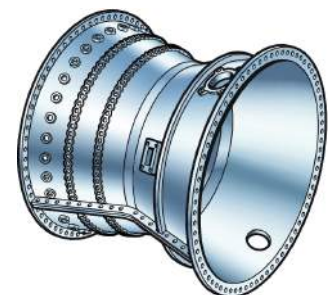
Тип R842 - это первый выбор для обработки всех видов чугунов, включая CGI (чугун с вермикулярным графитом) и ADI (отпущенный ковкий чугун). Специально разработанная геометрия вершины с фасками на углах для усиления кромки и для обеспечения лучшего качества отверстия.



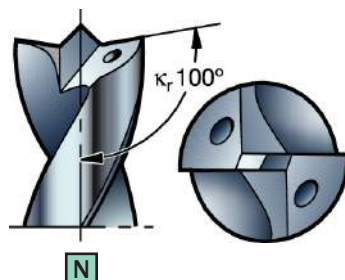
R846



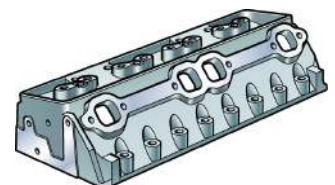
Тип R846 - первый выбор для области применений ISO-S. Рекомендуется для жаропрочных сплавов на основе Ni/Co; также подходит для титана и нержавеющей стали. Оптимизированная криволинейная геометрия режущих кромок и большой обратный конус для лучшего стружкообразования и качества отверстия.



R850

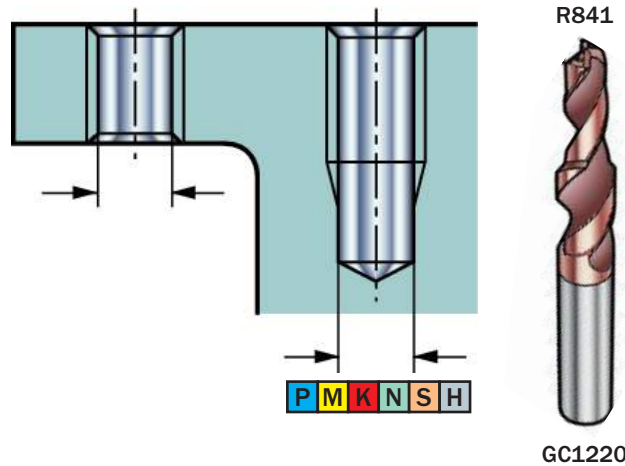


Тип R850 - это сверло, оптимизированное для обработки алюминия и алюминиевых сплавов (с содержанием кремния до 12%). Специально разработанная геометрия вершины позволяет работать на высоких подачах и минимизирует образование заусенцев. Производительная альтернатива сверлам с поликристаллическим алмазом. Может использоваться также по меди или медным сплавам.



Сверло для обработки отверстий под резьбу с фасками

Тип R841 - специальное сверло для изготовления отверстий под резьбу за одну операцию. Является стандартным инструментом и подходит для распространенных типоразмеров резьб.



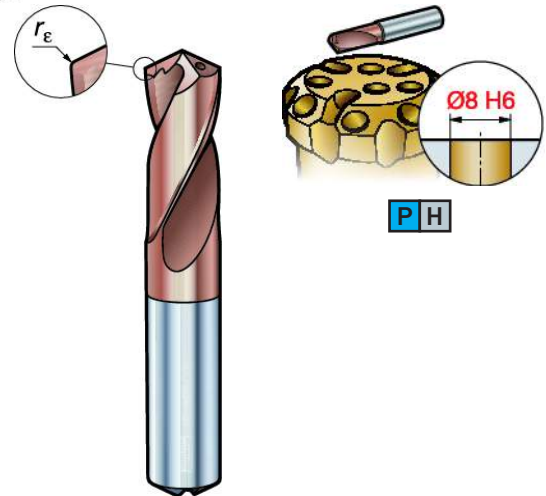
Высокоточное сверло для твердых сталей

Сверло R844 было первоначально разработано для сверления отверстий под зубки буровых коронок, требующих высокой точности с допусками IT6.

Наружные углы имеют радиус для усиления кромки и улучшения качества обрабатываемого отверстия.

R844 изготавливается по вашему запросу и заказывается как изделие Tailor Made.

Tailor Made

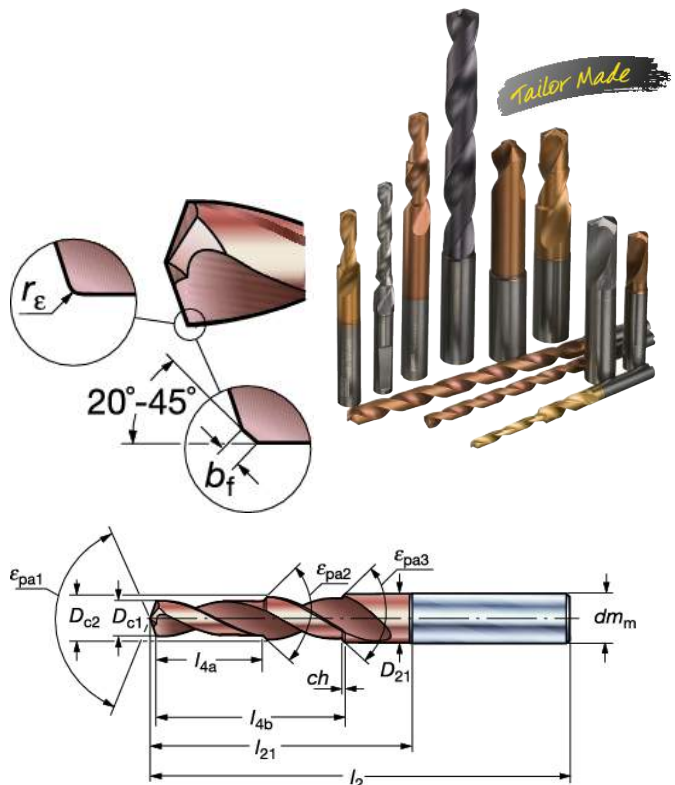


Дополнительные возможности

Tailor Made

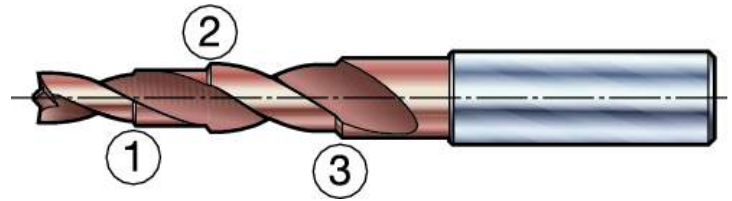
Существует возможность скорректировать, в определенных пределах, размеры сверла, чтобы получить инструмент, точно соответствующий Вашим техническим требованиям.

- Диаметр сверла
- Допуск
- Фаска
- Ступень
- Глубина сверления
- Фаска/радиус в углах
- Обратный конус
- Марка твердого сплава
- Тип и размер хвостовика
- Подача СОЖ



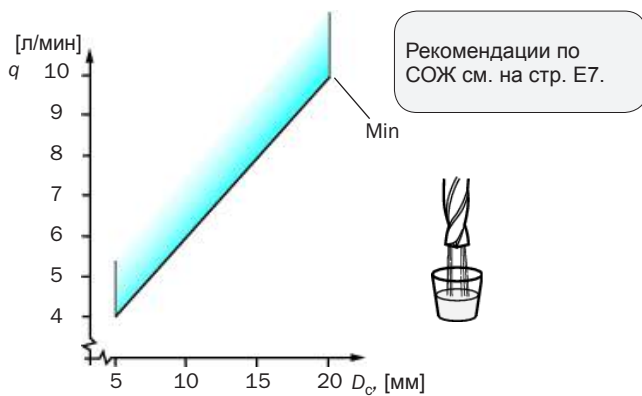
Специальный инструмент

Если характеристики требуемого Вам отверстия находятся вне диапазона Tailor Made, сверло может быть изготовлено по специальному запросу. Обращайтесь в ближайшее представительство Sandvik Coromant.

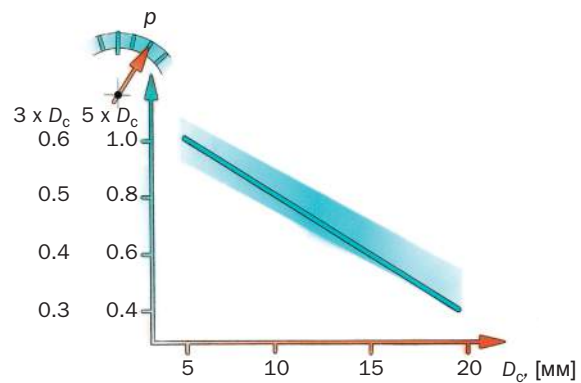


Основные зависимости для CoroDrill Delta-C®

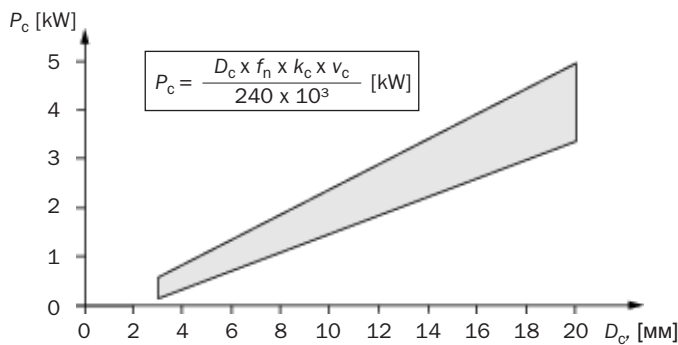
Расход охлаждающей жидкости



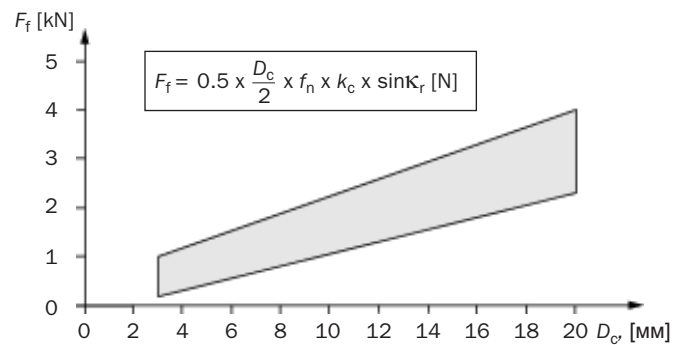
Давление СОЖ



Потребная мощность



Усилие подачи



Coromant Delta®

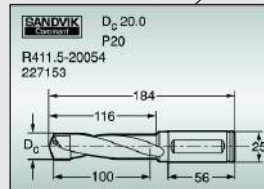
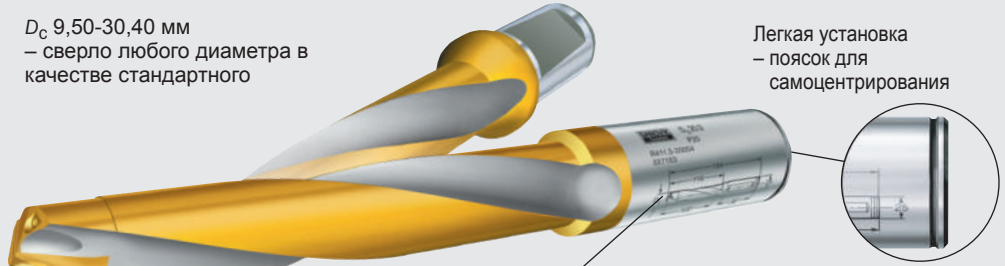
D_c 9,50–30,40 мм
– сверло любого диаметра в качестве стандартного

Легкая установка
– поясок для самоцентрирования

Доступна услуга по переточке сверл

Большой срок службы инструмента

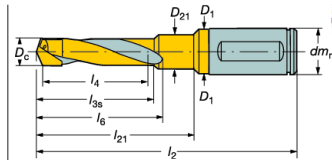
- несколько переточек
- модифицированная передняя часть сверла
- стружечные канавки, упрочненные лазерной закалкой



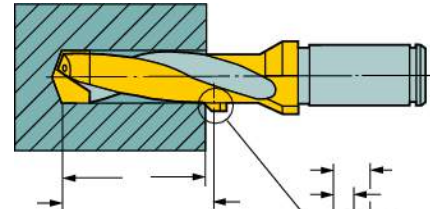
Лазерная маркировка содержит полную информацию о сверле



R411.5



Tailor Made

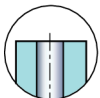


Код заказа для фасочной пластины:
L142.01–05 06 00

Диаметр сверла D_c мм	9.50–30.40	9.50–30.40	
Номинальный допуск сверла	js7	js7	
Глубина сверления	3.5–5 x D_c	3.5–5 x D_c	до 10 x D_c
Марка сплава	P20	K20	Оптимизированные марки сплавов для различных материалов
Обрабатываемый материал	P	M K N H	
Точность отверстия	IT10		
Чистота поверх. R_a	2 μ m		

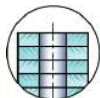
Информация по переточке сверл на стр. E62.

Область применения



E 12

Обычное сверление



E 40

Сверление пакетов



E 26

Сверление отверстия с фаской



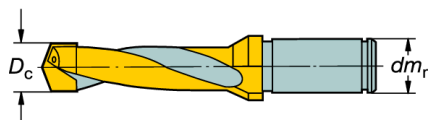
E 20

Наклонные поверхности



E 20

Сверление пересекающихся отверстий



Допуски на сверло и отверстие

Допуск на диаметр сверла

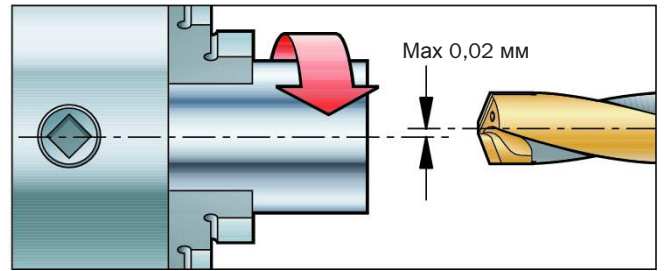
Coromant Delta: диаметр, D_c , шлифуется с допуском по js7, а хвостовик, dm , имеет допуск по h6. В рамках программы Tailor Made возможно изготовление сверл и с другими квалитетами точности.

Точность отверстия

Сверло, шлифованное с допуском по js7 (плюс/минус), будет изготавливать отверстие достаточно точное по размеру (в пределах $\pm 0,02$ мм). Однако точность отверстия также будет зависеть от длины сверла, настройки, биения, жесткости станка и материала заготовки.

Рекомендации по выбору сверла

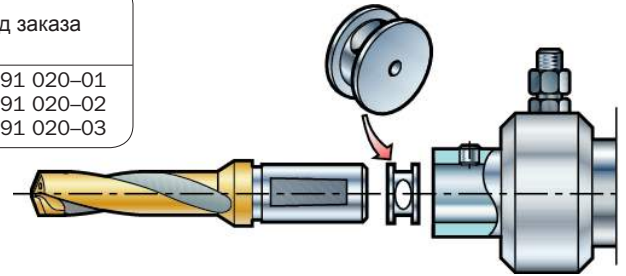
- Для сверления стали рекомендуется сплав P20. Сплав K20 подойдет для сверления нержавеющей стали, чугуна, алюминия или сверхтвердых материалов.
- Сверло нужного диаметра можно заказать в рамках нескладской программы стандартного инструмента.
- Доступна услуга заказа сверла через Tailor Made с возможностью выбора марки сплава и необходимых геометрических параметров.



Компенсатор объема СОЖ

При закреплении сверла Coromant Delta в патроне, обеспечивающим подачу охлаждения, необходимо использовать компенсатор объема СОЖ.

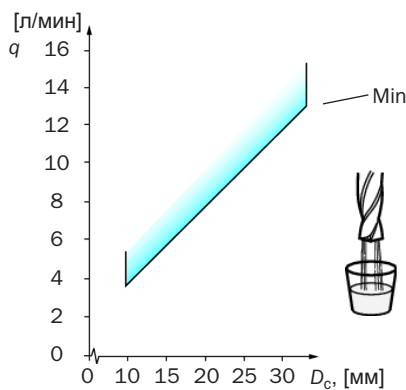
Диаметр сверла D_c мм	Код заказа
9.50 – 14.00	5691 020-01
14.01 – 17.00	5691 020-02
17.01 – 30.40	5691 020-03



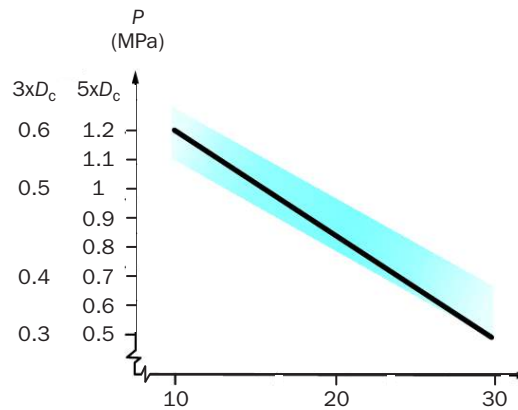
Только для сверл Coromant Delta с хвостовиком Coromant Whistle Notch.

Основные зависимости для Coromant Delta®

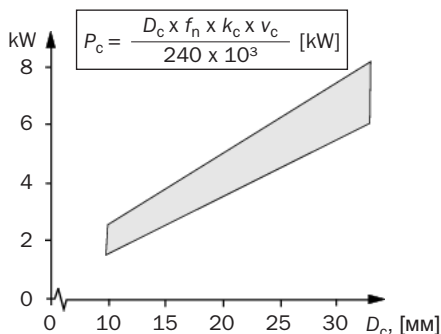
Расход охлаждающей жидкости



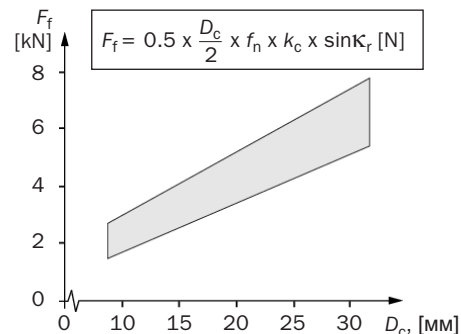
Давление СОЖ



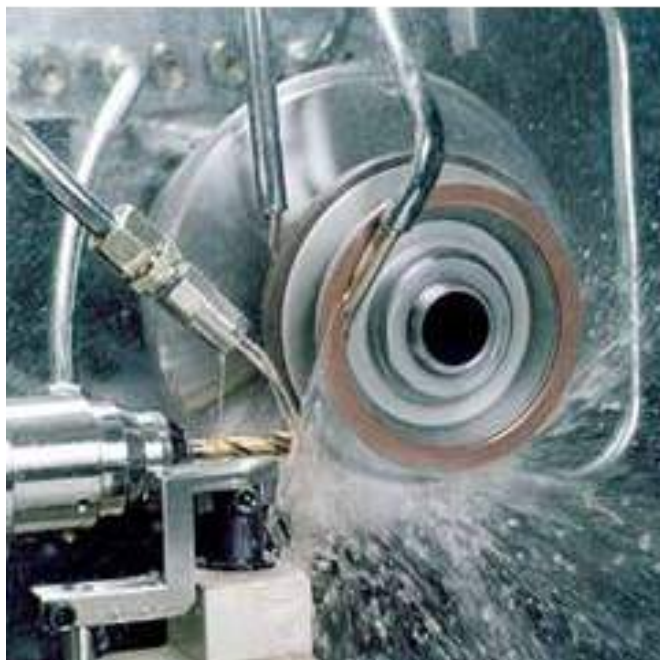
Потребная мощность



Усилие подачи



Переточка



Рекомендации

Цельные и напайные твердосплавные сверла

CoroDrill Delta-C и Coromant Delta можно перетачивать и заново наносить покрытие для увеличения срока службы. Число возможных переточек зависит от требований по точности отверстия, материала заготовки, размера сверла, его длины и степени износа. В среднем сверло можно перешлифовать от 3 до 5 раз.

Необходимо сохранять режущую геометрию, чтобы обеспечить надлежащее выполнение операции сверления.

Не стоит доводить сверло до предельно изношенного состояния. Если износ превышает максимально допустимые значения, то возможно инструмент придется обрезать, что сократит число потенциально возможных переточек. Если износ слишком сильный, восстановление может оказаться невозможным.

При переточке покрытие исчезает; это снижает стойкость сверла. Поэтому рекомендуется восстановление покрытия после переточки.

Чтобы сверла после переточки полностью сохраняли все свои характеристики рекомендуется отправлять их для восстановления на Sandvik Coromant.



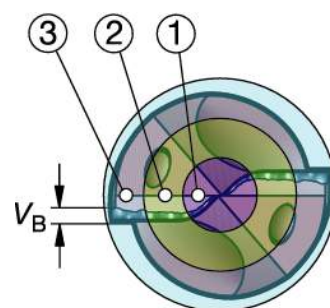
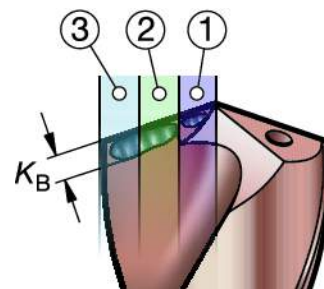
Получить подробную информацию об услуге по переточке сверл можно в региональном представительстве Sandvik Coromant.

Максимально допустимый износ



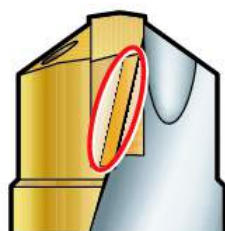
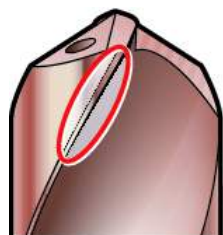
CoroDrill Delta-C®

Диам.сверла мм	Износ по задней поверхности, V_b (мм)			Лункообразование, K_b (мм)		
	Зона 1	2	3	Зона 1	2	3
3.00-6.00	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
6.01-10.00	0.20	0.20	0.25	0.25	0.25	0.25
10.01-14.00	0.25	0.25	0.25	0.30	0.30	0.30
14.01-17.00	0.25	0.25	0.30	0.30	0.30	0.30
17.01-20.00	0.30	0.30	0.35	0.35	0.35	0.35



Coromant Delta®

Диам.сверла мм	Износ по задней поверхности, V_b (мм)			Лункообразование, K_b (мм)		
	Зона 1	2	3	Зона 1	2	3
9.50-14.00	0.25	0.25	0.25	0.30	0.30	0.30
14.0-17.00	0.25	0.25	0.30	0.30	0.30	0.30
17.01-20.00	0.30	0.30	0.30	0.35	0.35	0.35
20.01-24.00	0.30	0.30	0.40	0.35	0.35	0.35
24.01-30.40	0.35	0.35	0.45	0.40	0.40	0.40



Убедитесь, что передняя часть сверла не имеет повреждений, сколов или трещин.

Информация о марках сплавов

CoroDrill® 880

Сплавы для центральной пластины

GC1044 - это сплав первого выбора для обработки всех групп материалов, кроме алюминия, для которого рекомендуется сплав H13A.

GC1044

P M K N S H

Основной выбор для всех групп материалов. Мелкозернистая основа обеспечивает оптимальное сочетание прочности и износостойкости. Покрытие TiAlN толщиной 3 мкм, нанесенное PVD методом, обеспечивает высокую прочность режущей кромки и стойкость к образованию нароста.



GC4044

P M K N S H

Прочный универсальный выбор для обработки всех групп материалов.

Мелкозернистая основа обладает превосходной прочностью. Сплав имеет PVD покрытие TiAlN черного цвета толщиной 3 мкм, обеспечивающее износостойкость и стойкость к образованию нароста.

GC1144

M S

Сплав центральной пластины для обработки нержавеющей стали.

Мелкозернистый твердый сплав с хорошим сочетанием прочности и износостойкости. Новое PVD-покрытие обеспечивает превосходную износостойкость и стойкость к образованию нароста при обработке всех типов нержавеющей сталей. Сплав следует рассматривать как дополнительный выбор для группы материалов ISO S.



GC4034

P M K

Более износостойкий сплав по сравнению с GC4044 для обработки стали, нержавеющей стали и чугуна.

Сплав с хорошим соотношением прочности и износостойкости с покрытием MT-CVD, обеспечивающим сохранность линии кромки и минимизирующим образование нароста на кромке.

H13A

N S

Сплав для жаропрочных сплавов, титана и алюминия. Подходит как для центральных, так и для периферийных пластин.

H13A - это марка сплава без покрытия с мелкозернистой основой, позволяющая получить очень острую режущую кромку. Характеризуется хорошим соотношением износостойкости и прочности.



GC4024

P M K N

Высокопроизводительный сплав для работы в стабильных условиях.

Твердосплавная основа с хорошим соотношением твердости и прочности. Покрытие, нанесенное MT-CVD методом включает слой TiCN и следующий за ним Al₂O₃, обеспечивающий стойкость к высоким температурам.



GC2044

M S

Сплав периферийной пластины для обработки нержавеющей стали.

Новое PVD-покрытие, нанесенное на мелкозернистую основу сплава, обеспечивает превосходную износостойкость и стойкость к образованию нароста при обработке всех типов нержавеющей сталей. Сплав следует рассматривать как дополнительный выбор для группы материалов ISO S.

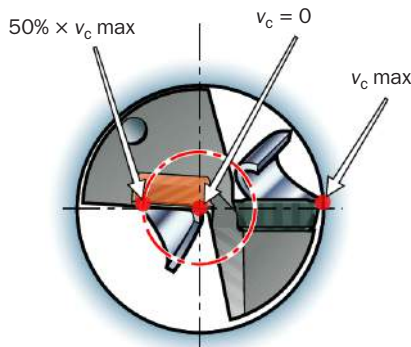


GC4014

P K

Сплав для работы с высокой скоростью резания на низких и умеренных подачах. Хорошая сопротивляемость пластической деформации.

Твердая основа с тонкой обогащенной кобальтом градиентной зоной, повышающей прочность кромки. Последовательно нанесенные методом MT-CVD слои TiCN и Al₂O₃ обеспечивают отличную стойкость к высоким температурам, что позволяет работать с высокими скоростями.



Сплавы для периферийной пластины

Для периферийной пластины выбор сплавов более широкий, поскольку скорость резания и условия варьируются больше. Сплав GC4044 - самый прочный, а сплав GC4014 - самый износостойкий.

Рекомендации по режимам резания в "Основном каталоге".

Обзор рекомендаций по выбору марки сплава см. на стр. E53.

CoroDrill Delta-C® и Coromant Delta®

CoroDrill Delta-C – цельные твердосплавные сверла

Основной выбор - универсальный сплав GC1220. Доступны сплавы, оптимизированные для обработки чугуна (GC1210) и алюминия (GCN20D). Для сверления небольших диаметров рекомендуются сплавы GC1020 и H10F. В рамках Tailor Made существуют другие варианты оптимизации за счет нанесения различных PVD покрытий.

GC1220 PMKNSH

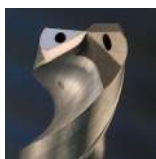
Сплав первого выбора для сверления конструкционных и нержавеющей сталей, жаропрочных сплавов и титана, но также может использоваться по всем другим материалам.

Мелкозернистый твердый сплав с превосходным сочетанием твердости и прочности. Многослойное покрытие, нанесенное PVD методом, включает слой TiAlN, обеспечивающий высокую надежность режущей кромки.



GC1210 PK

Первый выбор для обработки чугуна и износостойкая альтернатива для стали. Основа сплава обладает твердостью и высокой износостойкостью. Покрытие сплава содержит слой AlCrN, что способствует износостойкости и сопротивляемости пластической деформации.



GCN20D N

Первый выбор для обработки алюминиевых сплавов с содержанием кремния до 12%.

Мелкозернистость основы способствует сохранению острой режущей кромки на протяжении всего периода стойкости. PVD покрытие включает слой TiAlN, повышающий износостойкость и снижающий образование нароста на кромке.



Coromant Delta – сверла с напаянным твердым сплавом

Основной выбор для обработки стали – сплав P20, для других групп материалов – сплав K20. Сплав марки H10F и различные виды PVD покрытий предлагаются в рамках программы Tailor Made.

P20 P

Первый выбор для обработки различных сталей.

Сплав имеет износостойкую и прочную основу с PVD покрытием, включающим слой TiN, снижающим трение.



K20 MKNSH

Сплав первого выбора для нержавеющей сталей, чугуна и жаропрочных сплавов.

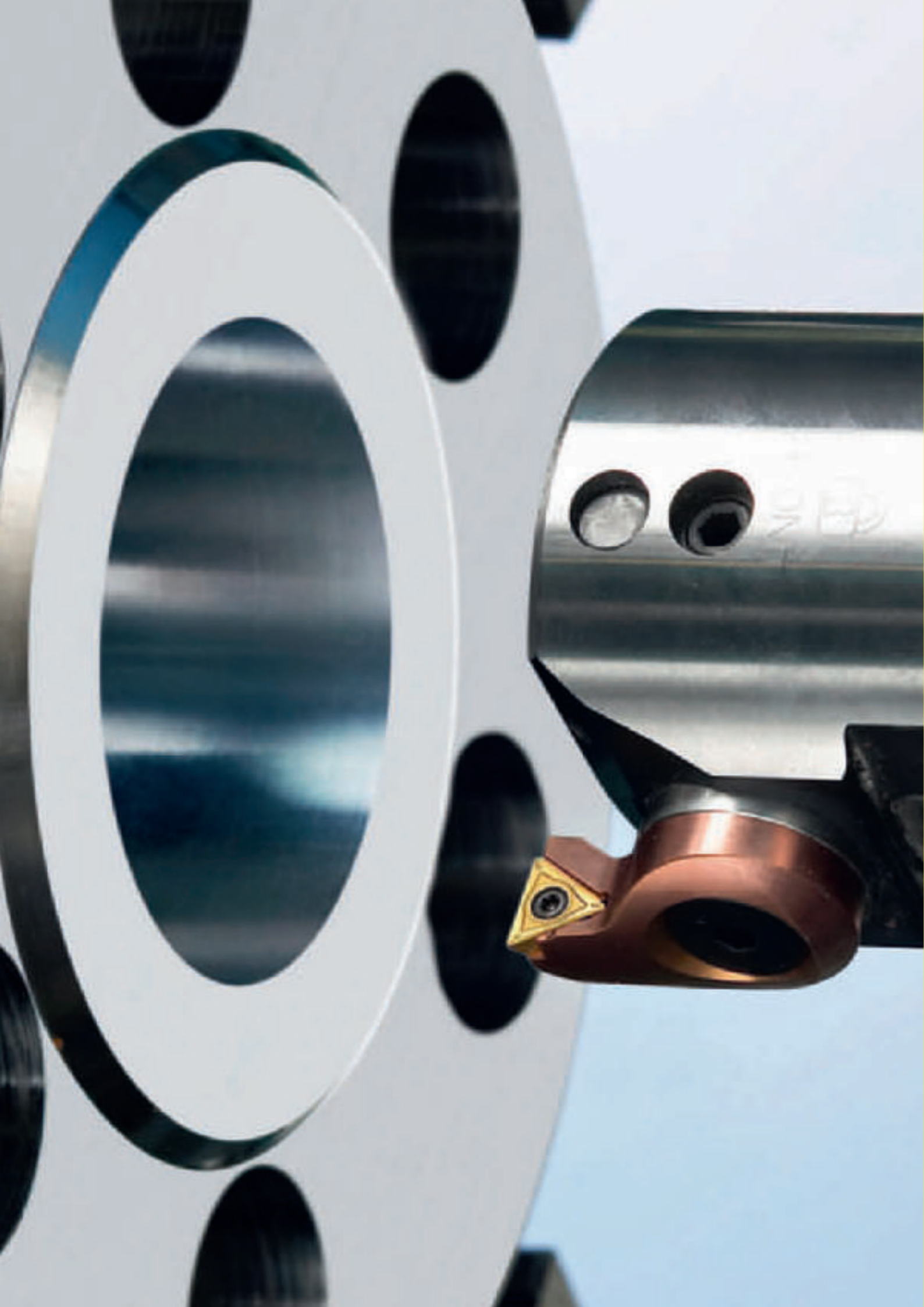
Сплав имеет прочную основу с PVD покрытием, включающим слой TiN, снижающим трение.



Применение		Прочность	Первый выбор	Износостойкость
CoroDrill Delta-C	P	GC1220	GC1220	GC1210*
	M	GC1220	GC1220	
	K	GC1220	GC1210	
	N	GC1220	GC N20D	
	S	GC1220	GC1220	
	H	GC1220	GC1220	
Coromant Delta	P		P20	K20
	M	P20	K20	
	K		K20	
	N		K20	
	S	P20	K20	
	H	P20	K20	

* Tailor Made

Рекомендации по режимам резания в "Основном каталоге".



РАСТАЧИВАНИЕ

Введение F 2

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

Основные положения F 3

Черновая обработка F 14

Чистовая обработка F 22

Развертывание F 31

Решение проблем F 34



АССОРТИМЕНТ ИНСТРУМЕНТА

Черновой расточной инструмент

CoroBore® 820 F 38

Duobore® F 41

Инструмент для тяжелой обработки F 44

Чистовой расточной инструмент

CoroBore® 825 F 46

Чистовая расточная головка 391.37A / 391.37B F 50

Чистовые расточные вставки T-Max U F 54

Дополнительные возможности

Инструмент для черного и чистового растачивания F 57

Развертывание

Развертка Reamer 830 F 58

Дополнительные возможности

Инструмент для развертывания F 60

Информация о сплавах F 61



Введение

Sandvik Coromant готов предложить большой выбор расточного инструмента, возглавляемый нашим уникальным семейством CoroBore, которое мы всегда рекомендуем в качестве первого выбора.

Данное семейство инструмента достаточно универсально. Подтверждением этому служит тот факт, что большинство инструментов имеют возможность регулировки по диаметру растачивания. Инструмент для чернового растачивания, CoroBore 820, характеризуется высокой производительностью, благодаря наличию трех режущих пластин. Чистовой расточной инструмент CoroBore 825 обладает высокой жесткостью и обеспечивает высокую точность и отличное качество поверхности обработанного отверстия.

Антивибрационный расточной инструмент (Silent Tools) позволяет обрабатывать глубокие отверстия без риска возникновения вибраций в процессе обработки.

Инструментальная система Reamer 830 со сменными режущими головками предназначена для финишного развертывания отверстий с самыми жесткими требованиями по точности и качеству на достаточно высоких подачах.

Тенденции

Оборудование и методы обработки

- Многоцелевые станки
- Сокращение времени наладки с целью увеличения доли машинного времени
- Повышение производительности за счет более эффективного удаления материала
- Повышение скоростей резания за счет применения более износостойких сплавов и материалов высокой твердости (кубического нитрида бора и поликристаллического алмаза).

Обрабатываемые детали и материалы

- Широкое распространение высоколегированных сталей
- Ужесточение размерных требований
- Обработка с большим вылетом
- Чистовая обработка закаленных материалов.

Основные положения

Методы растачивания отверстий

Операция растачивания предполагает обработку отверстий, полученных на предварительных этапах, с целью увеличения диаметра или получения требуемых результатов по точности и качеству поверхности.

Черновая обработка – Диапазон охватываемых диаметров 25 – 550 мм. Глубина растачивания доходит до 6 диаметров. Черновое растачивание, как правило, используется при необходимости увеличить диаметр отверстия и характеризуется съемом большого объема металла. Предварительное отверстие может быть получено литьем, ковкой, газовой резкой и другими методами. См. стр. F14.

Чистовая обработка – Диапазон охватываемых диаметров 3 – 981.6 мм. Глубина растачивания доходит до 6 диаметров. Данная операция позволяет достичь высокой размерной точности отверстия, а также улучшить качественные характеристики поверхности. См. стр. F22.

Развертывание – Операция, выполняемая многозубым инструментом в отверстиях диаметром от 10 до 31,75 мм. Это высокопроизводительный способ получения низкой шероховатости и высокой диаметральной точности отверстия. См. стр. F31.

Фрезерование

Вместо расточного инструмента отверстия можно обрабатывать фрезами методом винтовой или круговой интерполяции. Данный метод менее производителен по сравнению с черновым растачиванием, но в отдельных случаях имеет свои преимущества:

- ограничения по мощности оборудования и/или отсутствие охлаждения
- трудности со стружкообразованием и выводом стружки из отверстия при использовании расточного инструмента
- при необходимости получить плоское дно в отверстии
- ограниченное пространство инструментального магазина
- ограничение по номенклатуре инструмента. Один инструмент для обработки нескольких диаметров.

См. раздел "Фрезерование", глава D.

Внутреннее точение

Растачивание отверстий невращающимся инструментом на вращающейся симметричной детали чаще всего выполняется на токарных станках. См. раздел "Точение", глава A.

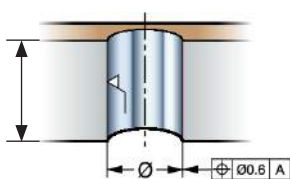


Точение

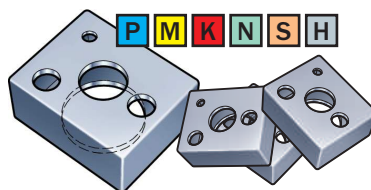
В
Отрезка и
обработка канавокС
Нарезание резьбыD
ФрезерованиеE
СверлениеF
РастачиваниеG
Инструментальная
оснасткаH
МатериалыI
Информация/
Указатель

Выбор метода

Для выбора оптимального метода обработки и инструмента следует принимать во внимание три параметра:



1. Размеры и точность отверстия



2. Материал и форму заготовки, серийность партии



3. Характеристики оборудования

Исходные данные

1. Основные параметры отверстия:

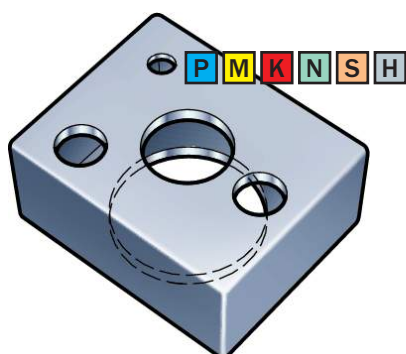
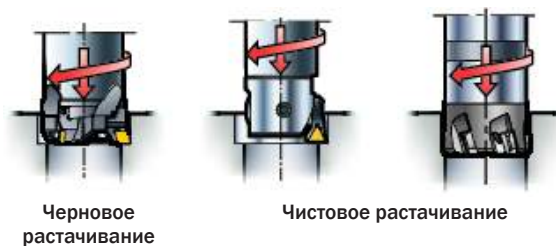
- диаметр
- глубина
- точность (допуск, шероховатость поверхности, отклонения формы и положения)

Тип операции:

Черновое растачивание – обработка предварительно сформированного отверстия. Высокопроизводительный метод, зачастую предполагающий последующую обработку отверстия. Точность отверстия по IT9 включительно.

Чистовое растачивание – обработка отверстий в размер и с обеспечением требований по качеству поверхности. Небольшие глубины резания, как правило, не превышающие 0.5 мм. Точность отверстий лежит в пределах IT6 - IT8.

Качество полученного отверстия сильно зависит от выбранных инструмента и метода обработки.



2. Обрабатываемая деталь

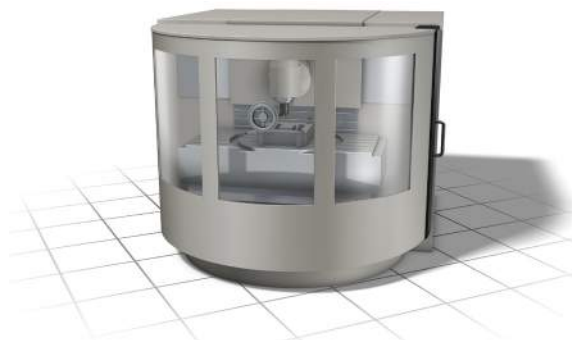
Проанализировав параметры отверстия, пора взглянуть на деталь в целом:

- Оцените степень обрабатываемости материала и его характеристики по стружкообразованию
- Жесткость детали: возможно есть тонкостенные элементы, обработка которых может вызвать вибрации
- Требуется ли удлиненный инструмент для обработки отверстия?
- Можно ли надежно закрепить деталь? Что может помешать этому?
- Симметрична ли деталь относительно отверстия, т.е. можно ли обработать отверстие на токарном станке?
- Размер партии: одно отверстие или массовое производство отверстий. Оправдано ли применение оптимизированного специального инструмента для обеспечения максимальной производительности?

3. Станок

Наконец, некоторые важные соображения в отношении станка:

- Тип соединения шпинделя
- Жесткость, мощность и крутящий момент; особенно важно при растачивании отверстий большого диаметра
- Достаточны ли обороты шпинделя (об/мин) для обработки малых диаметров?
- Возможности инструментального магазина и сменщика инструментов; существенные характеристики при обработке больших отверстий
- Горизонтальное расположение шпинделя и внутренний подвод СОЖ оказывают благоприятное влияние на стружкоотвод.



Выбор метода – пример

Черновые операции

Черновое растачивание	Фрезерование методом винтовой/круговой интерполяции	Внутреннее точение
 <p>Преимущества</p> <ul style="list-style-type: none"> • Относительная гибкость • Возможность регулировки диаметра в определенном диапазоне • Высокие подачи = высокая производительность <p>Недостатки</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ручная регулировка инструмента • Инструмент большего диаметра, по сравнению с фрезерованием, требует передачи высокого крутящего момента и занимает много места в инструментальном магазине • Инструмент с тремя режущими кромками требует достаточной мощности оборудования 	 <p>Преимущества</p> <ul style="list-style-type: none"> • Высокая гибкость • Отсутствие трудностей со стружкодроблением • Возможность получения плоского дна в глухом отверстии • Занимает немного места в инструментальном магазине станка <p>Недостатки</p> <ul style="list-style-type: none"> • Более продолжительное время цикла обработки 	 <p>Преимущества</p> <ul style="list-style-type: none"> • Высокая гибкость • Возможна внутренняя профильная обработка стандартным инструментом <p>Недостатки</p> <ul style="list-style-type: none"> • Одна режущая кромка • Возможность растачивания отверстий только на токарном станке
<p>Крупносерийное и массовое производство</p>	<p>Гибкость, мелкосерийное производство</p>	<p>Симметричные детали вращения</p>

Чистовые операции

Чистовое растачивание	Развертывание	Фрезерование методом винтовой/круговой интерполяции
 <p>Преимущества</p> <ul style="list-style-type: none"> • Относительная гибкость • Возможность регулировки диаметра в определенном диапазоне • Регулировка по диаметру в пределах микрона <p>Недостатки</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ручная регулировка инструмента • Большой диаметр инструмента, по сравнению с фрезерованием, требует большего пространства в инструментальном магазине 	 <p>Преимущества</p> <ul style="list-style-type: none"> • Чрезвычайно высокие подачи <p>Недостатки</p> <ul style="list-style-type: none"> • Не исправляет отклонения формы и положения предварительно сформированного отверстия • Невозможность использовать инструмент для обработки разных по диаметру отверстий 	 <p>Преимущества</p> <ul style="list-style-type: none"> • Высокая гибкость • Отсутствие трудностей со стружкодроблением • Возможность получения плоского дна в глухом отверстии • Занимает немного места в инструментальном магазине станка <p>Недостатки</p> <ul style="list-style-type: none"> • Необходима высокая точность станка
<p>Стандартная операция, крупносерийное и массовое производство</p>	<p>Массовое производство</p>	<p>Гибкость</p>

Обзор инструмента для черного растачивания

CoroBore® 820

CoroBore 820 следует всегда рассматривать в качестве инструмента первого выбора для растачивания на черновом этапе обработки.

Это универсальный инструмент с тремя резовыми вставками под пластины, положение которых может меняться в определенном диаметральном диапазоне.

Типичные области применения

- Отверстия среднего и большого диаметра (35–306 мм)
- Максимальная производительность
- Растачивание тремя или одной режущей кромкой и ступенчатое растачивание
- Станки средней и высокой мощности



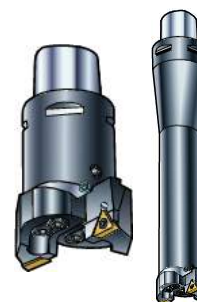
Duobore®

Расточной инструмент Duobore требует меньших затрат мощности.

Это универсальный инструмент с двумя резовыми вставками под пластины, положение которых может меняться в определенном диаметральном диапазоне.

Типичные области применения

- Отверстия среднего и большого диаметра (25–270 мм)
- Растачивание одной или двумя режущими кромками и ступенчатое растачивание
- Станки низкой и средней мощности
- Глубокие отверстия и большой вылет инструмента

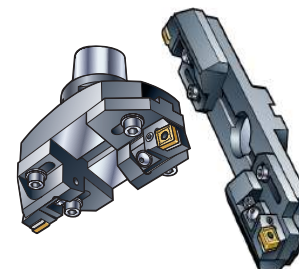


Расточной инструмент для тяжелой обработки. Используется, как правило, для черновой обработки отверстий большого диаметра.

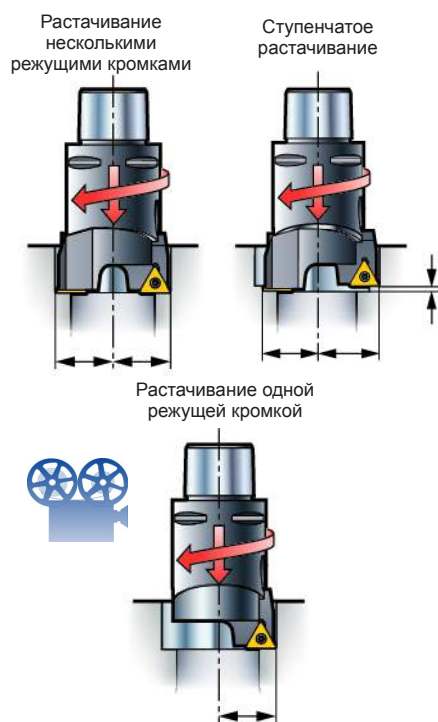
Это универсальный инструмент с резовыми вставками под пластины, положение которых может меняться в определенном диаметральном диапазоне.

Типичные области применения

- Отверстия большого диаметра (150–550 мм)
- Операции, требующие прочной режущей кромки
- Растачивание одной или двумя режущими кромками и ступенчатое растачивание
- Станки средней и высокой мощности



Методы черного растачивания



Растачивание многолезвийным инструментом

Подразумевает использование инструмента с двумя или тремя режущими пластинами для обработки отверстий точно до IT9, когда приоритетом является высокая скорость снятия материала. Высокая производительность достигается за счет нескольких пластин, одинаково настроенных по высоте, при этом каждая пластина снимает определенное количество материала. В результате достигается большое значение подачи на оборот ($f_n = f_z \times z$).

Основной метод для большинства операций растачивания.

Ступенчатое растачивание

Осуществляется посредством нескольких пластин, имеющих различное положение по высоте и диаметру. Используется при больших значениях глубин резания или во избежание проблем с разделением стружки и удалением ее из отверстия при обработке вязких материалов. За счет ступенчатого растачивания можно сократить число используемых инструментов и количество проходов, минимизировав число смен инструмента.

Значение подачи и шероховатость поверхности те же, что и при растачивании одной пластиной ($f_n = f_z$). Точность обработанного отверстия до IT9.

Растачивание однолезвийным инструментом

Используется как на чистовых, так и на черновых операциях, при обработке материалов, требующих особого внимания с точки зрения стружкообразования. Также однолезвийный инструмент рекомендуется для использования на маломощном оборудовании ($f_n = f_z$).

Однолезвийный инструмент рекомендуется для обработки вязких материалов – в процессе обработки в отверстии остается достаточно пространства для размещения стружки. Данный тип растачивания можно также порекомендовать для глухих отверстий и чистового растачивания с точность в пределах IT9.

Обзор инструмента для чистового растачивания

CoroBore® 825

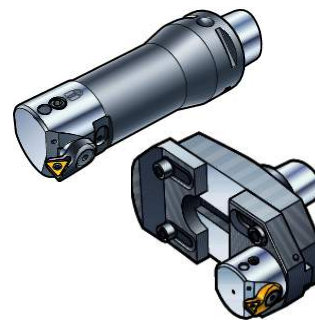
CoroBore 825 следует всегда рассматривать в качестве инструмента первого выбора для растачивания на чистовом этапе обработки.

Существует возможность настроить инструмент на разный диаметр обработки в рамках определенного диапазона.

Регулировка осуществляется с высокой точностью с дискретностью в один микрон.

Типичные области применения

- Высокоточные отверстия среднего и большого диаметра (23–981.6 мм) с низкой шероховатостью поверхности
- Растачивание в прямом и обратном направлениях
- Глубокие отверстия и большой вылет
- Операции наружной обработки



Точение

B

Отрезка и обработка канавок

C

Нарезание резьбы

Чистовая расточная головка

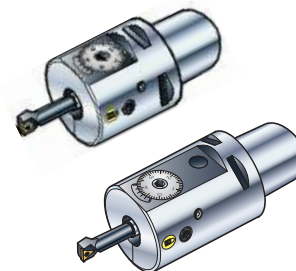
Чистовая расточная головка со вставкой для обработки отверстий небольшого диаметра.

Инструмент допускает возможность регулировки по диаметру в определенном диапазоне. Регулировка осуществляется с высокой точностью с дискретностью в один микрон.

Для высокоскоростного чистового растачивания предназначены головки 391.37B с регулируемым балансировочным элементом.

Типичные области применения

- Высокоточные отверстия малого и среднего диаметра (3–42 мм) с низкой шероховатостью поверхности
- Возможность высокоскоростной обработки благодаря наличию балансировочного элемента



D

Фрезерование

E

Чистовые расточные вставки T-Max U

Прецизионные элементы, которые встраиваются в специальные оправки для обработки с большой точностью.

Типичные области применения

- Специальный инструмент
- Минимальный диаметр отверстия 25 мм



Сверление

Развертка Reamer 830

Дополнение к высокопроизводительному сверлу CoroDrill 880. Работа с высокими подачами и высокая точность отверстий.

Типичные области применения

- Высокоточный инструмент для обработки сквозных отверстий с целью повышения качества поверхности (10–31.75 мм)
- Массовое производство
- Высокие подачи



F

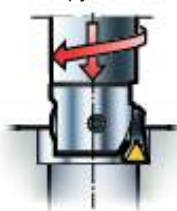
Растачивание

G

Инструментальная оснастка

Методы чистового растачивания

Растачивание однолезвийным инструментом



Развертывание многолезвийным инструментом



Растачивание однолезвийным инструментом

Чистовое растачивание с небольшими глубинами резания с высокой точностью в пределах IT6 - IT8 и с обеспечением высокого качества поверхности.

Диаметр инструмента настраивается с точностью до микрон. Для чистового растачивания одной режущей кромкой может быть также использован инструмент для черновой обработки с одной пластиной, при этом диаметр отверстия будет выполнен по IT9.

Развертывание многолезвийным инструментом

Финишная операция, выполняемая многозубым инструментом. Низкая шероховатость поверхности и высокая диаметрально точность достигаются при большой величине подачи.

H

Материалы

I

Информация/Указатель

Основные определения в растачивании

Скорость резания – v_c (м/мин)

Расточной инструмент вращается с определенным числом оборотов (n) в минуту на определенном диаметре (D_c). Эти два значения определяют скорость резания на вершине режущей пластины v_c , которая измеряется в м/мин. Скорость резания имеет непосредственное влияние на стойкость инструмента.

Подача – f_n (мм/об)

Под подачей подразумевается линейное перемещение инструмента в осевом направлении (f_n). Подача измеряется в мм на один оборот. Величина подачи получается путем умножения подачи на один зуб (f_z) на эффективное число режущих зубьев (число зубьев, принимающих участие в процессе формирования окончательной поверхности). Подача является ключевым фактором, определяющим качество обработанной поверхности, а также оказывает непосредственное влияние на процесс стружкодробления.

Минутная скорость – v_f (мм/мин)

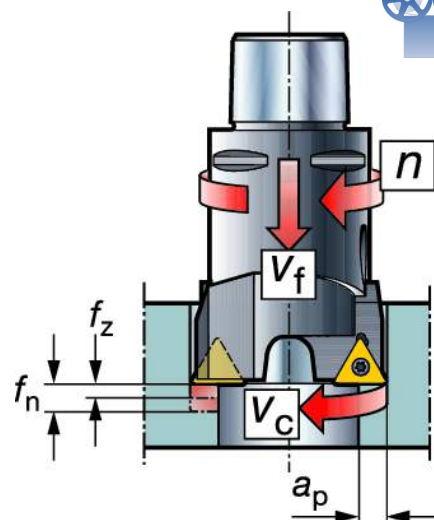
Определяет скорость линейного перемещения инструмента и напрямую связана с производительностью обработки.

Удельный объем снимаемого материала – Q (см³/мин)

Или производительность снятия материала (Q) определяет, какой объем металла удаляется в единицу времени. Эта величина представляет особую значимость при черновой обработке и определяет производительность операции.

Глубина резания – a_p (мм)

Глубина резания (a_p) равна разнице радиусов необработанного отверстия и отверстия после одного прохода инструмента.



$$v_f = f_n \times n$$

$$v_c = \frac{\pi \times D_c \times n}{1000}$$

Главный угол в плане – K_r (°)

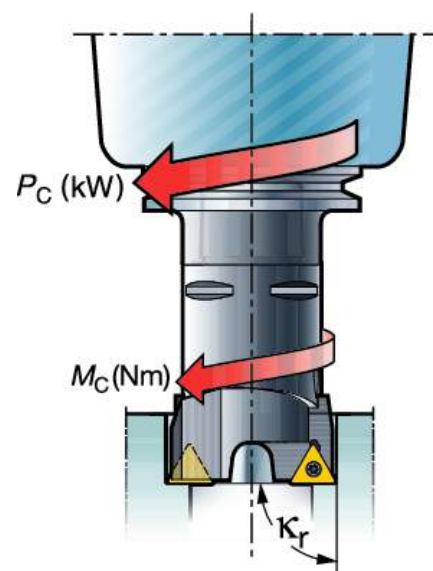
Положение режущей кромки инструмента по отношению к обрабатываемой поверхности заготовки определяется главным углом в плане (K_r) и измеряется между главной режущей кромкой и направлением подачи.

Потребная мощность – P_c (кВт)

Потребная мощность (P_c) это мощность, которую должен обеспечивать станок для преодоления сил резания в процессе обработки. Данную характеристику станка необходимо учитывать при выборе режимов резания.

Момент – M_c (Нм)

Требуемая величина момента (M_c) также важная характеристика оборудования. Станок должен удовлетворять требованиям по передаче того или иного момента для определенного типа операции растачивания.



Дополнительная информация о терминах и формулах в разделе "Информация/Указатель", глава I.

Закрепление инструмента

Изгибная прочность и передаваемый крутящий момент являются ключевыми факторами при выборе системы крепления расточного инструмента. Для получения отверстия высокого качества и обеспечения стабильности процесса резания мы рекомендуем использовать инструмент с соединением Coromant Capto и прецизионные патроны CoroGrip и HydroGrip.

Соединение Coromant Capto является единственной модульной системой одинаково эффективной для всех типов металлорежущих операций. И обработка отверстий не является исключением. Одним из безусловных преимуществ соединения является высокая универсальность и взаимозаменяемость элементов оснастки. Весь инструмент, имеющийся в производстве, можно привести к одному стандартизованному типу соединения и использовать его на разных типах оборудования.

На операции развертывания наиболее важным фактором является минимальное биение патрона. Учитывая это, мы рекомендуем закреплять развертки системы Reamer 830 в высокоточных патронах HydroGrip и CoroGrip.

- По возможности выбирайте адаптер минимальной длины
- Предпочтительным является больший размер соединения адаптера
- При необходимости использовать переходник на меньший размер соединения, выбирайте коническое исполнение
- При большом вылете ($>4 \times D_{5m}$) используйте антивибрационные адаптеры
- При работе с большим вылетом убедитесь в жесткости крепления оснастки в шпинделе
- Мах рекомендуемая величина биения для разверток 5 микрон.

См. раздел "Инструментальная оснастка/Оборудование", глава G.

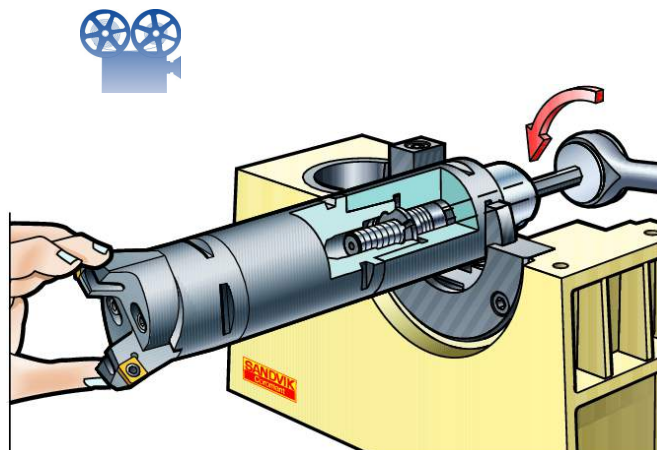


Сборка инструмента для растачивания

Как правило, инструментальная наладка для операции растачивания состоит из нескольких составных элементов:

- резцовые вставки или картриджи
- корпус
- переходники
- удлинители
- базовый держатель

Чрезвычайно важно осуществлять сборку наладки в специальном приспособлении и строго следовать рекомендованным значениям моментов затяжки.

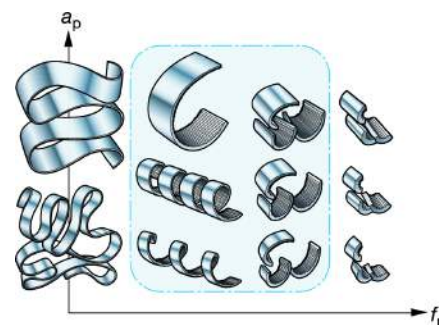


Контроль над стружкообразованием

Процесс формирования стружки и удаление ее из отверстия занимают не последнее место среди основных характеристик операции растачивания, особенно для глухих отверстий. Неправильно выбранные режимы резания могут привести к образованию короткой толстой стружки и чрезмерно высоким силам резания, что станет причиной вибраций и отжима инструмента. Длинная витая стружка может скопиться в отверстии и повредить обработанную поверхность, а также может вызвать поломку пластины.

Идеальная форма стружки напоминает запяную или короткую спираль. Имея только такую форму, стружка будет беспрепятственно выходить из отверстия. Факторы, оказывающие влияние на процесс формирования стружки:

- макро и микрогеометрия пластины
- глубина резания, подача и скорость резания
- обрабатываемый материал
- радиус при вершине пластины
- главный угол в плане.



Растачивание отверстий в деталях из разных материалов

Особенности токарной обработки различных групп материалов рассмотрены в разделе "Точение", глава А. Все приведенные там рекомендации также справедливы и для операций растачивания.

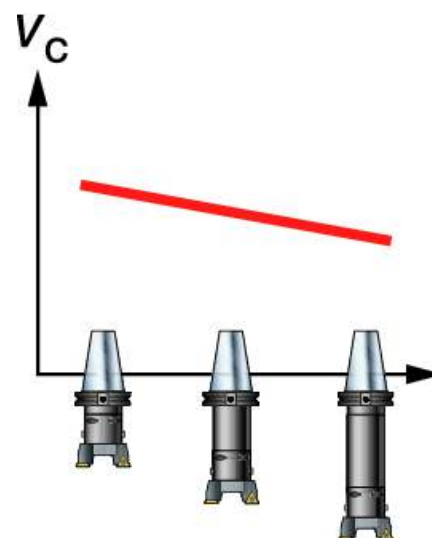


Режимы резания

В основе выбора режимов резания лежит необходимость обеспечить удовлетворительное стружкоформирование и отсутствие вибраций в процессе резания.

Обычно режимы резания выбираются исходя из геометрии и сплава пластины, но в некоторых случаях необходимо также учитывать характерные особенности обработки:

- Мах рекомендуемое начальное значение скорости резания для чернового растачивания 200 м/мин, а для чистового 240 м/мин. Данные величины соответствуют благоприятным условиям эвакуации стружки.
- Рекомендуемое начальное значение скорости резания для чистовой расточной головки 391.37A со стальным или твердосплавным резцом составляет 90-120 м/мин (данное значение следует уменьшить при работе резцом из стали увеличенной длины). Рекомендуемое стартовое значение для шлифованных твердосплавных резцов 60 м/мин.
- Мах рекомендуемая глубина резания для чистового растачивания составляет 0.5 мм.
- При работе с большим вылетом скорость резания необходимо снизить, см. стр. F42 и F47.



Скорость резания в зависимости от вылета инструмента

При необходимости сохранить высокую скорость резания при работе с большим вылетом используйте оправки Silent Tools, см. стр. F42 и F47.

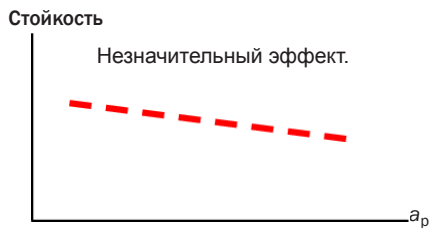
Если расточной инструмент настроен на минимально возможный диаметр, вопрос эвакуации стружки из отверстия становится решающим, в связи с чем необходимо снизить глубину резания.

Максимальное значение подачи при чистовом растачивании определяется в большей степени требованиями по чистоте поверхности отверстия, а не удовлетворительной формой стружки.

Стойкость пластины

Каждый из трех основных параметров процесса резания оказывает свое влияние на период стойкости инструмента. По возрастанию степени воздействия на стойкость эти характеристики можно расположить в следующем порядке. Глубина резания, подача и скорость резания.

Влияние глубины резания



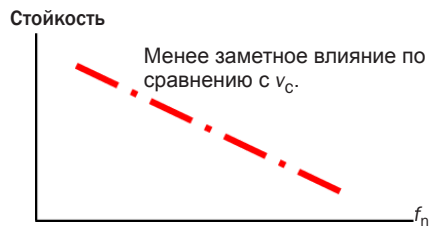
Очень маленькая

- Потеря контроля над стружкодроблением
- Вибрации
- Перегрев
- Низкая производительность.

Слишком большая

- Высокое энергопотребление
- Поломка пластины
- Повышенные силы резания.

Влияние подачи



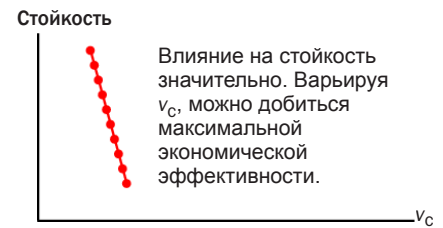
Слишком маленькая

- "Игольчатая" стружка
- Интенсивный износ по задней поверхности
- Наростообразование
- Низкая производительность.

Слишком большая

- Потеря контроля над стружкодроблением
- Низкое качество поверхности
- Лункообразование/пластическая деформация
- Высокое энергопотребление
- "Приваривание" стружки
- Наклеп.

Влияние скорости резания



Слишком низкая

- Наростообразование
- Притупление режущей кромки
- Низкая производительность.

Слишком высокая

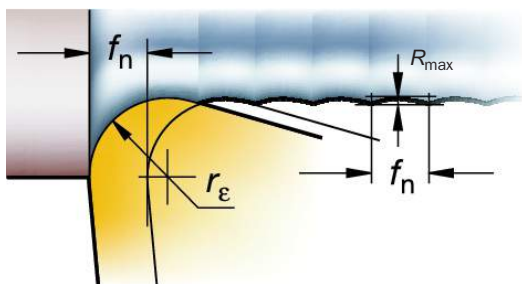
- Интенсивный износ по задней поверхности
- Низкое качество поверхности
- Интенсивное лункообразование
- Пластическая деформация.

Радиус при вершине пластины и глубина резания

Радиус при вершине пластины можно отнести к ключевым факторам на операции растачивания. Его выбор обусловлен глубиной резания и подачей. Величина радиуса оказывает влияние на шероховатость обработанной поверхности, стружколомание и прочность режущей пластины.

При небольшой глубине резания превалирует радиальная составляющая силы резания, которая «отталкивает» пластину от обработанной поверхности, а при возрастании глубины радиальная составляющая уравнивается осевой.

- Общепринятое правило гласит, что глубина резания должна составлять не менее 2/3 от радиуса при вершине пластины. Не рекомендуется работать с глубиной резания менее чем 1/3 радиуса.
- Качество получаемой поверхности напрямую зависит от соотношения радиуса при вершине и подачи. Расчет теоретического значения шероховатости поверхности для классических и зачистных пластин приведен в разделе "Точение", глава А.



Большой радиус при вершине пластины

- Большая подача
- Большая глубина резания
- Высокая прочность режущей кромки
- Увеличенная радиальная составляющая силы резания

Небольшой радиус при вершине

Небольшая величина радиуса при вершине рекомендуется для снятия незначительных припусков. При работе такой пластиной минимален риск возникновения вибраций, но не исключена вероятность поломки пластины.

Пластины Wiper

Хорошим способом достичь низкой шероховатости поверхности на больших подачах является использование пластин с геометрией Wiper. **Примечание:** не рекомендуется использовать пластины Wiper в нестабильных условиях обработки и при большом вылете инструмента.

Смазочно-охлаждающая жидкость

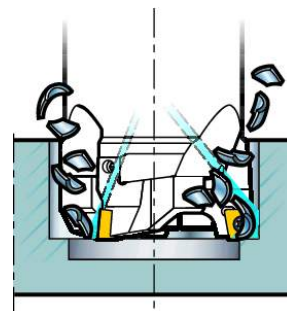
Как известно, тремя основными функциями, которые выполняет СОЖ, являются эвакуация стружки из отверстия, охлаждение и снижение сил трения. Использование охлаждающей жидкости сказывается на качестве обработанного отверстия и стойкости инструмента. Большинство инструментов Sandvik Coromant для растачивания обеспечивают внутренний подвод СОЖ и комплектуются соплами, подающими жидкость целенаправленно в зону резания.

- Рекомендуется использовать 5-8 % масляную эмульсию.
- Большие объем и давление СОЖ способствуют лучшему выводу стружки из отверстия.
- При обработке алюминия допускается охлаждение масляным туманом.
- Растачивание без СОЖ возможно на короткостружечных материалах, предпочтительно в горизонтально расположенных и сквозных отверстиях. При этом стойкость инструмента будет меньше. Использование сжатого воздуха значительно улучшит процесс эвакуации стружки.

Примечание: Строго не рекомендуется обрабатывать "на сухую" такие материалы как нержавеющая сталь (ISO M) и жаропрочные сплавы HRSA (ISO S).

При внутреннем подводе СОЖ предпочтительной является подача непосредственно в зону резания.

Наружный подвод СОЖ приемлем при обработке материалов, дающих мелкую сегментную стружку. При этом поток СОЖ в зону резания должен подаваться непрерывно в процессе обработки. Если такой возможности нет, попытайтесь растачивать без СОЖ.



Как повысить качество поверхности отверстия

- **Эвакуация стружки**
Убедитесь, что процесс стружкодробления и эвакуация стружки протекают надлежащим образом. Пакетирование стружки в отверстии оказывает негативное воздействие на качество обработанной поверхности и стойкость режущего инструмента. Основными рычагами воздействия являются геометрия и режимы резания. См. стр. F10.
- **Стабильность и надежность наладки в целом**
Работайте с минимально возможным вылетом и выбирайте адаптер с максимальным размером соединения. Применяйте инструмент Silent Tools при вылете более чем 4 x диаметра. См. стр. F9.
- **Стойкость пластины**
Следите за износом пластины и используйте программы расчета прогнозируемого периода стойкости.
- **Обслуживание**
Регулярно меняйте крепежные винты, шайбы и другие элементы крепежа. При замене пластины очищайте посадочное место и комплектующие от загрязнений. Используйте динамометрический ключ и смазку Molycote. См. стр. F13.
- **Инструмент**
Инструмент, геометрия пластины и сплав оказывают влияние на качество растачиваемого отверстия. Пластины Wireg обеспечивают низкую шероховатость, но их не рекомендуется использовать в нестабильных условиях и при работе с большим вылетом.
- **Режимы резания**
Выбирайте режимы резания исходя из выбранной пластины и обрабатываемого материала.
- **Регулировка диаметра**
Окончательную регулировку диаметра чистового расточного инструмента осуществляйте на станке, по результатам пробного прохода.

Динамометрический ключ

При сборке расточного инструмента и при закреплении пластин необходимо придерживаться рекомендаций по моментам затяжки.

Превышение рекомендованного значения момента негативно скажется на работе инструмента, а также может вызвать повреждение или поломку пластины или крепежных элементов.

Недотянув винт, вы рискуете надежным закреплением пластины или вставки. В связи с чем в процессе резания могут возникнуть нежелательные вибрации и резко ухудшатся результаты обработки.



Обслуживание инструмента

Регулярно проверяйте состояние посадочного гнезда под пластину на предмет наличия повреждений. Систематически очищайте его от загрязнений и от металлической стружки.

Своевременно меняйте износившиеся винты, шайбы и пружины. Затяжку винтов производите с рекомендуемым моментом.

Для достижения максимально эффективного функционирования инструмента мы рекомендуем Вам тщательно смазывать маслом все крепежные элементы, по крайней мере, раз в год. Смазку необходимо наносить не только на резьбовую часть винта, но и на торцевую поверхность головки.

Внутренние элементы инструмента для чистового растачивания требуют регулярной смазки, см. стр. F48 и F51.

Меры предосторожности – опасные моменты

Стружка имеет большую температуру и очень острые кромки. При неосторожном обращении может вызвать ожог на коже или повредить глаза.

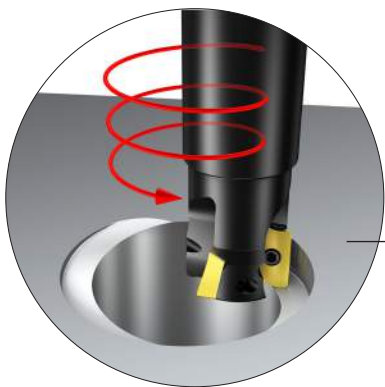
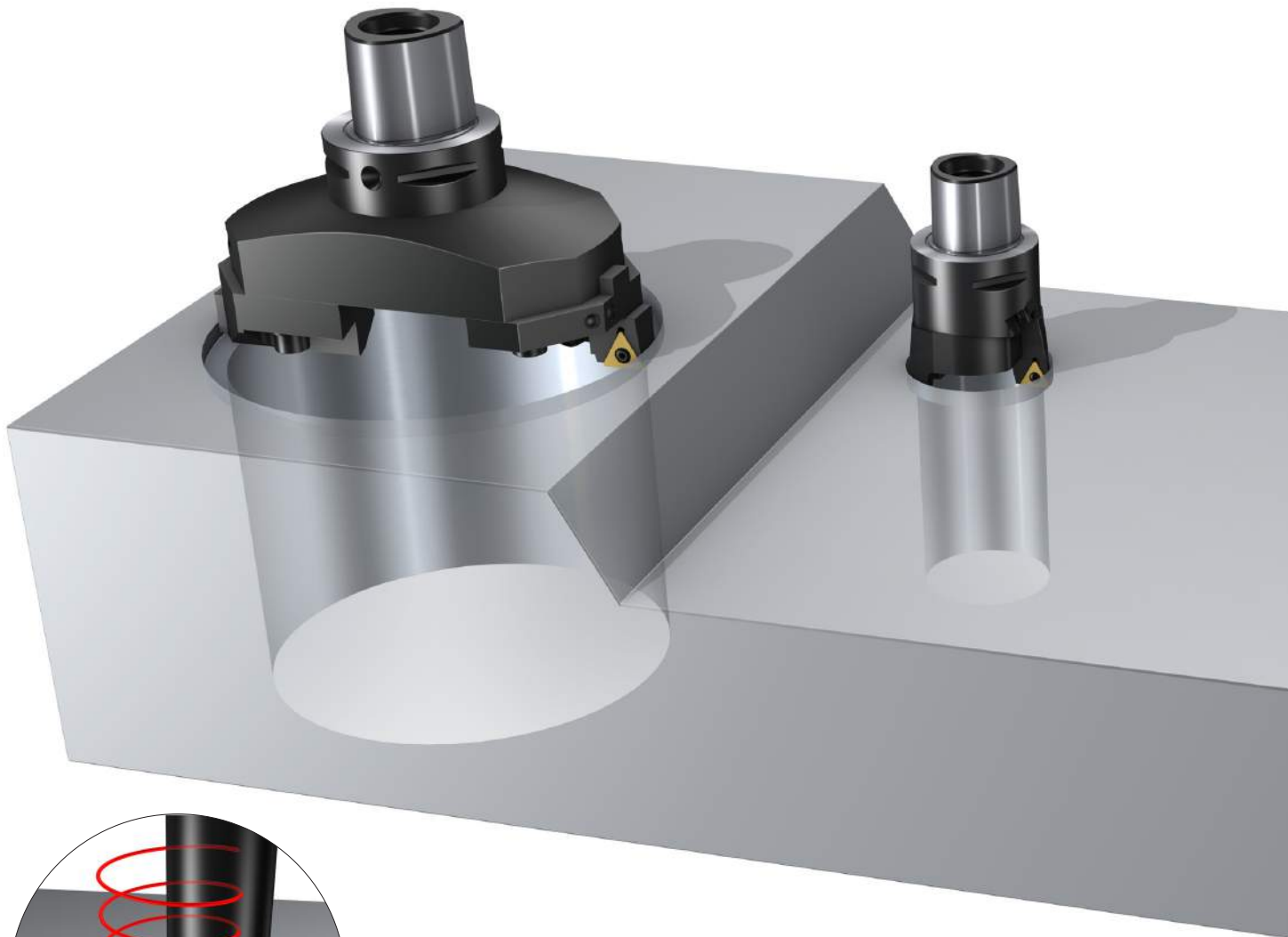
Удостоверьтесь в надежности закрепления всех элементов расточной наладки во избежание ослабления крепежных соединений в процессе обработки. Слишком большой вылет инструмента может стать причиной возникновения вибраций и даже поломки инструмента.

Соблюдайте меры предосторожности или используйте защитный кожух вокруг наладки. Из области обработки может на большой скорости вылететь стружка или другие металлические элементы.

При черновом растачивании тремя режущими кромками отверстий больших диаметров или при большой глубине резания убедитесь, что станок способен передавать требуемые усилия и момент.

Черновая обработка

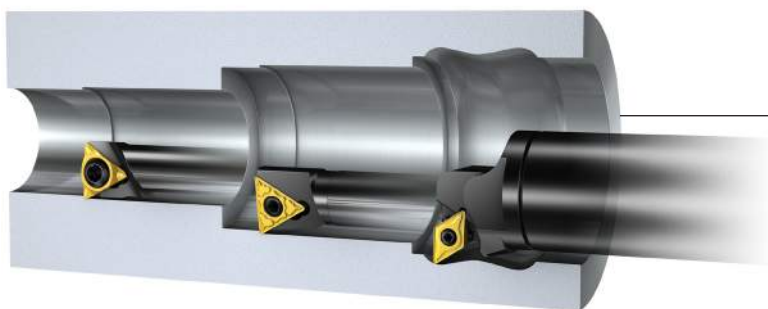
Обзор технологических решений



Фрезерование

Выбор инструмента D 106

Рекомендации D 113



Внутреннее точение

Выбор инструмента A 58

Рекомендации A 62

Черновое растачивание

Выбор инструмента F 16

Рекомендации F 18



Растачивание

Решение проблем F 34

Черновое растачивание

Черновое растачивание предназначено для увеличения диаметра предварительно сформированного отверстия перед его окончательной чистовой обработкой.

Отверстие, предназначенное для растачивания, может быть изначально получено совершенно разными способами. Это может быть литье,ковка, вырубка, газовая резка и т.д.



Выбор инструмента

	CoroBore® 820	DuoBore™		Тяжелая обработка		Фрезерование		
Диапазон диаметров (мм)	35–306	25–270	25–101	99–150	150–300	250–550	См. раздел "Фрезерование", глава D	
Глубина растачивания	4 x D _{5m}	4 x D _{5m}	6 x D _c	600 мм	4 x D _{5m}	400 мм		
Точность отверстия	IT9	IT9	IT9	IT9	IT9	IT9		
Обрабатываемый материал								
Число режущих кромок	3	2	2	2	2	2		
Тип пластины	T-Max P CoroTurn® 107	T-Max P CoroTurn® 107	CoroTurn® 107	CoroTurn® 107	T-Max P	T-Max P CoroTurn® 107		
Требования по мощности	Средние, высокие	(Низкие), средние	(Низкие), средние	(Низкие), средние	Средние, высокие	Средние, высокие		
Главный угол в плане	84° (75°), 90°, 95°	75°, 84°, 90°	75°, 90°	75°, 90°	75°, 90°, 95°	75°, 90°, 95°		

Примечание: Информация о программе нашего специального инструмента в разделе "Дополнительные возможности" на стр. F57.

Выбор метода

Весь расточной инструмент Sandvik Coromant может работать с несколькими или одной режущей вставкой, установленной в корпус, а также может использоваться для ступенчатого растачивания. Обоснование выбора метода растачивания см. на стр. F6.

Форма пластины

На операциях чернового растачивания предпочтительным является использование пластин с задними углами (CoroTurn 107). Они вызывают меньшие силы резания по сравнению с пластинами без задних углов.

В стабильных условиях обработки можно работать пластинами без задних углов (T-Max P). Их применение оправдывается соображениями экономической выгоды или необходимостью повышенной надежности и прочности режущей кромки.



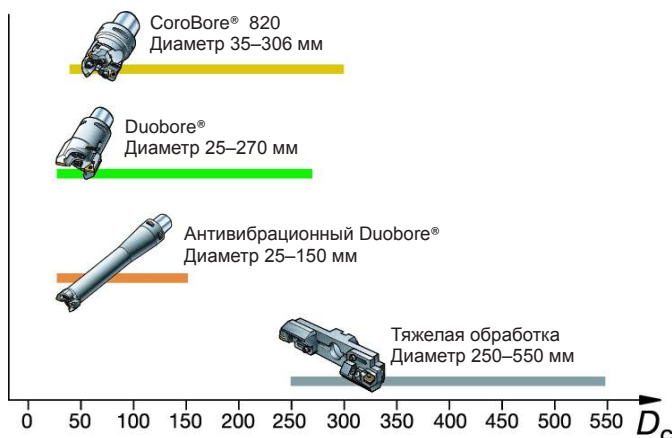
Система крепления пластин с задними углами (CoroTurn 107)



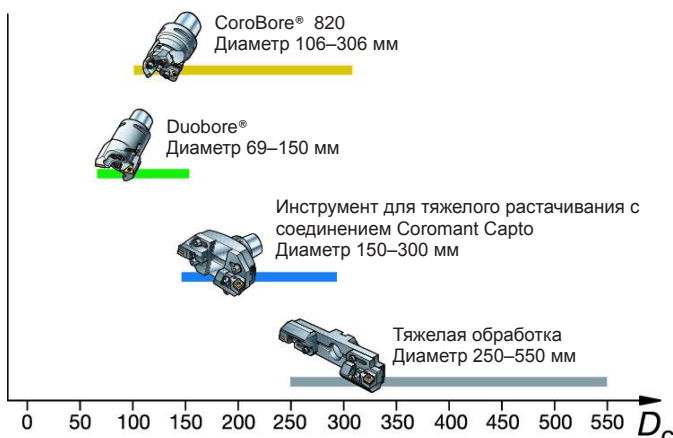
Система крепления пластин без задних углов (T-Max P)

Распределение в диапазоне диаметров

Инструмент для пластин с задними углами



Инструмент для пластин без задних углов



Выбор угла в плане для чернового растачивания

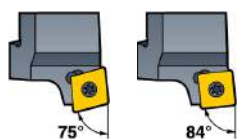
От угла в плане при растачивании зависит направление и численное значение осевой и радиальной составляющих силы резания. Большой угол в плане вызывает большую осевую силу, направленную к шпинделю, тогда как при небольшом угле в плане возрастает радиальная составляющая, что приводит к образованию более толстой стружки и отжиму инструмента.

Рекомендации

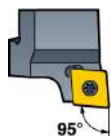
Пластины с задними углами



90° - первый выбор для большинства операций, ступенчатого растачивания и обработки уступов



75°/84° - прерывистое резание, твердые включения в обрабатываемом материале, растачивание пакета деталей



95° - высокие подачи, повышенное качество поверхности при использовании пластин Wiper (CoroBore 820), стабильные условия обработки

Пластины без задних углов



Первый выбор

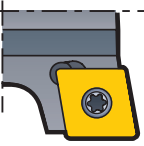

CoroBore 820 – это высокопроизводительный инструмент для черного растачивания тремя режущими кромками. Он всегда должен рассматриваться в качестве первого выбора для работы на станках высокой и средней мощности.

Инструмент Duobore подойдет для работы в нестабильных условиях, для маломощного оборудования или при необходимости большого вылета. Инструмент для тяжелого растачивания следует выбирать для обработки отверстий большого диаметра.

Глубокие отверстия

Для обработки глубоких отверстий с вылетом более четырех диаметров рекомендуется использовать антивибрационный инструмент Duobore, см. стр. F41.

Рекомендации по выбору геометрии и сплава пластин

		Получистовая обработка	Черновая обработка	Дополнительный вариант
 <p>CoroTurn® 107</p>	P	-PM / GC4225	-PR / GC4225	-WM / GC4215
	M	-MM / GC2025	-MR / GC2025	-WM / GC2015
	K	-KM / GC3215	-KR / GC3215	-WM / GC3215
	N	-AL / H10	-AL / H10	-AL / GC1810
	S	-MM / GC1105	-MM / GC1105	-UM / GC1115
	H			*
 <p>T-Max® P, CoroTurn® RC</p>	P	-PM / GC4225	-PR / GC4225	-WMX / GC4215
	M	-MM / GC2025	-MR / GC2025	-WMX / GC2015
	K	-KM / GC3215	-KR / GC3215	-WMX / GC3215
	S	-QM / GC1105	-QM / GC1105	-MM / GC1115
	H			*

* Рекомендации по чистовому растачиванию закаленных материалов приведены в разделе "Точение", глава А.

Примечание: Рекомендации по маркам сплавов справедливы для нормальных условий обработки.

Рекомендации по применению дополнительных марок сплавов см. в разделе "Информация о сплавах" на стр. F61.

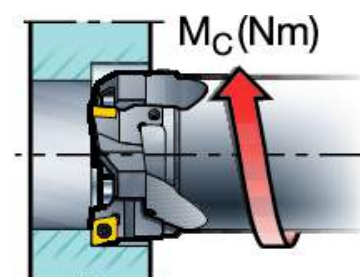
Практические рекомендации

Большой диаметр

Инструмент для обработки большого диаметра требует от станка способности передавать большие моменты, чем инструмент небольшого диаметра. В процессе планирования операции обязательно проверьте соответствие технических характеристик вашего станка. Пластины большого размера позволяют вести обработку с большей глубиной резания, но для этого также необходимо, чтобы станок имел достаточную мощность.

Маломощное оборудование

При черновом растачивании большое значение приобретают характеристики оборудования по мощности и передаваемому моменту. Существует взаимосвязь между ними и такими параметрами операции как подача, количество зубьев инструмента, диаметр отверстия и глубина резания. Более подробная информация в разделе "Информация/ Указатель", глава I.

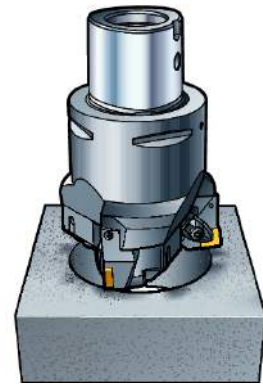


Твердые включения в заготовках из чугуна

Наличие твердых включений в заготовках из чугуна повышает интенсивность износа режущих пластин.

Рекомендации:

- Выбрать прочный сплав
- Снизить режимы обработки
- Выбрать прочную квадратную пластину без задних углов для большей стабильности процесса.



Точение

B

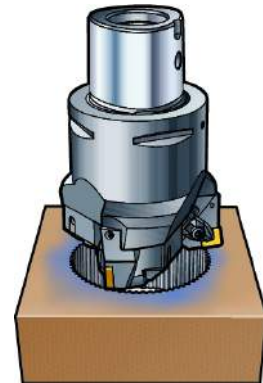
Отрезка и обработка канавок

Отверстия, полученные газовой резкой

Отверстия, полученные на предварительном этапе методом газовой резки, могут иметь упрочненные участки на поверхности, что будет способствовать износу пластин.

Рекомендации:

- Выбрать прочный сплав
- Снизить режимы обработки
- Выбрать прочную квадратную пластину без задних углов для большей стабильности процесса.



C

Нарезание резьбы

D

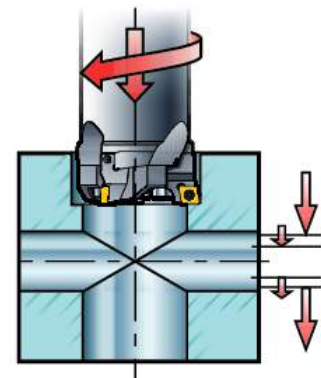
Фрезерование

Прерывистое резание

Встречается при растачивании пересекающихся отверстий. В этом случае к пластинам предъявляются особые требования по прочности режущей кромки.

Рекомендации:

- Выбрать прочный сплав
- Выбрать прочную квадратную пластину без задних углов для большей стабильности процесса.
- В условиях частого входа и выхода кромок из резания снизить режимы обработки.



E

Сверление

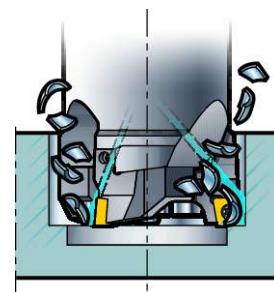
F

Растачивание

Глухие отверстия

При обработке глухих отверстий наиболее важным является обеспечение условий для беспрепятственной эвакуации стружки.

- Выбор соответствующих режимов резания для формирования стружки надлежащей формы
- Следите за тем, чтобы стружка не застревала в отверстии и не стала дополнительной причиной износа режущей пластины
- Объем и давление СОЖ должны быть достаточными для вывода стружки из отверстия
- С точки зрения стружкоформирования станки с горизонтальным расположением шпинделя предпочтительнее по сравнению с вертикальным.



G

Инструментальная оснастка

H

Материалы

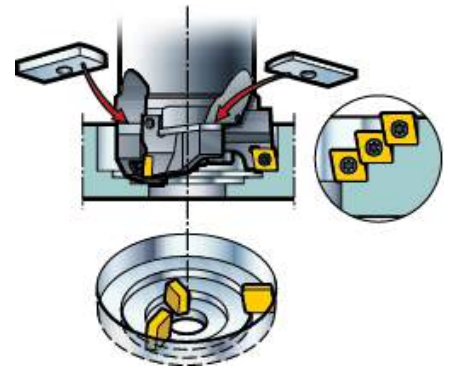
I

Информация/Указатель

Большая глубина резания

При необходимости вести обработку с большой глубиной резания, в качестве оптимального метода следует рассматривать ступенчатое растачивание.

Убедитесь, что станок, планируемый для выполнения данной операции, отвечает требованиям по мощности и передаваемому моменту.

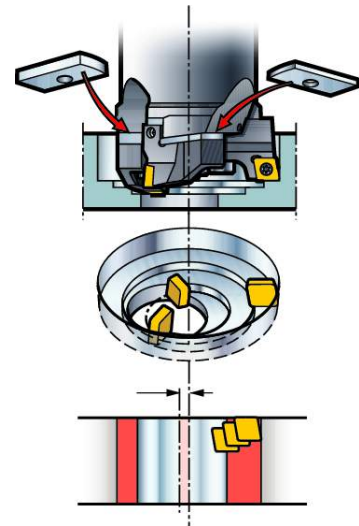


Отверстия со смещением оси

Если ось предварительно обработанного отверстия и ось отверстия, предполагаемого для растачивания, не совпадают, то значение глубины резания с одной стороны отверстия будет достаточно большим.

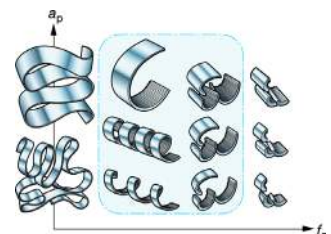
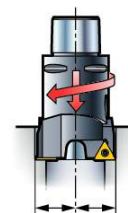
Это часто случается при растачивании отверстий, полученных литьем.

Учитывая большую глубину резания, хорошим вариантом в данном случае станет ступенчатое растачивание. Однако, несимметричное распределение сил резания может вызвать отклонение инструмента и вибрации, особенно если наладка имеет увеличенный вылет.



Последовательность рекомендаций, необходимых для рассмотрения

- Выберите многолезвийное растачивание (тремя или двумя режущими кромками), ступенчатое или однолезвийное растачивание.
- Выберите по возможности самый большой размер соединения.
- Выберите подходящий угол в плане.
- Следите за стружкообразованием. Короткая твердая стружка может привести к возникновению вибраций, а длинная стружка может повредить обработанную поверхность отверстия или вызвать поломку пластины. Горизонтальное расположение наладки и обильная подача СОЖ улучшают условия вывода стружки из отверстия.
- Выберите геометрию пластины и сплав:
 - Начните с геометрии для черновой обработки, даже несмотря на небольшую глубину резания.
 - Выберите геометрию для получистовой обработки при очень маленькой глубине резания и улучшенном стружколомании.



► Продолжение

- Работайте с минимально допустимым вылетом. Используйте антивибрационный инструмент при вылете, превышающем четыре диаметра размера соединения инструмента.

- Выберите соответствующие режимы резания и подумайте над вылетом инструмента.

Примечание: Не работайте одновременно с максимально рекомендованными подачей и глубиной резания. Рекомендованное начальное значение скорости, выбранное исходя из благоприятных условий стружкообразования, 200 м/мин.

- Большой радиус при вершине пластины (r_e) способствует надежности процесса обработки и позволяет работать с большой подачей. Но в то же время может стать причиной вибраций. В качестве стартового значения мы рекомендуем радиус 0.8 мм.

- В качестве первого выбора мы рекомендуем пластины с задними углами, но пластины без задних углов также найдут свое применение при необходимости повысить надежность процесса и экономичность операции.

- Слишком малое значение глубины резания ведет к возникновению вибраций из-за того, что процесс резания переходит в процесс затирания.

- Жесткое закрепление инструмента с контактом по торцу способствует стабильности обработки.

- Увеличенная длина контакта режущих кромок (при большой глубине резания или подаче) также может привести к возникновению вибраций в процессе резания.

- Проверьте возможности станка по мощности и передаваемому моменту перед выполнением специфических расточных операций.

- Для операций, на которых возможен риск возникновения вибраций или существует вероятность пакетирования стружки, мы рекомендуем выбрать сплав с наивысшим уровнем твердости.

- Для повышения качества обработанной поверхности или повышения подачи могут быть использованы пластины Wiper. Но необходимо учитывать, что они не подходят для работы в нестабильных условиях и при большом вылете инструмента.

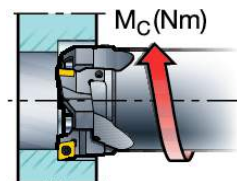
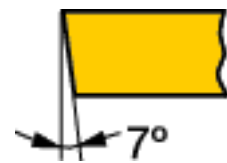
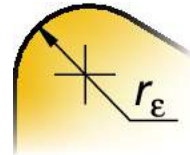
- Убедитесь в надежности закрепления расточного инструмента и заготовки.

- Используйте охлаждающую жидкость для улучшения условий вывода стружки из отверстия, повышения стойкости инструмента и геометрической точности отверстия.

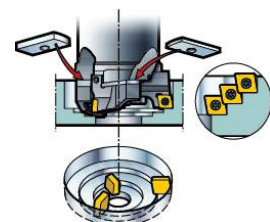
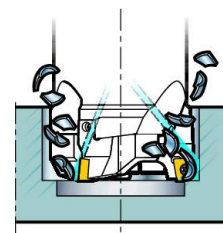
- Наивысшую эффективность работы демонстрирует инструмент CoroBore 820. Он подходит для работы с повышенными значениями глубины резания и подачи. Особенно эффективным будет его применение при большом вылете наладки.

Примечание: Не работайте одновременно с максимальными значениями глубины резания и подачи.

- Максимальной скорости обработки можно достичь при работе многолезвийным инструментом. Но при необходимости работать с большим припуском более эффективным выглядит ступенчатое растачивание. В этом случае будет достигнуто минимальное время цикла обработки и меньшее количество инструмента, занятого в процессе обработки отверстия.

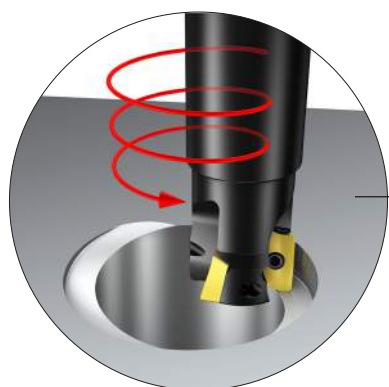


TECHNOLOGY
Wiper



Чистовая обработка

Обзор технологических решений



Фрезерование

Выбор инструмента D 106

Рекомендации D 113

Чистовое растачивание

Выбор инструмента F 24

Рекомендации F 26

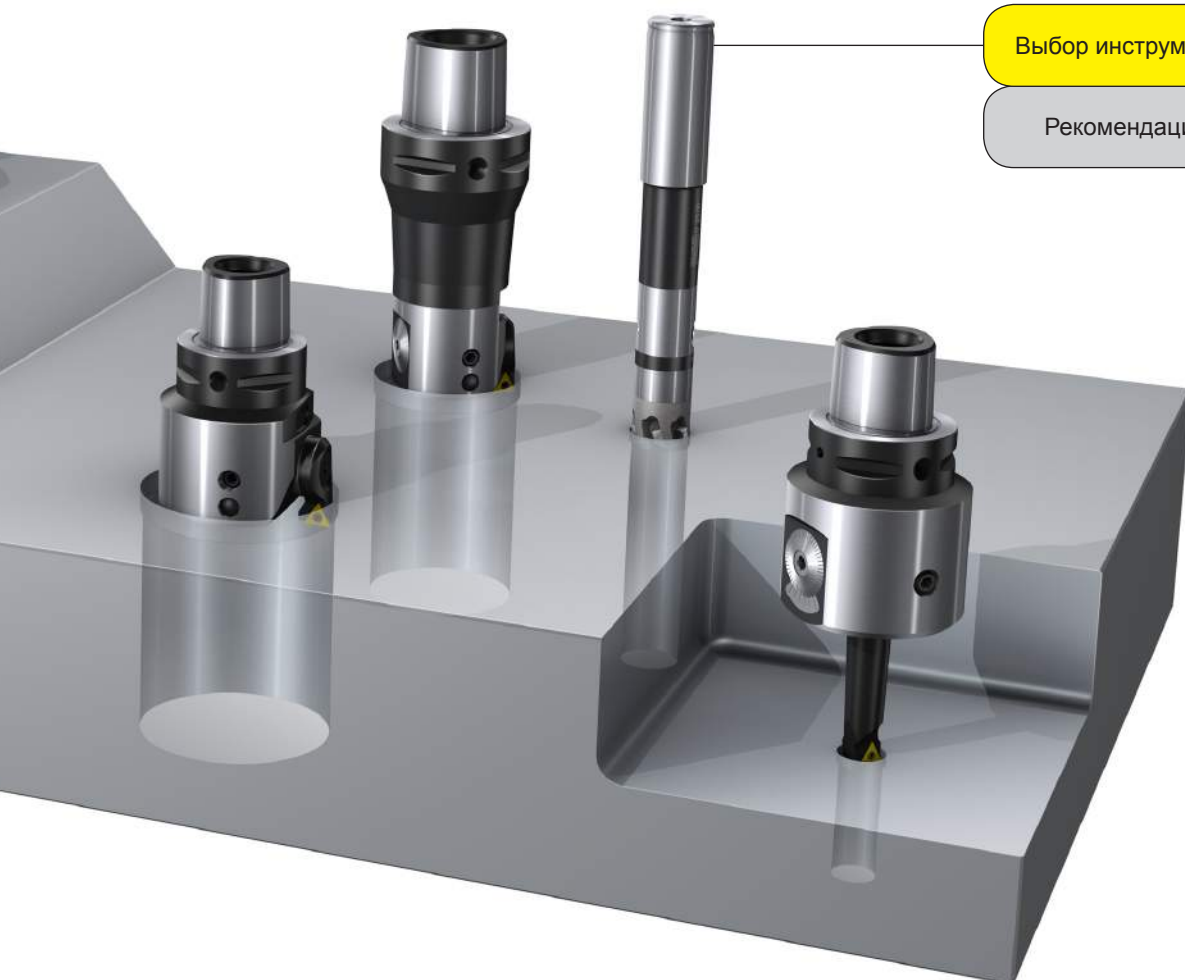
Развертывание

Выбор инструмента F 31

Рекомендации F 32

Растачивание

Решение проблем F 34



Чистовое растачивание

Предназначением чистовой операции растачивания является повышение размерной точности отверстия, его относительного расположения на детали и улучшение качества его поверхности. Как правило, обработка протекает с глубинами резания менее 0,5 мм.



Выбор инструмента

	Чистовая расточная головка	CoroBore® 825 – Инструмент для чистового растачивания					CoroBore® 825 – Антивибрационный инструмент для чистового растачивания		Фрезерование
Диапазон диаметров (мм)	3–42	19–176.6	150–324.6	250–581.6	250–981.6	23–176.6	150–324.6	См. раздел "Фрезерование", глава D.	
Глубина растачивания	5 x D _c	4 x D _{5m}	4 x D _{5m}	400 мм	400 мм	6 x D _c	6 x D _{5m}		
Точность отверстия	IT6	IT6	IT6	IT6	IT6	IT6	IT6		
Обрабатываемый материал									
Главный угол в плане	90°, 91°, 92°	92°	92°	92°	92°	92°	92°		

Примечание: Инструмент в рамках нашего предложения по специнструменту представлен в разделе "Дополнительные возможности" на стр. F57.

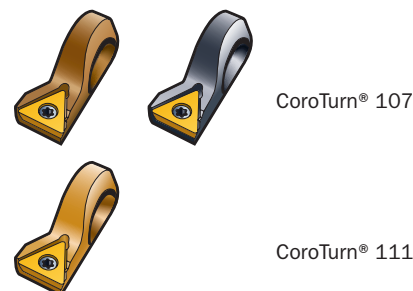
Выбор метода

Выбор метода растачивания см. на стр. F 7.

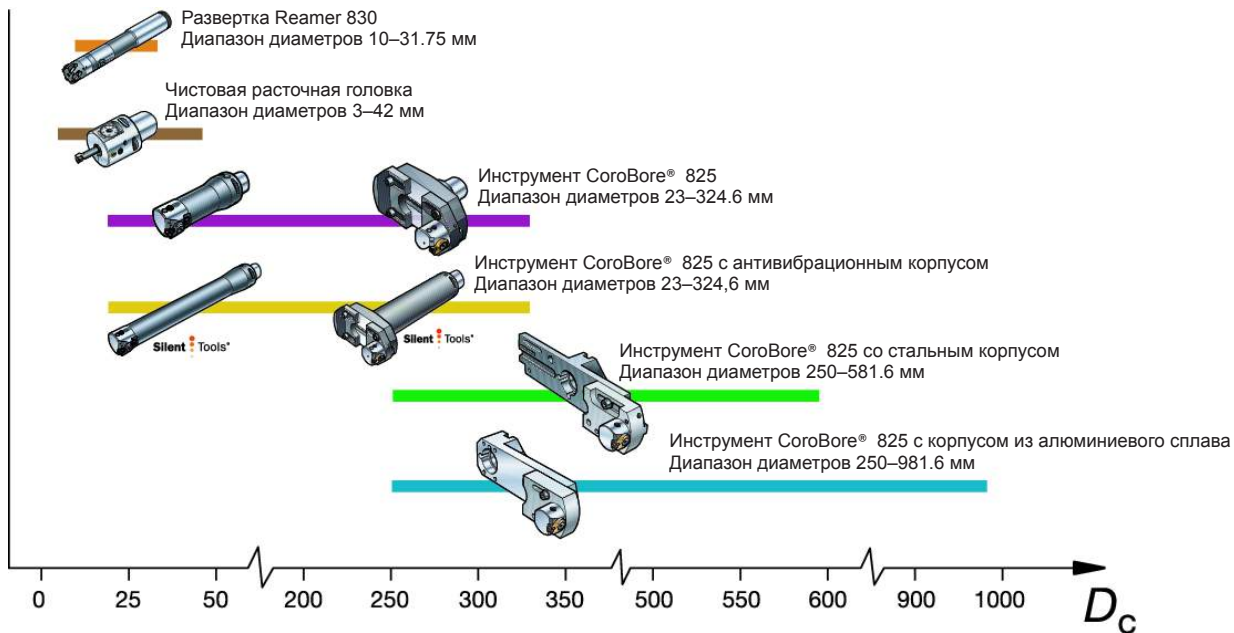
Форма пластины

Для всех типов чистовых расточных операций первым выбором являются пластины CoroTurn 107 с задними углами. Они обеспечивают невысокие усилия резания, по сравнению с негативными пластинами. Доступен широкий выбор геометрий.

В качестве альтернативного варианта для операций, требующих увеличенного заднего угла на пластине, рекомендуются пластины CoroTurn 111.



Классификация по обрабатываемому диаметру



Отверстия среднего и малого диаметра

Чистовые расточные головки 391.37A подходят для обработки отверстий диаметром от 3 до 42 мм. Причем, для отверстий диаметром ниже 23 мм они являются инструментом первого выбора.

Для отверстий диаметром от 23 до 42 мм чистовые расточные головки 391.37A являются дополнительным вариантом. Их использование совместно с переходными втулками и резцами позволяет обходиться одним инструментом для растачивания отверстий в большом диапазоне диаметров.

Чистовые расточные головки 391.37B следует рассматривать в качестве инструмента первого выбора для высокоскоростного растачивания отверстий диаметром 3-26 мм.

Отверстия среднего и большого диаметра

Для отверстий диаметром 23-981.6 мм инструментом первого выбора является CoroBore 825 в различных исполнениях.

Обработка глубоких отверстий

Для работы с вылетом более четырех диаметров рекомендуется использовать антивибрационный инструмент CoroBore 825. См. стр. F46.

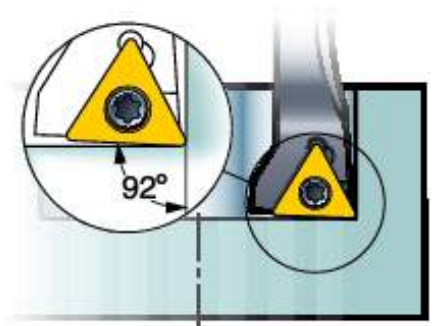
Рекомендации по выбору геометрии и сплава пластины

Как правило, пластины для чистового растачивания имеют положительный передний угол, острые режущие кромки, небольшой радиус при вершине. Все эти характеристики способствуют минимизации радиальной составляющей силы резания. Инструмент CoroBore 825 представлен на стр. F47, а чистовые расточные головки 391.37A /37B на стр. F50.

Главный угол в плане

Главный угол в плане для чистового растачивания должен быть не менее 90°. Это позволит минимизировать радиальные силы резания и избежать вибраций.

Большинство инструментов Sandvik Coromant для чистового растачивания имеют угол в плане 92°. Таким инструментом можно обрабатывать уступы и глухие отверстия.



Практические рекомендации

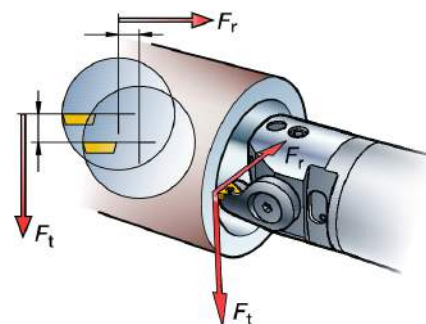
Важные факторы при растачивании:

- стабильность
- отношение длины инструмента к размеру соединения или диаметру оправки
- геометрия пластины
- эвакуация стружки
- регулировка диаметра обработки
- отжим инструмента.

Распределение сил резания при однолезвийном растачивании

В процессе обработки тангенциальная и радиальная составляющие силы резания пытаются «оттолкнуть» инструмент от обрабатываемой поверхности. При этом тангенциальная составляющая отжимает инструмент вниз от линии центров, что приводит к уменьшению заднего угла.

Отклонение инструмента под действием радиальной силы резания означает уменьшение глубины резания и толщины стружки. Это опасно с точки зрения возникновения вибраций.

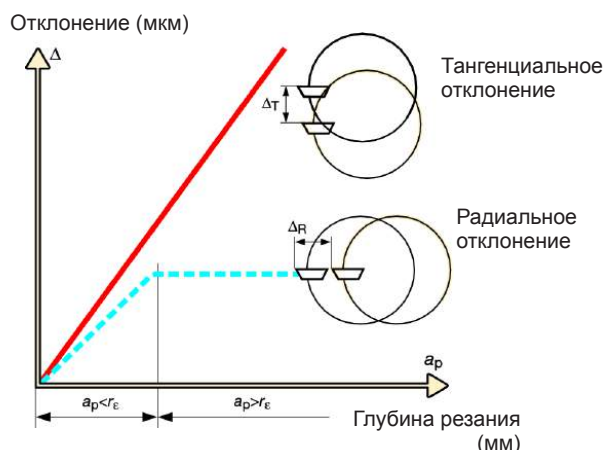


Отклонение инструмента при однолезвийной обработке

Величины тангенциальной и радиальной составляющих силы резания зависят от глубины резания, радиуса при вершине пластины и от угла в плане.

Отклонение инструмента в радиальном направлении влияет на диаметр обработанного отверстия, а тангенциальная сила резания изменяет положение отверстия - смещает режущую кромку вниз от линии центров.

Для компенсации влияния радиальной составляющей силы резания воспользуйтесь методом, предложенным на стр. F29. Наши инструменты имеют механизм регулировки по диаметру с точностью 2 мкм.



Балансировка

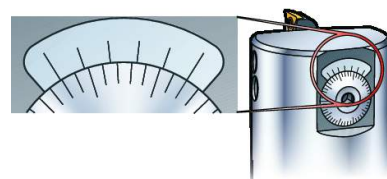
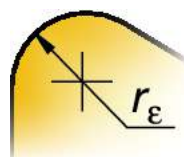
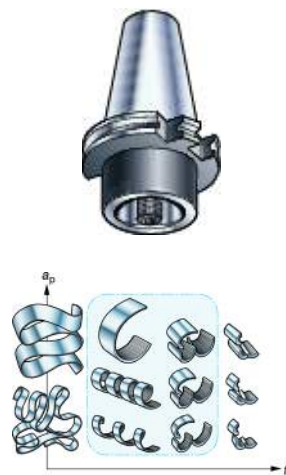
- Дисбаланс может быть вызван несимметричностью конструкции инструмента или большой величиной биения.
- В большинстве случаев сила от дисбаланса не сравнимо мала по отношению к силам резания.
- На высоких скоростях при работе с большим вылетом дисбаланс может стать причиной вибраций, что негативно скажется на качестве отверстия.

- Весь модульный инструмент Sandvik Coromant сбалансирован конструктивно. При необходимости мы можем осуществлять балансировку всей наладки от пластины до базового держателя.

Более подробная информация у нашего представителя Sandvik Coromant в Вашем регионе.

Последовательность рекомендаций, необходимых для рассмотрения

- Выбирайте максимально большой размер соединения или диаметр оправки.
- Следите за стружкообразованием. Короткая стружка может стать причиной вибраций, а длинная витая стружка может повредить обработанную поверхность или стать причиной поломки пластины.
- Выберите подходящие режимы обработки. Максимальное начальное значение скорости для CoroVerge 825 - 240 м/мин. Максимальная глубина резания - 0.5 мм. Она не должна быть меньше 1/3 радиуса при вершине пластины. Начальное значение скорости резания для чистовой расточной головки 391.37A с короткими стальными и твердосплавными резцами с пластинами - 120 м/мин. Для головок с резцами увеличенной длины скорость должна составлять 90 м/мин, а для головок с цельными твердосплавными резцами со шлифованной геометрией - 60 м/мин.
- Работайте с минимально возможным вылетом. При вылете более четырех диаметров используйте инструмент антивибрационного типа.
- Большой радиус при вершине пластины (r_ϵ) с одной стороны будет способствовать надежности режущей кромки и низкой шероховатости поверхности. Но одновременно существует риск возникновения вибраций. На чистовом этапе обработки мы не рекомендуем выбирать радиус при вершине пластины более чем 0.4 мм. Для чистовых расточных головок 391.37 A/B рекомендованное значение радиуса при вершине равно 0.2 мм.
- Работа пластин из сплавов с тонким покрытием или из непокрытых сплавов, как правило, отличается невысокими усилиями резания. Этот факт становится тем существеннее, чем больше разница между диаметром и вылетом инструмента. Острая режущая кромка на пластине обеспечивает высокое качество поверхности отверстия, так как в процессе растачивания не возникает вибраций.
- На операциях растачивания предпочтительными являются геометрии с открытым стружколомом, такие как пластины левого исполнения с геометрией -К. Данные пластины представляют собой первый выбор для чистовых расточных головок 391.37 A/B.
- Пластины левого исполнения с геометриями -F и -WK оставляют после себя поверхность хорошего качества, но их не рекомендуется использовать в нестабильных условиях, при работе с большим вылетом и в чистовых расточных головках 391.37 A/B.
- Пластина левого исполнения с геометрией -F обеспечивает улучшенное стружкодробление.
- Слишком малое значение глубины резания ведет к возникновению вибраций из-за того, что процесс резания переходит в процесс затирания.
- Увеличенная длина контакта режущих кромок (при большой глубине резания или подаче) также может привести к возникновению вибраций в процессе резания из-за отклонения инструмента.
- Для операций, на которых возможен риск возникновения вибраций или существует вероятность пакетирования стружки, мы рекомендуем выбрать сплав с наивысшим уровнем прочности.
- При обработке отверстий высокой точности выполняйте окончательную настройку инструмента на диаметр на станке. Это исключит влияние погрешности измерения на радиальное отклонение и износ пластины.
- Убедитесь в жесткости закрепления инструмента и заготовки.
- Используйте охлаждающую жидкость для улучшения условий вывода стружки из отверстия, повышения стойкости инструмента и геометрической точности отверстия.

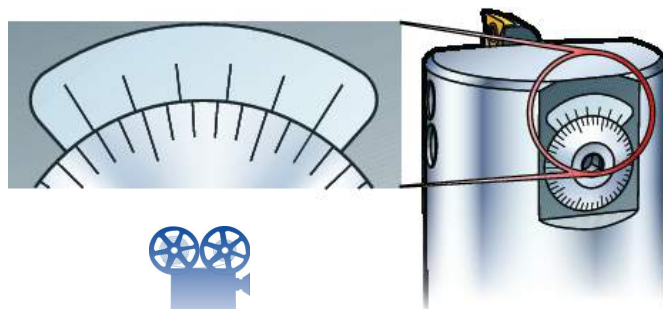


Регулировка диаметра на CoroBore 825 и на чистовых головках 391.37A / 391.37B

Полный оборот лимба соответствует перемещению пластины в радиальном направлении на 0.25 мм. Соответственно, диаметр изменится на 0.5 мм.

Лимб разбит на 50 делений. Цена каждого деления составляет $0.5/50 = 0.010$ мм/диаметр.

Нониус имеет 5 делений. С его помощью каждое деление лимба может быть разделено еще на пять частей, то есть точность регулировки диаметра составит $0.010/5 = 0.002$ мм.



Точение

В

Отрезка и обработка канавок

С

Нарезание резьбы

Д

Фрезерование

Е

Сверление

Ф

Растачивание

Г

Инструментальная оснастка

Н

Материалы

И

Информация/Указатель

Последовательность действий при регулировке

В данном примере голубая линия на лимбе, совпадающая с первой рисккой нониуса, обозначает исходное положение перед началом регулировки.

Начальное положение



Этапы регулировки



Вращайте лимб по часовой стрелке до того момента, когда риска лимба (красная линия) совпадет со второй рисккой нониуса (зеленая линия). Данное перемещение соответствует увеличению диаметра на 0.002 мм.



Продолжайте вращать лимб до совпадения риски лимба с третьей рисккой нониуса, что соответствует увеличению диаметра на 0.004 мм.



Продолжайте вращать лимб до совпадения риски лимба с четвертой рисккой нониуса, что соответствует увеличению диаметра на 0.006 мм.



Продолжайте вращать лимб до совпадения риски лимба с пятой рисккой нониуса, что соответствует увеличению диаметра на 0.008 мм.



Продолжайте вращать лимб до совпадения риски лимба с шестой рисккой нониуса, что соответствует увеличению диаметра на 0.010 мм = 1 делению лимба.

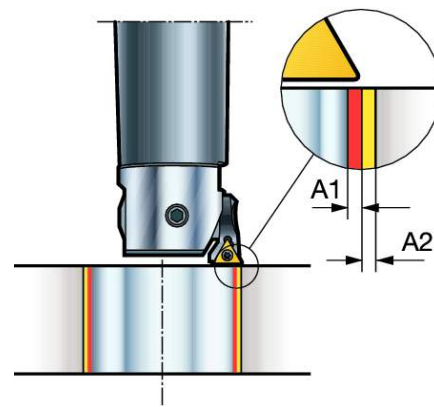
Как добиться высокой точности отверстия

Примечание: Установку и регулировку CoroBore 825 и чистовых головок 391.37A /391.37B см. на стр. F48 и F51.

При обработке отверстий с жестким допуском необходимо учитывать возможное несовпадение погрешности положения оси устройства предварительной регулировки и погрешности положения оси шпинделя станка.

Компенсировать данное рассогласование можно несколькими способами:

- выполните короткий пробный проход, после чего окончательно скорректируйте диаметр инструмента, не снимая его со станка.
- разделите припуск на две равные части и используйте метод обработки, приведенный ниже.
- разделите глубину резания на три равные части.



Пример расчета

Требуемый диаметр отверстия на детали $D_F = 60$ мм
 Точность отверстия H6 = +0.019/-0 мм (справедливо для диаметра 60 мм)
 Диаметр предварительного отверстия $D_V = 59.2$ мм

1. Вычтешь диаметр предварительно обработанного отверстия (D_V) из диаметра окончательного отверстия (D_F), получив разницу диаметров ($D_{\Delta 1}$).
2. Полученный результат разделите пополам и еще раз поделите на два. Полученное значение соответствует глубине резания на первом проходе (A_1).
3. Выставьте инструмент на диаметр (D_{C1}), равный сумме диаметра предварительного отверстия (D_V) и удвоенной глубине резания первого прохода ($2 \times A_1$). Выполните растачивание.
4. Измерьте полученный диаметр (D_{G1}) и вычислите погрешность ($D_{\Delta 2}$) по отношению к установленному диаметру (D_{C1}).
5. Вычислите новое значение глубины резания (A_2), компенсируя погрешность первого прохода ($D_{\Delta 2}/2$) и прибавив половину значения допуска (H6/2).
6. Увеличьте диаметр инструмента (D_{C2}) на удвоенное значение новой глубины резания ($2 \times A_2$). Осуществляйте регулировку диаметра инструмента, не снимая его со станка. Выполните растачивание.
7. Полученный диаметр (D_{G2}) должен попасть в пределы поля допуска отверстия.

1., 2.	D_F 60	D_V 59.2	$D_{\Delta 1} = D_F - D_V$ 0.8	$A_1 = (D_{\Delta 1} / 2 / 2)$ 0.2		
3., 4.	Диаметр первой регулировки		$D_{C1} = D_V + 2 \times A_1$ 59.6	D_{G1} 59.58	$D_{\Delta 2} = (D_{C1} - D_{G1})$ 0.02	
5.	Новая подсчитанная глубина резания		$A_2 = A_1 + \frac{D_{\Delta 2}}{2} + \frac{H6}{2}$ 0.215			
6., 7.	Диаметр второй регулировки		D_{C2} Увеличение диаметра на удвоенную глубину резания A_2	D_{G2} 60.01		

Обратное растачивание

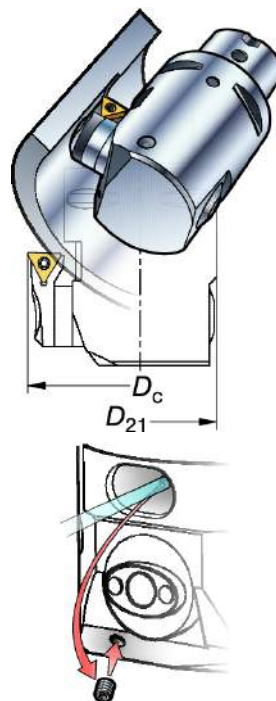
Растачивание на обратном ходу необходимо, если в отверстии имеется уступ, доступ к которому невозможен с другой стороны. Дополнительным преимуществом обратного растачивания отверстия с уступом является концентричность полученного отверстия, так как обработка происходит за один установ детали.

Примечание: Убедитесь, что инструмент свободно проходит сквозь отверстие с уступом и передней частью корпуса не сталкивается с деталью.

При обратном растачивании прохождение инструмента сквозь отверстие предполагается с минимальным диаметром $D_c/2 + D_{21}/2$.

Настройка инструмента для обратного растачивания:

- Выкрутите установочный винт из верхнего отверстия для СОЖ (см. стр. F48) и закрутите его в нижнее отверстие для СОЖ. Это делается с целью перенаправить поток СОЖ в процессе обработки. (Данное изменение не возможно для инструментов маленького размера).
- Поверните резцовую вставку на 180°
- При необходимости используйте увеличительную проставку
- Измените направление вращения.



Наружная обработка чистовым расточным инструментом

При помощи чистового расточного инструмента можно выполнять операции наружной обработки, с целью получения диаметра высокой точности.

- Измените направление вращения
- Поверните головку на 180°
- Учитывайте, что максимальная длина обработки не должна превышать значение l_3 на инструменте

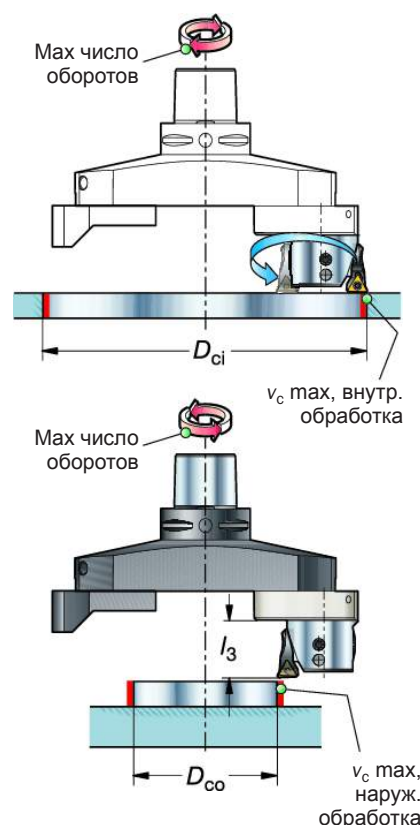
В процессе наружной обработки массивная конструкция расточного инструмента будет вращаться вокруг детали, и неизбежно будет испытывать действие значительной центробежной силы. В связи с этим существуют некоторые ограничения по максимальной скорости резания, предельное значение которой необходимо вычислить, исходя из диаметра расточной головки.

Пример обработки:

- Необходимо обработать наружный диаметр 80 мм.
- Внутренний диаметр, соответствующий такой настройке головки, равнялся бы 210 мм. **Примечание:** Всегда прибавляйте к значению наружного диаметра, предполагаемого для обработки, 130 мм и используйте этот суммарный диаметр для расчета максимального значения оборотов шпинделя.
- Макс скорость резания для CoroBore 825 - 1200 м/мин (за основу расчета взята внутренняя обработка).
- 1200 м/мин на диаметре 210 мм соответствуют 1820 об/мин. Таким образом, полученное значение является максимально возможным для работы расточным инструментом, настроенным в этом положении.
- Для наружной обработки, исходя из максимального количества оборотов 1820 об/мин, максимальная скорость резания для диаметра 80 мм составит 460 м/мин.

Вывод:

- Макс значение скорости резания при обработке наружного диаметра 80 мм составляет 460 м/мин.



Развертывание

Развертывание – это чистовая операция, выполняемая многозубым инструментом, в результате которой достигается высокая точность отверстия и низкая шероховатость поверхности при большом значении подачи. Развертывание характеризуется небольшими припусками.



Точение

B

Отрезка и обработка канавок

C

Нарезание резьбы

D

Фрезерование

E

Сверление

F

Растачивание

G

Инструментальная оснастка

H

Материалы

I

Информация/Указатель

Выбор инструмента



Reamer 830	
	
Диапазон растачивания (мм)	10–31.75
Глубина развертывания	45–106 мм
Точность отверстия	H7
Обрабатываемый материал	P K

Примечание: Информацию о нашем сервисе по изготовлению специального инструмента см. в разделе "Дополнительные возможности" на стр. F60.

Обрабатываемый материал

Стандартный ассортимент разверток Reamer 830 подходит для обработки следующих материалов: сталь, чугун с шаровидным графитом (перлитный) и ковкий чугун (перлитный). При необходимости развертывать отверстия в других материалах см. раздел "Дополнительные возможности" на стр. F60.

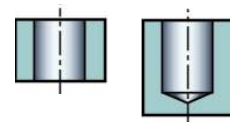


Диаметр и допуск отверстия

Обработку отверстий с более жестким допуском, чем H7 или отверстий с диаметром, не входящим в стандартный ряд, см. в разделе "Дополнительные возможности" на стр. F60.

Сквозное и глухое отверстие

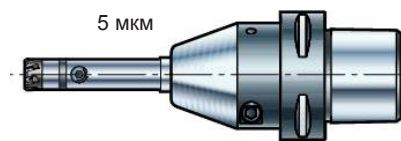
Операция развертывания с использованием инструмента Reamer 830 возможна только для сквозных отверстий. Как получить глухое высокоточное отверстие см. в разделе "Дополнительные возможности" на стр. F60.



Практические рекомендации

Крепление инструмента

- Наиболее существенным фактором при развертывании, касающимся оснастки, является величина биения. Данное значение не должно превышать 5 мкм.
- В качестве первого выбора мы рекомендуем высокоточный патрон HydroGrip.
- Работайте с минимально возможным вылетом.



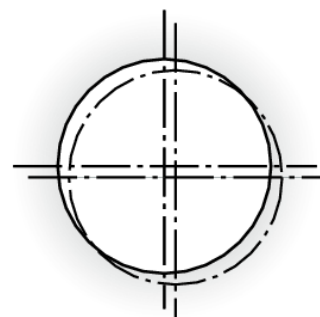
Стойкость

Параметры, влияющие на стойкость инструмента:

- глубина резания
- скорость и подача
- обрабатываемый материал
- биение
- смещение оси
- охлаждение
- прерывистое резание
- жесткость закрепления детали
- геометрия и сплав
- длина инструмента.

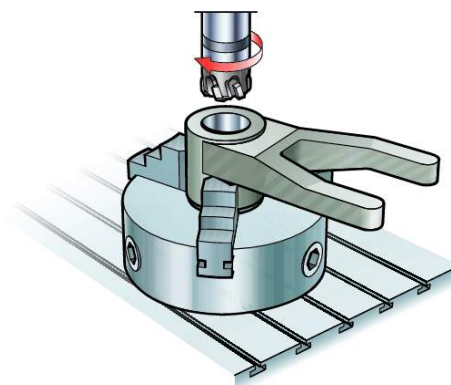
Расположение развертки

- Во избежание возникновения вибраций смещение оси предварительного отверстия и развертки должно быть минимально возможным.



Установка заготовки

- Убедитесь в том, что деталь закреплена достаточно жестко.
- Необходимо обеспечить беспрепятственный выход стружки из отверстия.
- При развертывании отверстий в тонкостенных деталях, убедитесь в равномерности распределения усилий закрепления по периметру заготовки.

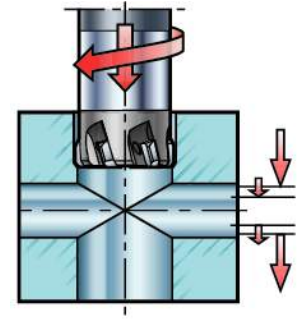


Прерывистое резание

Развертка Reamer 830 может использоваться в следующих случаях:

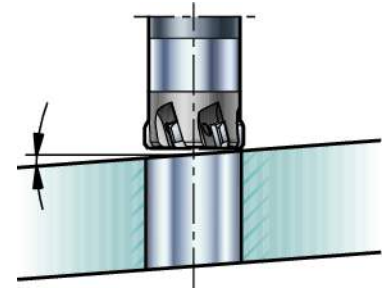
- при пересечении отверстия диаметром менее 2 мм, если диаметр самого инструмента менее 22 мм.
- при пересечении отверстия диаметром менее 3 мм, если диаметр самого инструмента равен 22 мм и более.

Другие случаи прерывистого резания приведены в разделе "Дополнительные возможности" на стр. F60.



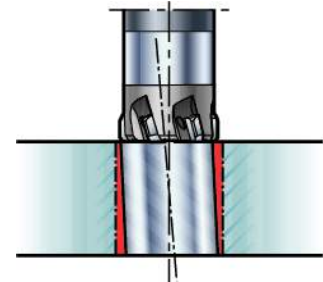
Наклонная поверхность входа

- Мах рекомендуемый угол наклона поверхности входа для стандартного инструмента - 5°. При необходимости входа в поверхность с большим углом наклона см. раздел "Дополнительные возможности" на стр. F60.
- Увеличенная величина биения.



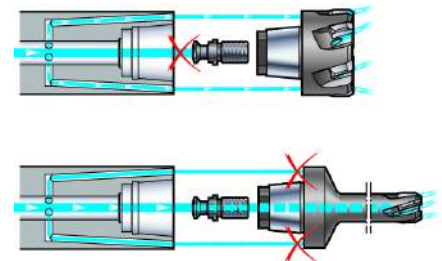
Предварительно обработанное отверстие

- Операция развертывания не предполагает исправления погрешностей положения и геометрических отклонений предварительно обработанного отверстия.
- Отклонение от прямолинейности предварительно обработанного отверстия не должно превышать 0.05 мм.
- Диаметр предварительно сформированного отверстия должен быть максимально приближен к окончательному, чтобы операция развертывания выполнялась с небольшой глубиной резания.



Охлаждение

- Основными функциями СОЖ являются охлаждение режущих кромок, для повышения стойкости инструмента, и вывод стружки из отверстия.
- Эмульсия на основе масла, как правило, эффективнее чистого масла с точки зрения периода стойкости инструмента.
- Удовлетворительным является давление в 4 бар.
- Увеличение давления СОЖ упрощает процесс контроля над стружкообразованием.
- Возможно проведение обработки с минимальным количеством смазки или охлаждение масляным туманом.



Особенность нового инструмента

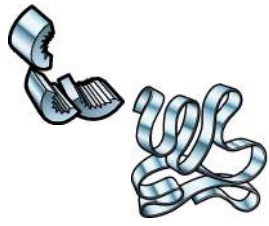
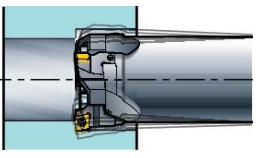

- При входе в отверстие новым инструментом с очень острыми режущими кромками возможно появление вибраций. Данный эффект пропадает при обработке последующих отверстий.

Решение проблем


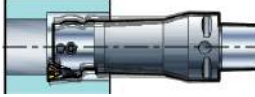
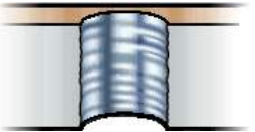
Износ пластины

Тщательный контроль над износом пластин – залог продолжительного периода стойкости инструмента, высокого качества детали и оптимального уровня производительности. См. раздел "Точение", глава А.

Черновое растачивание

	Причина	Устранение	
 <p>Неудовлетворительное стружкодробление</p>	<p>Короткая сыпучая стружка</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Увеличить скорость резания • Снизить подачу • Выбрать геометрию с более открытым стружколомом (PR) 	
	<p>Длинная витая стружка</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Увеличить подачу • Снизить скорость резания • Выбрать геометрию с более закрытым стружколомом (PM)
 <p>Вибрации</p>	<p>Слишком большое отношение вылета инструмента к его диаметру</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Максимально возможный размер соединения • Минимально возможный вылет наладки • Антивибрационный инструмент (Silent Tools) 	
	<p>Нестабильные условия</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Максимально жесткое закрепление инструмента с контактом по торцу • Использовать инструмент Duobore • Проверить жесткость закрепления детали • Все элементы наладки должны быть собраны с рекомендованными моментами затяжки • Проверить состояние шпинделя станка
<p>Слишком низкая подача</p> <p>Слишком высокая подача</p> <p>Слишком высокая скорость резания</p> <p>Слишком большая глубина резания</p> <p>Слишком высокие усилия резания</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Увеличить подачу (особенно для CoroBore 820) • Уменьшить подачу • Снизить скорость резания • Выбрать ступенчатое растачивание, см. стр. F6 	
		<ul style="list-style-type: none"> • Снизить глубину резания • Выбрать пластины с задним углом • Выбрать пластины с меньшим радиусом при вершине • Использование пластин Wiper не рекомендуется в нестабильных условиях и при большом вылете наладки 	
		<ul style="list-style-type: none"> • Увеличить глубину резания (особенно для CoroBore 820) 	
			<ul style="list-style-type: none"> • Снизить режимы резания • Выбрать ступенчатое растачивание, см. стр. F6
 <p>Превышение мощности станка</p>	<p>Ограниченные возможности станка по мощности</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Снизить режимы резания • Выбрать ступенчатое растачивание, см. стр. F6 	

Чистовое растачивание

	Причина	Устранение
 <p>Неудовлетворительное стружкодробление</p>	<p>Короткая сыпучая стружка</p> <p>Длинная витая стружка</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Увеличить скорость резания • Снизить подачу • Выбрать геометрию с более открытым стружколомом (L-K, L-WK) • Увеличить подачу • Снизить скорость резания • Выбрать геометрию с более закрытым стружколомом (L-F, PF)
 <p>Вибрации</p>	<p>Слишком высокие усилия резания</p> <p>Слишком большое отношение вылета инструмента к его диаметру</p> <p>Нестабильные условия</p> <p>Слишком высокая подача</p> <p>Слишком высокая скорость резания</p> <p>Вместо резания, инструмент сминает стружку</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Выбрать пластину с острой режущей кромкой (L-K) • Выбрать пластину с меньшим радиусом при вершине • Выбрать пластину с острой режущей кромкой из сплава с тонким покрытием или без покрытия • Пластины с геометриями Wireg или L-F не рекомендуется использовать в нестабильных условиях или при большом вылете • Выбрать пластину с меньшим радиусом при вершине • Снизить глубину резания • Максимально большой размер соединения • Минимально возможный вылет • Антивибрационный инструмент (Silent Tools) • Максимально жесткое закрепление инструмента с контактом по торцу • Проверить жесткость закрепления детали • Все элементы наладки должны быть собраны с рекомендованными моментами затяжки • Проверить состояние шпинделя станка • Снизить подачу • Снизить скорость резания • Увеличить глубину резания
 <p>Неудовлетворительное качество поверхности</p>	<p>Вибрации</p> <p>Следы от подачи</p> <p>Износ пластины</p> <p>Повреждение стружкой</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Снизить скорость. Смотри рекомендации, предложенные выше. • Выбрать пластину с геометрией L-WK или L-F (не подходит для 391.37 A / B, для работы в нестабильных условиях или с большим вылетом) • Выбрать пластину с большим радиусом при вершине • Снизить подачу • Заменить режущую кромку. Способы борьбы с различными видами износа см. в разделе "Точение", глава А. • Улучшить процесс стружкодробления

Точение

B

Отрезка и обработка канавок

C

Нарезание резьбы

D

Фрезерование

E

Сверление

F

Растачивание

G

Инструментальная оснастка

H

Материалы

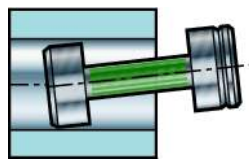
I

Информация/Указатель

Развертывание

Причина

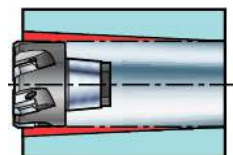
Устранение



Получено отверстие большего диаметра

- a) Радиальное биение, ось вращения инструмента не совпадает с осью предварительного отверстия
- b) Погрешность расположения
- c) Нарост на режущей кромке
- d) Повышенные вибрации

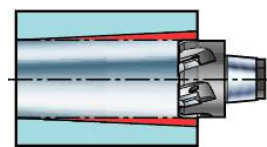
- a) Минимизировать биение – использовать патрон Hydrogrip
- b) Проверить соосность предварительного отверстия и инструмента
- c) Отрегулировать скорость резания или выберите головку развертки с покрытием (раздел "Дополнительные возможности")
- d) Минимизировать биение – использовать патрон Hydrogrip, повысить скорость резания или подачу



Коническое отверстие, с воронкой на выходе

- a) Погрешность расположения

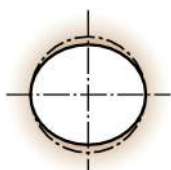
- a) Обеспечить совпадение оси развертки и предварительно обработанного отверстия



Коническое отверстие, с воронкой на входе

- a) Радиальное биение, ось вращения инструмента не совпадает с осью предварительного отверстия
- b) Погрешность расположения
- c) Слишком большая нагрузка на инструмент при входе в отверстие

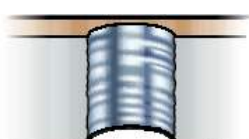
- a) Минимизировать биение – использовать патрон Hydrogrip
- b) Обеспечить совпадение оси развертки и предварительно обработанного отверстия
- c) Снизить подачу при входе в отверстие (при необходимости)



Овальность отверстия

- a) Радиальное биение, ось вращения инструмента не совпадает с осью предварительного отверстия
- b) Погрешность расположения
- c) Дисбаланс сил резания при входе в наклонную поверхность
- d) Слишком большая нагрузка на инструмент
- e) Неверное число или шаг зубьев

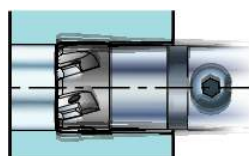
- a) Минимизировать биение – использовать патрон Hydrogrip
- b) Обеспечить совпадение оси развертки и предварительно обработанного отверстия
- c) Минимизировать биение – использовать патрон Hydrogrip
- d) Снизить подачу
- e) Выбрать головку развертки в рамках предложения специального инструмента



Низкое качество поверхности

- a) Следы износа и выкрашивания на режущих кромках развертки
- b) Неверно выбраны режимы резания
- c) Несоответствующий угол фаски на головке
- d) Нарост на режущей кромке

- a) Заменить изношенную головку
- b) Отрегулировать скорость резания или выбрать головку развертки с покрытием (раздел "Дополнительные возможности")
- c) Изменить фаску на головке (раздел "Дополнительные возможности")
- d) Отрегулировать скорость резания или выбрать головку развертки с покрытием (раздел "Дополнительные возможности")



Задир в отверстии

- a) Дисбаланс сил резания на входе в наклонную поверхность
- b) Радиальное биение, слишком большой угол наклона поверхности входа
- c) Погрешность расположения
- d) Несоответствующий угол фаски на головке
- e) Слишком большие усилия резания на входе развертки в отверстие

- a) Минимизировать биение – использовать патрон Hydrogrip
- b) Минимизировать биение – использовать патрон Hydrogrip
- c) Обеспечить совпадение оси развертки и предварительно обработанного отверстия
- d) Изменить фаску на головке (раздел "Дополнительные возможности")
- e) Снизить подачу на входе в отверстие (при необходимости)

Ассортимент инструмента – Растачивание



CoroBore® 820



Короткая, жесткая и компактная конструкция
– Максимальная стабильность

Внутренний подвод СОЖ
– Хорошая эвакуация стружки

Ползуну регулируются в осевом и радиальном направлениях
– Экономичность
– Небольшая номенклатура инструмента

CoroTurn® 107
– Первый выбор, широкий ассортимент пластин

T-Max® P, CoroTurn® RC
– Экономичная и надежная обработка в стабильных условиях

Многолезвийное растачивание

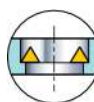
Ступенчатое растачивание

Однолезвийное растачивание

	
Диапазон диаметров (мм)	35–306
Глубина растачивания	4 x D_{5m}
Точность отверстия	IT9
Обрабатываемый материал	

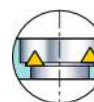
Примечание: Информацию о специальном инструменте см. в разделе "Дополнительные возможности" на стр. F57.

Области применения



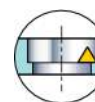
F 6

Многолезвийное растачивание



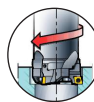
F 6

Ступенчатое растачивание



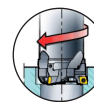
F 6

Однолезвийное растачивание



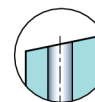
F 18

Большой диаметр



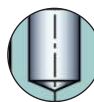
F 18

Маломощное оборудование



F 19

Прерывистое резание



F 19

Глухое отверстие



F 20

Большая глубина резания



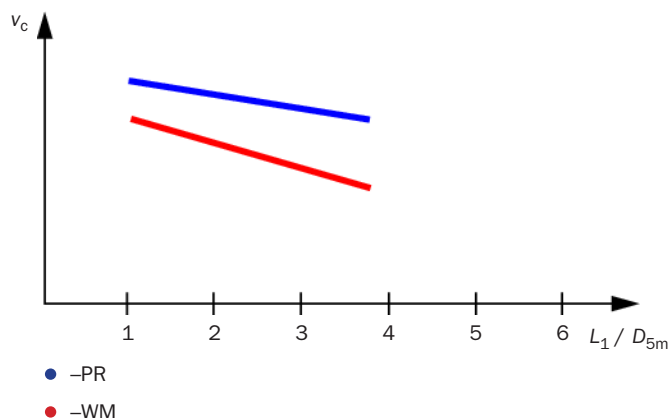
F 20

Отверстие со смещенной осью

Скорость резания и вылет инструмента

При большом вылете настройки необходимо снижать скорость резания. Представленная диаграмма иллюстрирует взаимосвязь значений скорости резания и вылета инструмента для разных геометрий пластин.

Примечание: Данную диаграмму следует рассматривать только как общие рекомендации.



Выбор геометрии и сплава пластины

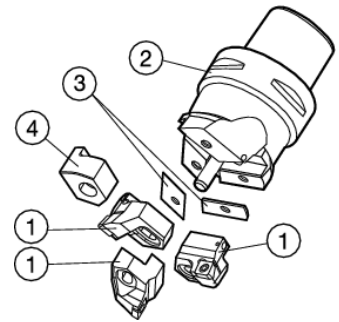
Рекомендации по выбору геометрий и сплавов для пластин см. на стр. F18.

Эксплуатация инструмента

Перед сборкой инструмента проверьте состояние контактных поверхностей элементов на предмет загрязнений.

Более подробную информацию по обслуживанию инструмента см. на стр. F13.

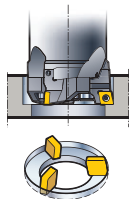
1. Резцовая вставка
2. Корпус
3. Набор проставок
4. Заглушка



Сборка и регулировка

Многолезвийное растачивание

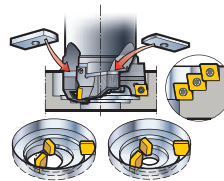
- Комплектующие:
- 1 корпус
 - 3 резцовые вставки



Настройте все три вставки на один диаметр и высоту.

Ступенчатое растачивание

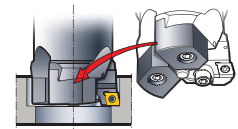
- Комплектующие:
- 1 корпус
 - 3 резцовые вставки
 - 1 набор проставок



Настройте все три вставки на разные диаметры и высоты.

Однолезвийное растачивание

- Комплектующие:
- 1 корпус
 - 1 резцовая вставка
 - 2 заглушки



Используйте только одну резцовую вставку.

Установка резцовых вставок

Установите заглушки вместо двух резцовых вставок.
Примечание: Заглушки имеют позиционные штифты, которые должны совпадать с отверстиями на корпусе.

Вращая винты против часовой стрелки, максимально выкрутите их.

Поместите проставки на два из трех посадочных мест в корпусе. **Примечание:** Проставки имеют различную толщину.

Примечание: Общий припуск необходимо разделить на три равные части, которые будут срезаться каждой из пластин. Это необходимо для баланса усилий резания, воздействующих на инструмент.

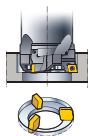
Установите резцовые вставки в корпус. Установочный штифт на корпусе должен совпасть с пазом на вставке.

Наденьте тарельчатую шайбу на крепежный винт (большим диаметром в сторону резцовой вставки).

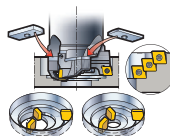
Установите вставку как можно глубже в корпус и затяните винт таким образом, чтобы оставалась возможность регулировать радиальное положение вставки.

► Продолжение

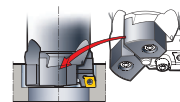
Многолезвийное растачивание



Ступенчатое растачивание



Однолезвийное растачивание



Регулировка инструмента

Установите пластины в резцовые вставки.

Поместите корпус в устройство предварительной регулировки.

Выставьте устройство предварительной регулировки инструмента на требуемый диаметр.

Настройте устройство предварительной регулировки инструмента на минимальный диаметр.

Выставьте устройство предварительной регулировки инструмента на требуемый диаметр.

Установите проставку необходимой толщины между вставкой и корпусом.

Вращайте корпус до тех пор, пока не установится максимальное значение диаметра.

Зафиксируйте это положение.

Вращайте регулировочный винт в направлении по часовой стрелке до момента соприкосновения вершины пластины и настроенного диаметра. **Примечание:** Регулировочный винт осуществляет настройку только от меньшего диаметра к большему.

Затяните крепежные винты.

Повторите те же действия со вставками 2 и 3.

Настройте устройство предварительной регулировки инструмента на среднее значение диаметра.

Установите проставку необходимой толщины между вставкой и корпусом.

Вращайте корпус до тех пор, пока не установится максимальное значение диаметра средней ступени. Зафиксируйте это положение.

Вращайте регулировочный винт до момента соприкосновения вершины пластины и настроенного диаметра.

Затяните крепежные винты.

Настройте устройство предварительной регулировки инструмента на максимальный диаметр.

Установите вставку без проставки.

Вращайте корпус до тех пор, пока не установится максимальное значение диаметра максимальной ступени. Зафиксируйте это положение.

Вращайте регулировочный винт до момента соприкосновения вершины пластины и настроенного диаметра.

Затяните крепежные винты.

Затяните крепежные винты с требуемым моментом затяжки, значения которого приведены в "Основном каталоге" (при необходимости это можно сделать вне приспособления предварительной регулировки).

Проверьте диаметр и длину инструмента в устройстве предварительной регулировки. Если это возможно, перенесите данные в систему контроля станка.

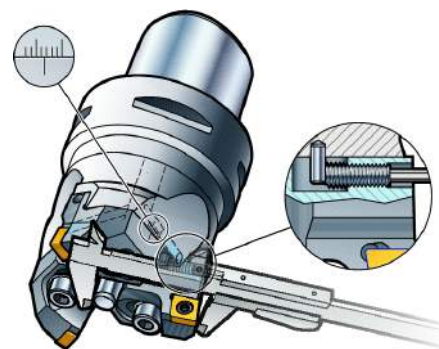
Альтернативные способы настройки инструмента CoroBore 820

Настройка на диаметр с использованием рычажного микрометра

1. Измерьте диаметр установочного штифта.
2. Выставьте на нониусе микрометра значение, равное сумме радиуса требуемого отверстия и радиуса регулировочного штифта.
3. Установите резцовые вставки согласно инструкции и настройте их положение при помощи микрометра и установочного винта.

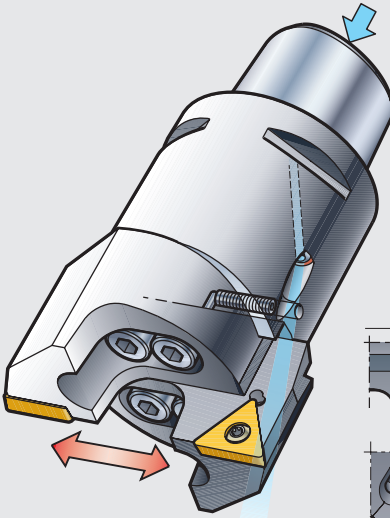
Грубая регулировка согласно шкале на корпусе

1. Совместите риску на резцовой вставке с соответствующим значением на шкале корпуса, цена деления которой соответствует 2 мм на диаметр.



Настройка на диаметр с использованием рычажного микрометра.

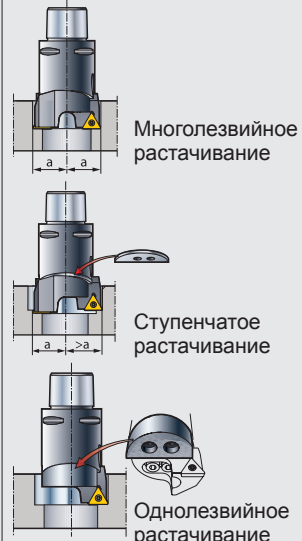
DuoBore™



Жесткая, короткая, компактная конструкция
– Максимальная надежность

Внутренний подвод охлаждения
– Хороший отвод стружки


Ползуны регулируются в осевом и радиальном направлениях
– Универсальность
– Экономичность
– Сокращение номенклатуры




Многолезвийное растачивание

Ступенчатое растачивание









Однолезвийное растачивание



CoroTurn® 107
– Первый выбор, широкий ассортимент пластин



T-Max® P, CoroTurn® RC
– Экономичная и надежная обработка в стабильных условиях

				
Диапазон диаметров (мм)	25–150	148–270	25–101	99–150
Глубина растачивания	4 x D _{5m}	4 x D _{5m}	6 x D _c	600–700 мм
Точность отверстия	IT9	IT9	IT9	IT9
Обрабатываемый материал				

Примечание: Информацию о специальном инструменте см. в разделе "Дополнительные возможности" на стр. F57.

Области применения



F 6
Многолезвийное растачивание



F 6
Ступенчатое растачивание



F 6
Однолезвийное растачивание



F 18
Большой диаметр



F 18
Маломощный станок



F 19
Прерывистое резание



F 19
Глухое отверстие



F 20
Большая глубина резания



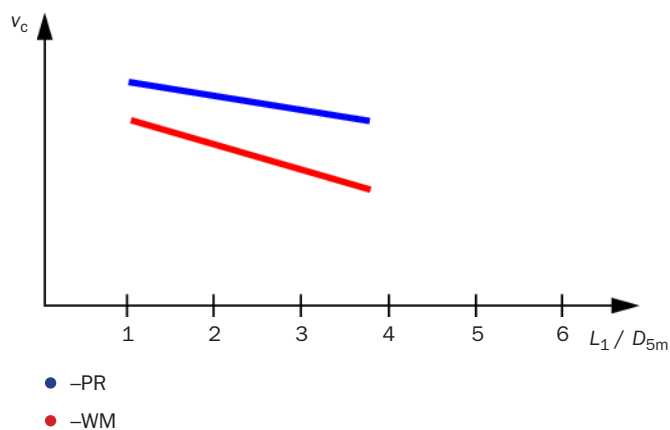
F 20
Отверстие со смещенной осью

A Точение
 B Отрезка и обработка канавок
 C Нарезание резьбы
 D Фрезерование
 E Сверление
 F Растачивание
 G Инструментальная оснастка
 H Материалы
 I Информация/Указатель

Скорость резания и вылет инструмента

При большом вылете наладки необходимо снижать скорость резания. Представленная диаграмма иллюстрирует взаимосвязь значений скорости резания и вылета инструмента для разных геометрий пластин.

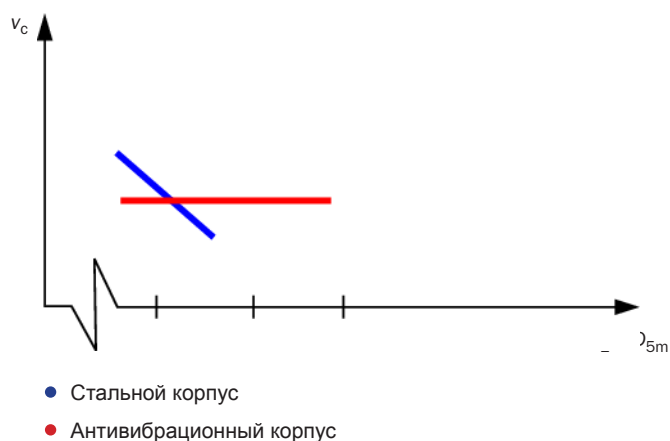
Примечание: Данную диаграмму следует рассматривать только как общие рекомендации.



Скорость резания для антивибрационного инструмента

Диаграмма показывает, что антивибрационный инструмент можно использовать с вылетом более четырех диаметров без ограничений по скорости резания, в отличие от традиционного инструмента со стальным корпусом.

Примечание: Данную диаграмму следует рассматривать только как общие рекомендации.



Выбор геометрии и сплава пластины

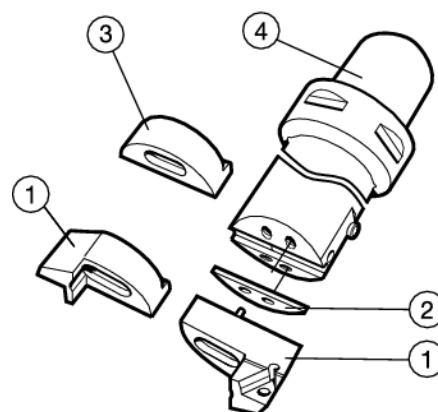
Рекомендации по выбору геометрий и сплавов для пластин см. на стр. F18.

Эксплуатация инструмента

Перед сборкой инструмента проверьте состояние контактных поверхностей элементов на предмет загрязнений.

Более подробную информацию по обслуживанию инструмента см. на стр. F13.

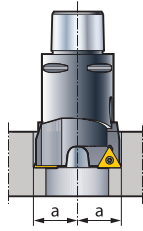
1. Резцовая вставка
2. Проставка
3. Заглушка
4. Корпус



Сборка и регулировка

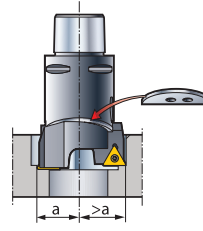
Многолезвийное растачивание

- Комплектующие:
- 1 корпус
 - 2 резцовые вставки



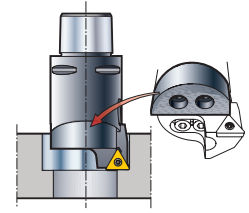
Ступенчатое растачивание

- Комплектующие:
- 1 корпус
 - 2 резцовые вставки
 - 1 проставка



Однолезвийное растачивание

- Комплектующие:
- 1 корпус
 - 1 резцовая вставка
 - 1 заглушка



Установка резцовых вставок

Установите заглушку вместо одной резцовой вставки.
Примечание: Заглушки имеют позиционные штифты, которые должны совпадать с отверстиями на корпусе.

Вращая винты против часовой стрелки, максимально выкрутите их.

Поместите проставку на одно из двух посадочных мест в корпусе.
Примечание: Общий припуск необходимо разделить на две равные части, которые будут срезаться каждой из пластин. Это необходимо для баланса усилий резания, воздействующих на инструмент.

Установите резцовые вставки в корпус. Установочный штифт на корпусе должен совпасть с пазом на вставке.

Наденьте шайбу на крепежный винт.

Установите вставку как можно глубже корпус и затяните винт таким образом, чтобы оставалась возможность регулировать радиальное положение вставки.

Регулировка инструмента

Установите пластины в резцовые вставки.

Поместите корпус в устройство предварительной регулировки.

Установите требуемый диаметр на устройстве предварительной регулировки.

Настройте устройство предварительной регулировки инструмента на минимальный диаметр.

Установите требуемый диаметр на устройстве предварительной регулировки.

Установите проставку необходимой толщины между вставкой и корпусом.

Вращайте корпус до тех пор, пока не установится максимальное значение диаметра.

Зафиксируйте это положение.

Вращайте регулировочный винт по часовой стрелке до момента соприкосновения вершины пластины и настроенного диаметра.
Примечание: Регулировочный винт осуществляет настройку только от меньшего диаметра к большему.

Затяните крепежные винты.

Плотно затяните регулировочный винт.

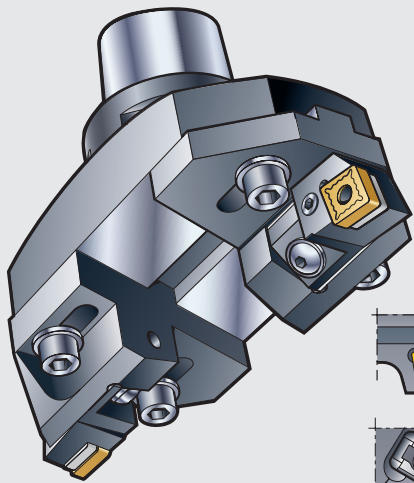
Повторите те же действия со вставкой 2.

Повторите те же действия со вставкой 2, но установив окончательный диаметр на устройстве предварительной регулировки.

Затяните крепежные винты с требуемым моментом затяжки, значения которого приведены в "Основном каталоге" (при необходимости это можно сделать вне приспособления предварительной регулировки).

Проверьте диаметр и длину инструмента в устройстве предварительной регулировки. Если это возможно, перенесите данные в систему ЧПУ станка.

Тяжелая обработка



Жесткая, короткая, компактная конструкция
– Максимальная надежность

Внутренний подвод охлаждения
– Хороший отвод стружки

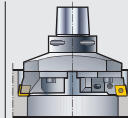
Ползуны регулируются в осевом и радиальном направлениях
– Универсальность
– Экономичность
– Сокращение номенклатуры



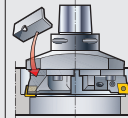
CoroTurn® 107
– Первый выбор, широкий ассортимент пластин



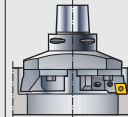
T-Max® P, CoroTurn® RC
– Экономичная и надежная обработка в стабильных условиях



Многолезвийное растачивание



Ступенчатое растачивание

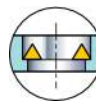


Однолезвийное растачивание

Диапазон диаметров (мм)	150–300	250–550
Глубина растачивания	4 x D_{5m}	400 мм
Точность отверстия	IT9	IT9
Обрабатываемый материал		

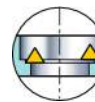
Примечание: Информацию о специальном инструменте см. в разделе "Дополнительные возможности" на стр. F57.

Области применения



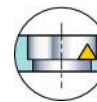
F 6

Многолезвийное растачивание



F 6

Ступенчатое растачивание



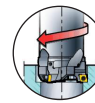
F 6

Однолезвийное растачивание



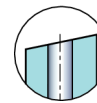
F 18

Большой диаметр



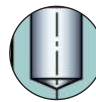
F 18

Маломощное оборудование



F 19

Прерывистое резание



F 19

Глухое отверстие



F 20

Большая глубина резания



F 20

Отверстие со смещенной осью

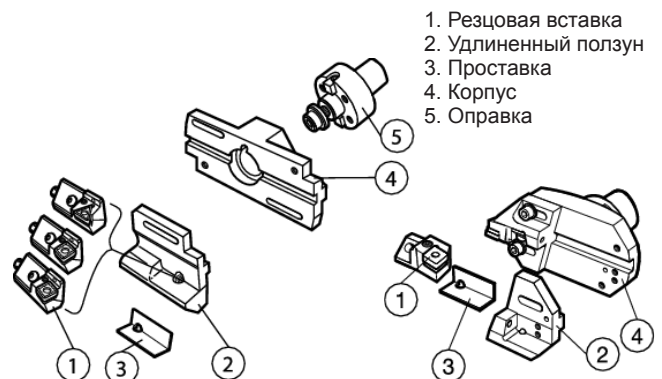
Выбор геометрии и сплава пластины

Рекомендации по выбору геометрий и сплавов для пластин см. на стр. F18.

Эксплуатация инструмента

Перед сборкой инструмента проверьте состояние контактных поверхностей элементов на предмет загрязнений.

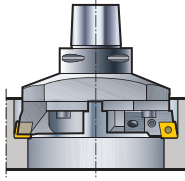
Более подробную информацию по обслуживанию инструмента см. на стр. F13.



Сборка и регулировка

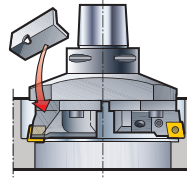
Многолезвийное растачивание

- Комплектующие:
- 1 корпус/оправка
 - 2 удлиненных ползуна
 - 2 резцовые вставки



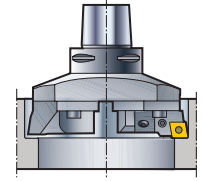
Ступенчатое растачивание

- Комплектующие:
- 1 корпус/оправка
 - 2 удлиненных ползуна
 - 2 резцовые вставки
 - 1 проставка



Однолезвийное растачивание

- Комплектующие:
- 1 корпус/оправка
 - 1 (2) удлиненный ползун
 - 1 (2) резцовая вставка



Установка резцовых вставок

Установите удлиненные ползуны в корпус.

Поместите проставку на один из удлиненных ползунов. **Примечание:** Общий припуск необходимо разделить на две равные части, которые будут срезаться каждой из пластин. Это необходимо для баланса усилий резания, воздействующих на инструмент.

Установите резцовые вставки в ползуны.

Установите резцовые вставки как можно глубже в корпус.

Наденьте шайбы на крепежные винты.

Затяните крепежные винты таким образом, чтобы оставалась возможность регулировать положение удлиненного ползуна со вставкой в радиальном направлении.

Регулировка инструмента

Установите пластины в резцовые вставки.

Установите пластины в резцовые вставки.

Установите пластину в одну резцовую вставку. **Примечание:** Второй удлиненный ползун с резцовой вставкой выполняют роль противовеса.

Поместите корпус в устройство предварительной регулировки.

Выставьте устройство предварительной регулировки инструмента на требуемый диаметр.

Выставьте устройство предварительной регулировки инструмента на минимальный диаметр.

Выставьте устройство предварительной регулировки инструмента на требуемый диаметр.

Установите удлиненный ползун с проставкой в корпус.

Вращайте корпус до тех пор, пока не установится максимальное значение диаметра.

Зафиксируйте данное положение.

Предварительно настройте диаметр, перемещая удлиненный ползун со вставкой в нужное положение, и затяните крепежный винт ползуна.

Вращайте регулировочный винт в направлении по часовой стрелке до момента соприкосновения вершины пластины и настроенного диаметра. **Примечание:** Регулировочный винт осуществляет настройку только от меньшего диаметра к большему.

Затяните крепежный винт резцовой вставки.

Повторите те же действия со вторым ползуном.

Повторите те же действия со вторым ползуном, но, выставив окончательный диаметр на устройстве предварительной регулировки.

Затяните крепежные винты ползуна и вставки с требуемыми моментами затяжки, значения которых приведены в "Основном каталоге" (при необходимости это можно сделать вне приспособления предварительной регулировки).

Проверьте диаметр и длину инструмента в устройстве предварительной регулировки. Если это возможно, перенесите данные в систему ЧПУ станка.

CoroBore® 825

- Точность регулировки диаметра - 0.002 мм
- Увеличительные проставки для радиальной регулировки и обратного растачивания
- Внутренний подвод охлаждения

Резцовые вставки для пластин CoroTurn 107 и CoroTurn 111 – Широкий ассортимент пластин

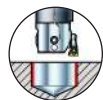
- CoroTurn® 107 TCMT 1103
- CoroTurn® 107 TCMT
- CoroTurn® 111 TPMT

Максимально надежная конструкция резцовой вставки

Диапазон диаметров (мм)	19–176.6	150–324.6	250–581.6	250–981.6	23–176.6	150–324.6
Глубина растачивания	4 x D _{5m}	4 x D _{5m}	400 мм	400 мм	6 x D _c	6 x D _{5m}
Точность отверстия	IT6	IT6	IT6	IT6	IT6	IT6
Обрабатываемый материал						

Примечание: Информацию о специальном инструменте см. в разделе "Дополнительные возможности" на стр. F57.

Области применения



F 26

Чистовое растачивание



F 30

Обратное растачивание



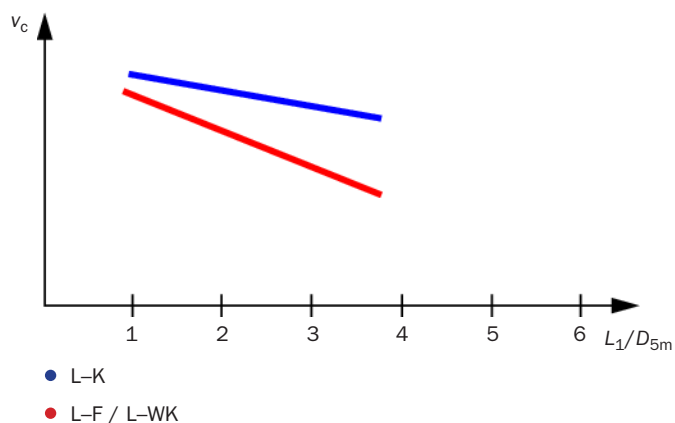
F 30

Наружная обработка

Скорость резания и вылет инструмента

При большом вылете наладки необходимо снижать скорость резания. Представленная диаграмма иллюстрирует взаимосвязь значений скорости резания и вылета инструмента для разных геометрий пластин.

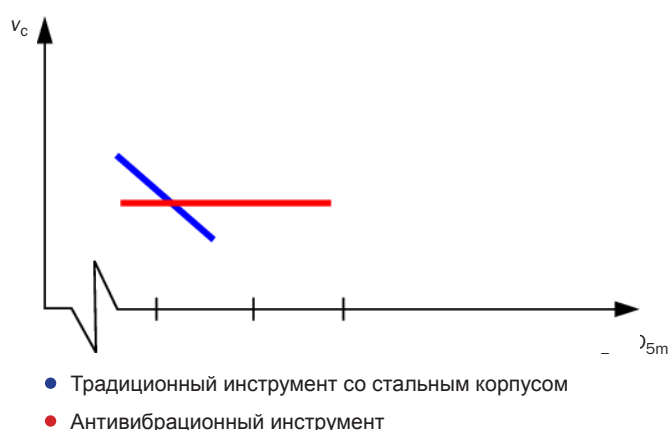
Примечание: Данную диаграмму следует рассматривать только как общие рекомендации.





Скорость резания для антивибрационного инструмента

Диаграмма показывает, что антивибрационный инструмент можно использовать с большим вылетом без ограничений по скорости резания, в отличие от традиционного инструмента со стальным корпусом.

Примечание: Данную диаграмму следует рассматривать только как общие рекомендации.



Выбор геометрии и сплава пластины

		Нестабильные условия	Стабильные условия	Дополнительный выбор
 CoroTurn® 107, крепление винтом	P	-K / GC1115 -K / GC1125	-WK / GC1515 -WK / GC1115 -F / GC1125	-PF / GC1515
	M	-K / GC1115	-WK / GC1115 -F / GC1125	-MF / GC1115
	K	-K / GC1515	-KF / GC3005	-WF / GC3215
	N	-K / GC1115	-AL / H10	-AL / GC1810
	S	-K / GC1115	-WK / GC1115	-MF / GC1105
	H		*	
 CoroTurn® 111, крепление винтом	P	-PF / GC1515	-PF / GC1515	
	M	-MF / GC1125	-MF / GC1125	
	K	-KF / GC3215	-KF / GC3215	
	N			
	S	-MF / GC1125	-MF / GC1125	
	H		*	

* Рекомендации по чистовому растачиванию закаленных материалов см. в разделе "Точение", глава А.

Примечание: Рекомендации по выбору марок сплавов справедливы для нормальных условий обработки.

Рекомендации по применению дополнительных марок сплавов приведены в разделе "Точение" на стр. F61, глава А.

Примечание: Геометрия -F обеспечивает хорошее стружкодробление и высокое качество поверхности при чистовом растачивании.

Эксплуатация инструмента

Перед сборкой инструмента проверьте состояние контактных поверхностей элементов на предмет загрязнений.

Более подробную информацию по обслуживанию инструмента см. на стр. F13.

Смазка

Регулярно смазывайте маслом внутренние элементы расточного инструмента. Периодичность данной процедуры зависит от частоты использования инструмента, но, по крайней мере, она должна осуществляться хотя бы раз в год. Надавив на подпружиненный шарик, расположенный в отверстии корпуса, введите внутрь несколько капель масла. Под действием центробежной силы масло равномерно распределится внутри корпуса и создаст преграду для попадания загрязнений.

Рекомендуемые марки масел:

Mobil Vactra oil No. 2

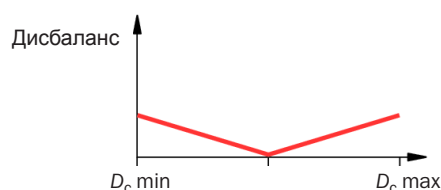
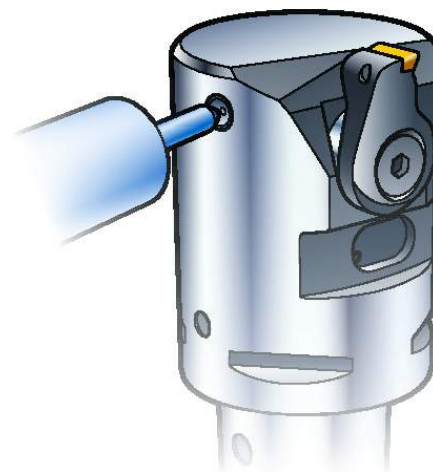
BP Olex HLP-D

Kluber Isoflex PDP 94

Балансировка

Инструмент CoroBore 825 сбалансирован на среднем диаметре из возможного диапазона настройки. Степень балансировки достаточна для использования инструмента в различных условиях на рекомендованных режимах резания.

Sandvik Coromant предлагает услугу окончательной балансировки всей наладки в сборе (от пластины до базового держателя).



Сборка и регулировка

Примечание: О том, как получить отверстие высокой точности можно узнать на стр.F29.

Необходимые приспособления:

- Устройство предварительной регулировки инструмента

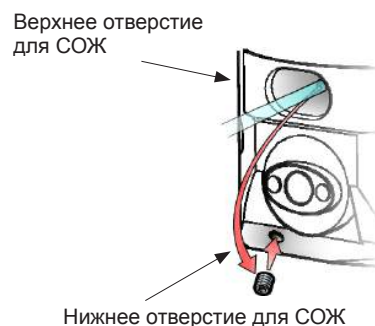
Установка резцовой вставки

1. Установите вставку в корпус.
2. Затяните крепежный винт с рекомендованным моментом, значения которого приведены в "Основном каталоге".

Установка резцовой вставки для обратного растачивания

1. Удалите установочный винт из верхнего отверстия для СОЖ и переместите его в нижнее отверстие.
2. При необходимости используйте увеличительную проставку.
3. Поверните резцовую вставку на 180° и установите ее в корпус или удлиненный ползун.
4. Затяните крепежный винт с рекомендованным моментом, значения которого приведены в "Основном каталоге".

Примечание: При использовании увеличительной проставки для закрепления вставки необходим удлиненный крепежный винт. При обратном растачивании необходимо поменять направление вращения инструмента. Проверьте длину наладки, а также возможность инструмента беспрепятственно проходить сквозь отверстие с уступом.

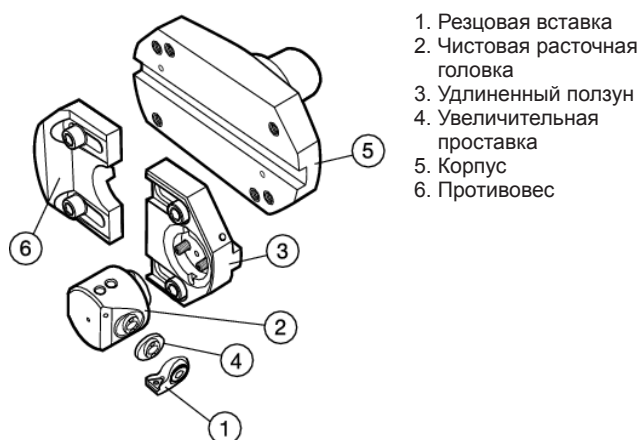


Настройка диаметра

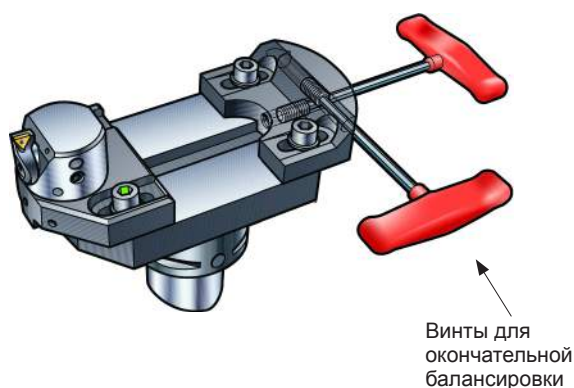
1. Установите пластину в резцовую вставку.
2. Настройте устройство предварительной регулировки на требуемый диаметр.
3. Поместите инструмент в устройство.
4. Вращайте инструмент до того момента пока не установится максимальное значение диаметра.
5. Ослабьте крепежный винт.
6. Вращая лимб против часовой стрелки, установите резцовую вставку в крайнее положение, чтобы осуществлять настройку от меньшего диаметра к большему.
7. Вращая лимб в направлении по часовой стрелке, настройте нужный диаметр.
8. Затяните крепежный винт с рекомендованным моментом, значения которого приведены в "Основном каталоге".
9. Измерьте длину и диаметр инструмента. Если это возможно, занесите эти значения в систему ЧПУ станка.

Сборка модульного расточного инструмента

1. Установите кольцо в чистовую расточную головку.
2. Установите чистовую расточную головку в удлиненный ползун.
3. Затяните оба винта чистовой головки.
4. Установите удлиненный ползун в корпус.
5. Установите противовес.
6. Установите резцовую вставку в чистовую головку.
7. Затяните винт резцовой вставки с рекомендуемым моментом, значения которого приведены в "Основном каталоге".



1. Резцовая вставка
2. Чистовая расточная головка
3. Удлиненный ползун
4. Увеличительная проставка
5. Корпус
6. Противовес

**Предупреждение – избегайте поломки инструмента!**

Не производите регулировку диаметра, не ослабив крепежного винта (1).

Проверьте правильность положения шарика. Он должен опираться срезанной плоскостью на лыску (2).

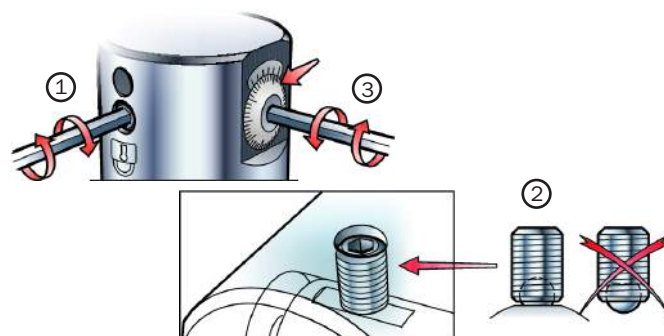
Не выходите за ограничения по диаметру (3).

Настройка диаметра

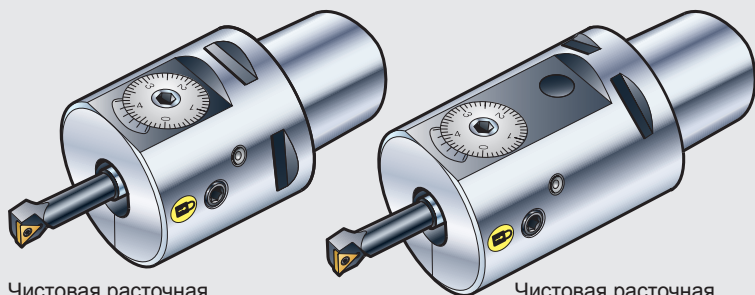
1. Установите пластину в резцовую вставку.
2. Настройте устройство предварительной регулировки на требуемый диаметр.
3. Поместите инструмент в устройство.
4. Вращайте инструмент до того момента, пока значение диаметра не станет максимальным.
5. Выполните грубую регулировку, перемещая удлиненный ползун.
6. Зафиксируйте положение ползуна винтами.
7. Ослабьте крепежный винт чистовой расточной головки.
8. Вращая лимб против часовой стрелки, установите резцовую вставку в крайнее положение, чтобы осуществлять настройку от меньшего диаметра к большему.
9. Вращая лимб в направлении по часовой стрелке, настройте нужный диаметр.
10. Затяните винт головки с рекомендованным моментом, значения которого приведены в "Основном каталоге".
11. Установите противовес в тоже положение, что и удлиненный ползун.
12. Затяните винты противовеса с рекомендованным моментом, значения которого приведены в "Основном каталоге".
13. Измерьте длину и диаметр инструмента. Если это возможно, занесите эти значения в систему ЧПУ станка.

Практический совет

Для достижения оптимальной сбалансированности инструмента рекомендуется устанавливать резцовую вставку в среднем положении диапазона регулировки чистовой головки. Противовес должен находиться на одинаковом расстоянии от центра, что и чистовая расточная головка. Дополнительная балансировка инструмента возможна за счет перемещения балансировочных винтов на противовесе.



Чистовые расточные головки 391.37А / 391.37В



Чистовая расточная головка 391.37А

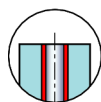
Чистовая расточная головка 391.37В

- Дискретность регулировки 0.002 мм
- Внутренний подвод охлаждения
- Пластины семейств CoroTurn 107 и CoroTurn 111
- Высокоскоростная чистовая головка 391.37В с регулируемым балансирующим элементом
- Втулки для чистовых расточных головок

	391.37А	391.37В	Стальная оправка	Твердосплавная оправка	Цельнотвердосплавный резец
Диапазон диаметров (мм)	3–42	3–26	8–42	9–28	3–11
Глубина растачивания	≤109 мм	≤60 мм	≤88 мм	≤109 мм	≤25 мм
Точность отверстия	IT6	IT6			
Обрабатываемый материал					
Мах число оборотов (об/мин)	$dm_m 12 = 7\ 000$ $dm_m 16 = 5\ 000$ $dm_m 20 = 3\ 500$ $dm_m 25 = 2\ 500$	$dm_m 12 = 20\ 000$			

Примечание: Информацию о специальном инструменте см. в разделе "Дополнительные возможности" на стр. F57.

Область применения



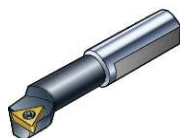
F 26

Чистовое растачивание

Рекомендации по выбору геометрии и сплава

В качестве первого выбора рекомендуются острокромочные пластины левого исполнения с геометрией -К и с радиусом при вершине 0.2 мм.

Пластины с задними углами



CoroTurn® 107,
крепление винтом

P	-К / GC1515/GC1125
M	-К / GC1115
K	-К / GC1515
N	-К / GC1115
S	-К / GC1115
H	*

* Рекомендации по чистовому растачиванию закаленных материалов см. в разделе "Точение", глава А.

Втулки для чистовых расточных головок

Втулки позволяют устанавливать резцы разного диаметра в одну расточную головку (например, резец диаметром 16 мм можно установить в головки с посадочным диаметром 20 и 25 мм, или резец диаметром 20 мм в головку с посадочным диаметром 25 мм). Таким образом, диапазон растачиваемых диаметров для каждой чистовой головки существенно расширяется.



Эксплуатация инструмента

Перед сборкой очистите все посадочные поверхности инструмента от загрязнений.

Более подробную информацию по обслуживанию инструмента см. на стр. F13.

Смазка

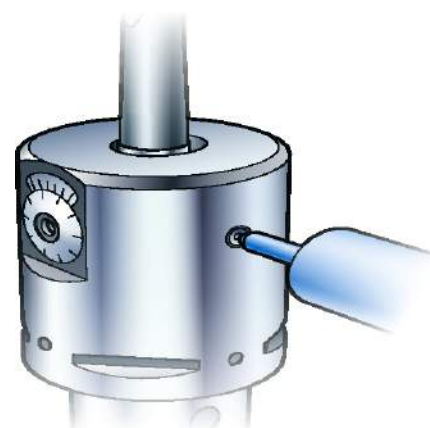
Регулярно смазывайте маслом внутренние элементы расточного инструмента. Периодичность данной процедуры зависит от частоты использования инструмента, но, по крайней мере, она должна осуществляться хотя бы раз в год. Надавив на подпружиненный шарик, расположенный в отверстии корпуса, введите внутрь несколько капель масла. Под действием центробежной силы масло равномерно распределится внутри корпуса и создаст преграду для попадания загрязнений.

Рекомендуемые марки масел:

Mobil Vactra oil No. 2

BP Olex HLP-D

Kluber Isoflex PDP 94



Сборка и регулировка

Чистовая расточная головка 391.37A

Необходимые приспособления:

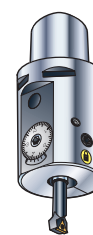
- Устройство предварительной регулировки



Высокоскоростная чистовая расточная головка 391.37B

Необходимые приспособления:

- Устройство предварительной регулировки



Установка резца в головку	
Установите втулку в расточную головку (при необходимости ее использования).	Установите резец в расточную головку.
Совместите риски на втулке и головке.	Совместите линию режущей кромки и риску на головке. Убедитесь, что резец вставлен в головку до упора.
Установите резец в головку/втулку.	Затяните крепежные винты с рекомендуемым моментом, значения которого приведены в "Основном каталоге".
Линия режущей кромки пластины должна совпадать с риской на головке.	<p>Риски</p>
Убедитесь в том, что резец не выступает из головки слишком далеко. Отметка об ограничении вылета есть на резцах диаметром 16, 20 и 25 мм.	
Затяните крепежные винты с рекомендуемым моментом, значения которого приведены в "Основном каталоге".	

► Продолжение

Чистовая расточная головка 391.37A



Высокоскоростная чистовая расточная головка 391.37B

**Настройка инструмента**

Установите пластину в резец.

Настройте устройство предварительной регулировки на требуемый диаметр и поместите в него инструмент.

Вращайте инструмент до того момента, пока не установится максимальное значение диаметра, зафиксируйте это положение и ослабьте винт механизма настройки.

Вращая лимб против часовой стрелки, переместите резец в крайнее положение, для осуществления регулировки от меньшего диаметра к большему.

Выставьте резец на требуемый диаметр, вращая лимб по часовой стрелке.

Настройте требуемый диаметр, вращая лимб по часовой стрелке, и балансировочный элемент, см. ниже.

Затяните крепежные винты с рекомендуемым моментом, значения которых приведены в "Основном каталоге".

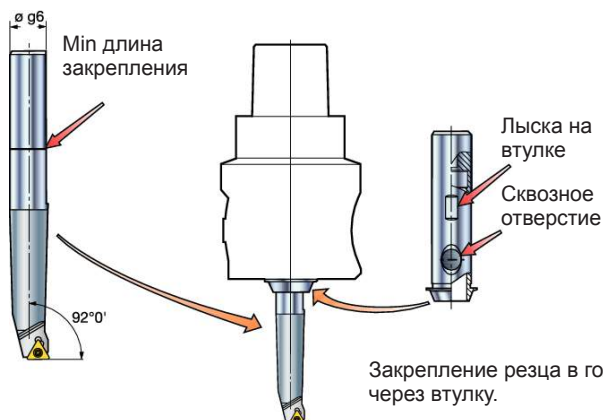
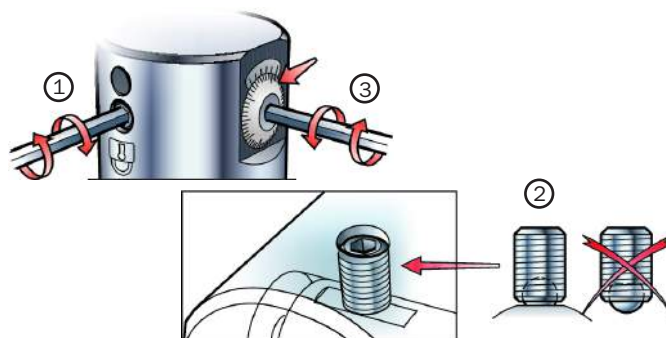
Измерьте диаметр и длину инструмента. По возможности перенесите эти данные в систему ЧПУ станка.

Предупреждение – избегайте поломки инструмента!

Не производите регулировку диаметра, не ослабив крепежного винта (1).

Проверьте правильность положения шарика. Он должен опираться срезанной плоскостью на лыску (2).

Не выходите за ограничения по диаметру (3).



Закрепление резца в головке через втулку.

Минимальная длина закрепления

Резцы с диаметром хвостовика 16, 20 и 25 мм имеют кольцевую риску, обозначающую минимально допустимую длину закрепления (max вылет). Расточные резцы с диаметром хвостовика 12 мм не имеют такой отметки и должны устанавливаться в головку на максимально возможную глубину. Сборка и настройка чистовой расточной головки приведена на стр. F51.

Регулировка балансировочного элемента

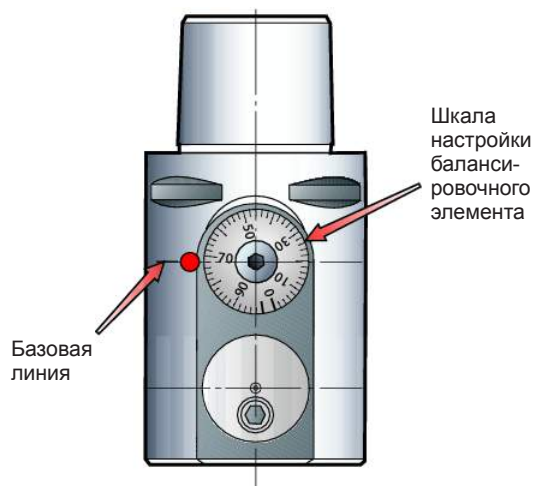
1. Ослабьте крепежные винты регулируемого балансировочного элемента.
2. Определитесь с размером и типом резца.
3. Точно установите обрабатываемый диаметр.
4. Определите по таблице установочное значение шкалы, см. стр. F53.
5. Поверните лимб в соответствии с выбранным значением.
6. Зафиксируйте настроенное положение винтом.

Пример (см. красные отметки на рисунке и в таблице):

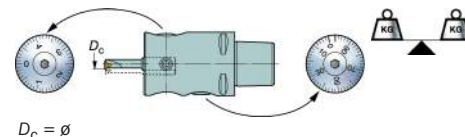
Резец R429.90-14-040-09-AC

$D_c = 18.1 \text{ мм}$

Установочное значение шкалы = 56



Установочные значения шкал высокоскоростной расточной головки, определяющие положение балансировочного элемента в зависимости от растачиваемого диаметра



R429.90-03-..		R429.90-05-..		R429.90-08-..		R429.90-11-..		R429.90-14-..		R429.90-17-..		R429.90-20-..		R429U-A08-02-..		R429U-A11-03-..	
D _c = ø MM		D _c = ø MM		D _c = ø MM		D _c = ø MM		D _c = ø MM		D _c = ø MM		D _c = ø MM		D _c = ø MM		D _c = ø MM	
3.0	8	5.0	12	8.0	12	11.0	14	14.0	14	17.0	12	20.0	18	8.0	16	11.0	14
3.2	10	5.2	14	8.2	14	11.2	16	14.2	16	17.2	14	20.2	20	8.2	18	11.2	16
3.4	12	5.4	16	8.5	16	11.4	18	14.4	18	17.4	16	20.4	22	8.5	20	11.4	18
3.7	14	5.7	18	8.7	18	11.6	20	14.6	20	17.6	18	20.6	24	8.7	22	11.6	20
3.9	16	5.9	20	8.9	20	11.9	22	14.8	22	17.8	20	20.8	26	8.9	24	11.9	22
4.1	18	6.1	22	9.2	22	12.1	24	15.0	24	17.9	22	21.0	28	9.2	26	12.1	24
4.3	20	6.3	24	9.4	24	12.3	26	15.2	26	18.1	24	21.2	30	9.4	28	12.3	26
4.6	22	6.6	26	9.6	26	12.5	28	15.4	28	18.3	26	21.4	32	9.6	30	12.5	28
4.8	24	6.8	28	9.8	28	12.7	30	15.5	30	18.5	28	21.5	34	9.8	32	12.7	30
5.0	26	7.0	30	10.1	30	12.9	32	15.7	32	18.7	30	21.7	36	10.1	34	12.9	32
5.2	28	7.2	32	10.3	32	13.1	34	15.9	34	18.9	32	21.9	38	10.3	36	13.1	34
5.4	30	7.4	34	10.5	34	13.4	36	16.1	36	19.1	34	22.1	40	10.5	38	13.4	36
5.7	32	7.7	36	10.8	36	13.6	38	16.3	38	19.3	36	22.3	42	10.8	40	13.6	38
5.9	34	7.9	38	11.0	38	13.8	40	16.5	40	19.4	38	22.5	44	11.0	42	13.8	40
6.1	36	8.1	40	11.2	40	14.0	42	16.7	42	19.6	40	22.7	46	11.2	44	14.0	42
6.3	38	8.3	42	11.5	42	14.2	44	16.9	44	19.8	42	22.9	48	11.5	46	14.2	44
6.6	40	8.6	44	11.7	44	14.4	46	17.1	46	20.0	44	23.1	50	11.7	48	14.4	46
6.8	42	8.8	46	11.9	46	14.6	48	17.3	48	20.2	46	23.3	52	11.9	50	14.6	48
7.0	44	9.0	48	12.2	48	14.9	50	17.5	50	20.4	48	23.5	54	12.2	52	14.9	50
7.2	46	9.2	50	12.4	50	15.1	52	17.7	52	20.6	50	23.7	56	12.4	54	15.1	52
7.4	48	9.4	52	12.6	52	15.3	54	17.9	54	20.8	52	23.9	58	12.6	56	15.3	54
7.7	50	9.7	54	12.8	54	15.5	56	18.1	56	20.9	54	24.1	60	12.8	58	15.5	56
7.9	52	9.9	56	13.1	56	15.7	58	18.3	58	21.1	56	24.3	62	13.1	60	15.7	58
8.1	54	10.1	58	13.3	58	15.9	60	18.5	60	21.3	58	24.5	64	13.3	62	15.9	60
8.3	56	10.3	60	13.5	60	16.1	62	18.6	62	21.5	60	24.6	66	13.5	64	16.1	62
8.6	58	10.6	62	13.8	62	16.4	64	18.8	64	21.7	62	24.8	68	13.8	66	16.4	64
8.8	60	10.8	64	14.0	64	16.6	66	19.0	66	21.9	64	25.0	70	14.0	68	16.6	66
9.0	62	11.0	66			16.8	68	19.2	68	22.1	66	25.2	72			16.8	68
						17.0	70	19.4	70	22.3	68	25.4	74			17.0	70
								19.6	72	22.4	70	25.6	76				
								19.8	74	22.6	72	25.8	78				
								20.0	76	22.8	74	26.0	80				
										23.0	76						

R429U-A14-04-..		R429U-A17-04-..		R429U-A20-04-..		R429U-A12-08-..		R429U-A12-11-..		R429U-A12-14-..		R429U-A12-17-..		R429U-A12-20-..	
D _c = ø MM		D _c = ø MM		D _c = ø MM		D _c = ø MM		D _c = ø MM		D _c = ø MM		D _c = ø MM		D _c = ø MM	
14.0	14	17.0	16	20.0	14	8.0	16	11.0	12	14.0	14	17.0	20	20.0	18
14.2	16	17.2	18	20.2	16	8.2	18	11.2	14	14.2	16	17.2	22	20.2	20
14.4	18	17.4	20	20.4	18	8.4	20	11.4	16	14.4	18	17.4	24	20.4	22
14.6	20	17.5	22	20.5	20	8.7	22	11.6	18	14.5	20	17.5	26	20.5	24
14.8	22	17.7	24	20.7	22	8.9	24	11.8	20	14.7	22	17.7	28	20.7	26
14.9	24	17.9	26	20.9	24	9.1	26	11.9	22	14.8	24	17.8	30	20.8	28
15.1	26	18.1	28	21.1	26	9.3	28	12.1	24	15.0	26	18.0	32	20.9	30
15.3	28	18.3	30	21.3	28	9.6	30	12.3	26	15.1	28	18.2	34	21.1	32
15.5	30	18.5	32	21.5	30	9.8	32	12.5	28	15.3	30	18.3	36	21.2	34
15.7	32	18.6	34	21.6	32	10.0	34	12.7	30	15.5	32	18.5	38	21.4	36
15.9	34	18.8	36	21.8	34	10.2	36	12.9	32	15.6	34	18.7	40	21.5	38
16.1	36	19.0	38	22.0	36	10.4	38	13.1	34	15.8	36	18.8	42	21.7	40
16.3	38	19.2	40	22.2	38	10.7	40	13.3	36	15.9	38	19.0	44	21.8	42
16.4	40	19.4	42	22.4	40	10.9	42	13.4	38	16.1	40	19.2	46	22.0	44
16.6	42	19.5	44	22.5	42	11.1	44	13.6	40	16.3	42	19.3	48	22.2	46
16.8	44	19.7	46	22.7	44	11.3	46	13.8	42	16.4	44	19.5	50	22.3	48
17.0	46	19.9	48	22.9	46	11.6	48	14.0	44	16.6	46	19.7	52	22.5	50
17.2	48	20.1	50	23.1	48	11.8	50	14.2	46	16.8	48	19.8	54	22.6	52
17.4	50	20.3	52	23.3	50	12.0	52	14.4	48	16.9	50	20.0	56	22.8	54
17.6	52	20.5	54	23.5	52	12.2	54	14.6	50	17.1	52	20.2	58	22.9	56
17.8	54	20.6	56	23.6	54	12.4	56	14.8	52	17.2	54	20.3	60	23.1	58
17.9	56	20.8	58	23.8	56	12.7	58	14.9	54	17.4	56	20.5	62	23.2	60
18.1	58	21.0	60	24.0	58	12.9	60	15.1	56	17.6	58	20.7	64	23.4	62
18.3	60	21.2	62	24.2	60	13.1	62	15.3	58	17.7	60	20.8	66	23.5	64
18.5	62	21.4	64	24.4	62	13.3	64	15.5	60	17.9	62	21.0	68	23.7	66
18.7	64	21.5	66	24.5	64	13.6	66	15.7	62	18.1	64	21.2	70	23.8	68
18.9	66	21.7	68	24.7	66	13.8	68	15.9	64	18.2	66	21.3	72	24.0	70
19.1	68	21.9	70	24.9	68	14.0	70	16.1	66	18.4	68	21.5	74	24.2	72
19.3	70	22.1	72	25.1	70			16.3	68	18.5	70	21.7	76	24.3	74
19.4	72	22.3	74	25.3	72			16.4	70	18.7	72	21.8	78	24.5	76
19.6	74	22.5	76	25.5	74			16.6	72	18.9	74	22.0	80	24.6	78
19.8	76	22.6	78	25.6	76			16.8	74	19.0	76	22.2	82	24.8	80
20.0	78	22.8	80	25.8	78			17.0	76	19.2	78	22.3	84	24.9	82
		23.0	82	26.0	80					19.3	80	22.5	86	25.1	84
										19.5	82	22.7	88	25.2	86
										19.7	84	22.8	90	25.4	88
										19.8	86	23.0	92	25.5	90
										20.0	88			25.7	92
														25.8	94
														26.0	96

Чистовые расточные вставки T-Max U

Точение

В

Отрезка и обработка канавок

С

Нарезание резьбы

Д

Фрезерование

Е

Сверление

Ф

Растачивание

Г

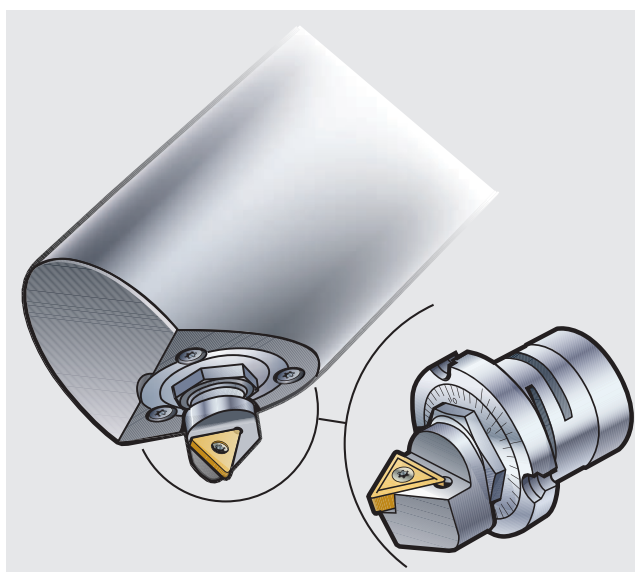
Инструментальная оснастка

Н

Материалы

И

Информация/Указатель



- Прецизионные элементы, встраиваемые в специальные оправки для обработки с большой точностью
- Регулировка со стороны режущей пластины
- Самозажимающиеся элементы, нет необходимости раскрепления и закрепления для регулировки
- CoroTurn 107 – крепление пластин винтом



Диапазон диаметров (мм)	Min 25 мм						
Глубина растачивания	4 x D_{5m}						
Точность отверстия	IT7						
Обрабатываемый материал	<table border="1"> <tr> <td>P</td> <td>M</td> <td>K</td> </tr> <tr> <td>N</td> <td>S</td> <td>H</td> </tr> </table>	P	M	K	N	S	H
P	M	K					
N	S	H					

Примечание: Информацию о специальном инструменте см. в разделе "Дополнительные возможности" на стр. F57.

Эксплуатация инструмента

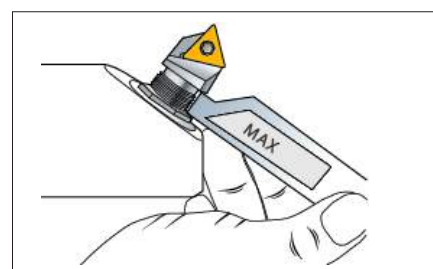
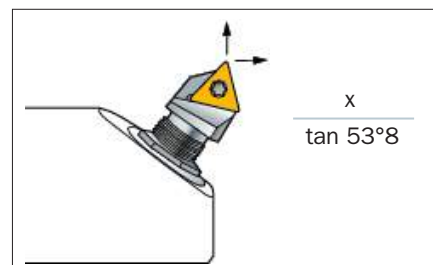
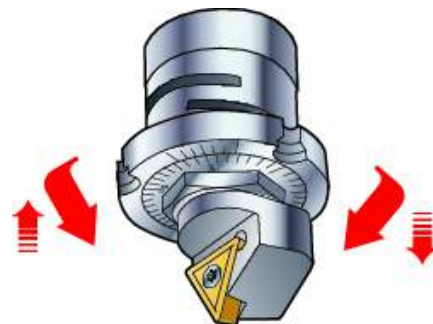
Перед сборкой инструмента проверьте состояние всех контактных поверхностей на предмет наличия загрязнений.

Настройка

- Настройка диаметра растачивания производится поворотом гайки.
- Цена деления гайки соответствует изменению глубины резания в радиальном направлении на 0,01 мм.
- Расточные вставки имеют нониусные шкалы, позволяющие производить настройку с точностью 0.001 мм. **Примечание:** Вставка наименьшего размера не имеет нониусной шкалы.

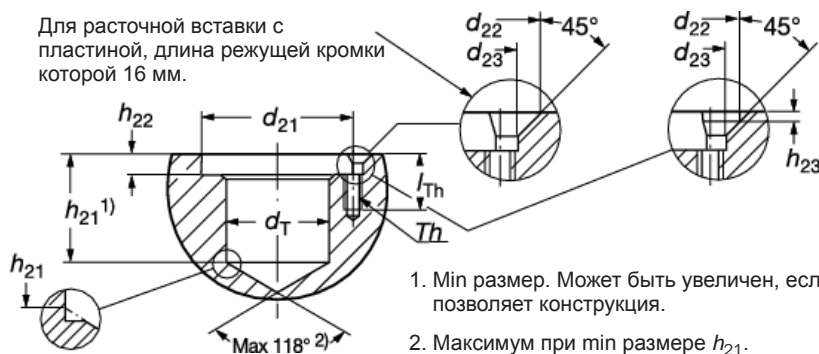
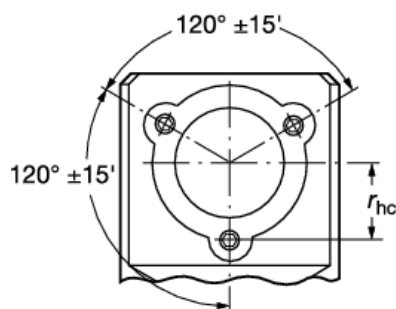
Примечание:

- При настройке вставки, закрепленной под углом, происходит смещение режущей вершины в осевом направлении на величину радиального перемещения, деленную на тангенс угла $53^{\circ}8'$.
- При проектировании специального инструмента рассчитывайте номинальный диаметр растачивания, исходя из положения режущей вставки в середине диапазона регулировки, чтобы иметь возможность смещения режущей вершины в обе стороны.
- Никогда не выдвигайте режущую вставку больше, чем величина шаблона на ключе, предназначенном для регулировки диаметра. В противном случае расточная вставка ремонту не подлежит.
- Присоединительные размеры и допуски, приведенные ниже, должны быть соблюдены для нормальной работы расточных вставок.



Установочные размеры для чистовых расточных вставок T-Max U

Примечание: может устанавливаться в глухое отверстие.



		Размеры, мм										
		d_T H7	$d_{21}^{1)}$	$d_{21}^{2)}$	d_{23}	$h_{21}^{2)}$	$h_{22}^{2)}$	$h_{23}^{1)}$	l_{Th}	r_{hc}	T_h	
06		16	19	4.6	3.2	11.5	2.8	1.6	9	9.65 ± 0.02	M3	
09		20	25	4.6	3.2	15.5	4	1.6	9	12.5 ± 0.05	M3	
11		22	30	6.5	4.3	24	5	1.8	13	15.4 ± 0.05	M4	
16		32	46	11.9	5.4	33	6.3	–	16	23 ± 0.5	M5	
	06	16	19	4.6	3.2	11.5	2.8	1.6	9	9.65 ± 0.02	M3	

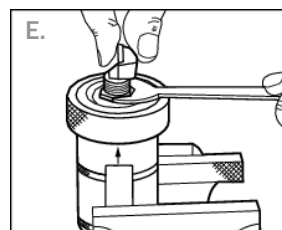
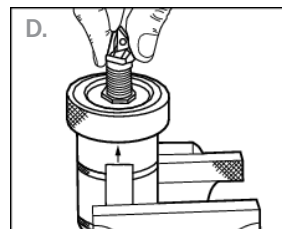
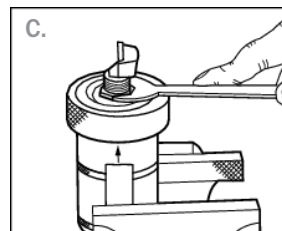
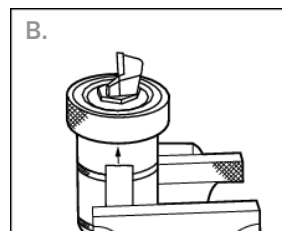
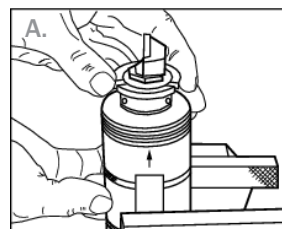
1) +0.2 -0 2) +0.2 3) ±0.2

Замена резцовой вставки в расточной вставке R/L148C

Примечание: Для замены резцовой вставки предназначено приспособление 148A-20. Если замену производить без приспособления, то расточную вставку можно повредить. Приспособление берет на себя предварительное натяжение при удалении резцовой вставки. Одно и то же приспособление используется для правых и левых вставок.

Необходимо соблюдать следующую последовательность действий:

1. Закрепите приспособление в тисках.
2. Установите расточную вставку в приспособление (рис. А) и выворачивайте вставку до тех пор, пока пружина, поджимающая плунжер, все еще будет находиться в пазу направляющей на конце вставки. Проверьте ее положение – при вращении вставки плунжер должен также вращаться.
3. Установите гайку на вставку.
4. Надавите на вставку и поверните ее, чтобы штифт приспособления зашел в одно из отверстий втулки. При правильном положении стрелка корпуса приспособления расположена по одной линии с режущей кромкой (рис. В).
5. Затяните гайку приспособления так, чтобы почувствовать люфт вставки. Это происходит, когда вращение регулировочной гайки облегчается (рис. С).



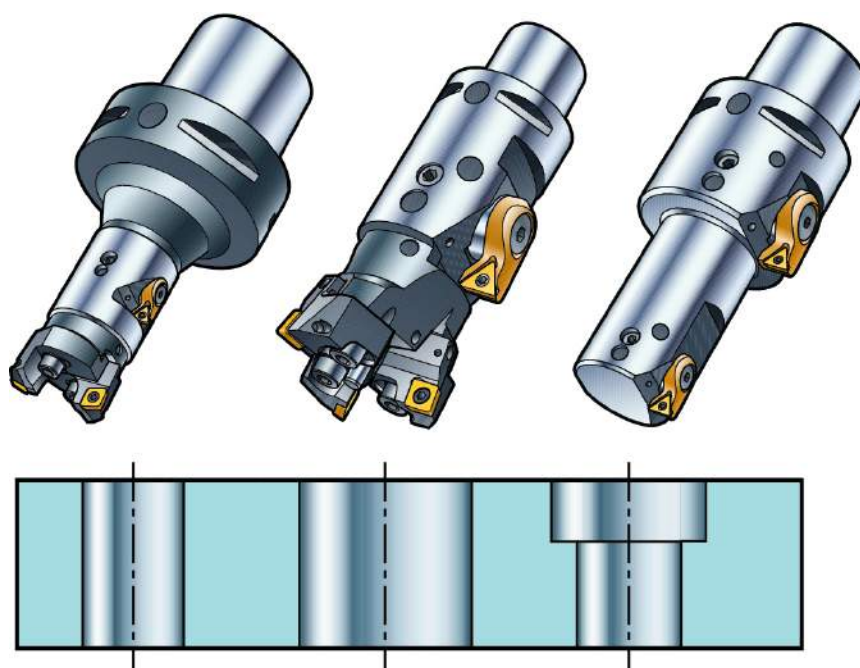
6. Удалите резцовую вставку вращением регулировочной гайки по часовой стрелке с помощью ключа. Если резцовая вставка начинает вращаться вместе с втулкой, отсоедините ее, вращая против часовой стрелки.
- Примечание:** Если в этом положении ослабить втулку приспособления, установить резцовую вставку будет невозможно, расточная вставка выйдет из строя. Перед сборкой убедитесь, что все элементы прочищены.
7. Вращайте резцовую вставку вручную (рис. D) до тех пор, пока плунжер не войдет в паз. При этом режущая кромка должна располагаться по одной линии со стрелкой на корпусе приспособления. Если стрелка на корпусе смещена относительно режущей кромки на 180°, то необходимо поступить следующим образом:
 - а) Поверните ключом регулировочную гайку по часовой стрелке на половину оборота.
 - б) Поверните рукой резцовую вставку по часовой стрелке, пока она не займет правильного положения. Удерживайте резцовую вставку в этом положении, пока будете вращать регулировочную гайку ключом против часовой стрелки (рис. E). Ключевой момент наступит, когда штифт резцовой вставки дойдет до дна канавки.
8. Осторожно поворачивайте резцовую вставку по и против часовой стрелки, одновременно медленно вращая против часовой стрелки регулировочную гайку.
9. Отверните гайку приспособления и выньте из него расточную вставку.

Дополнительные возможности

Инструмент для чернового и чистового растачивания

Стандартный инструмент – база для создания специального

Стандартная программа расточного инструмента Sandvik Coromant, включающая такие системы как CoroBore 820, Duobore и CoroBore 825, может использоваться в различных комбинациях с целью подбора оптимального решения для конкретной операции.



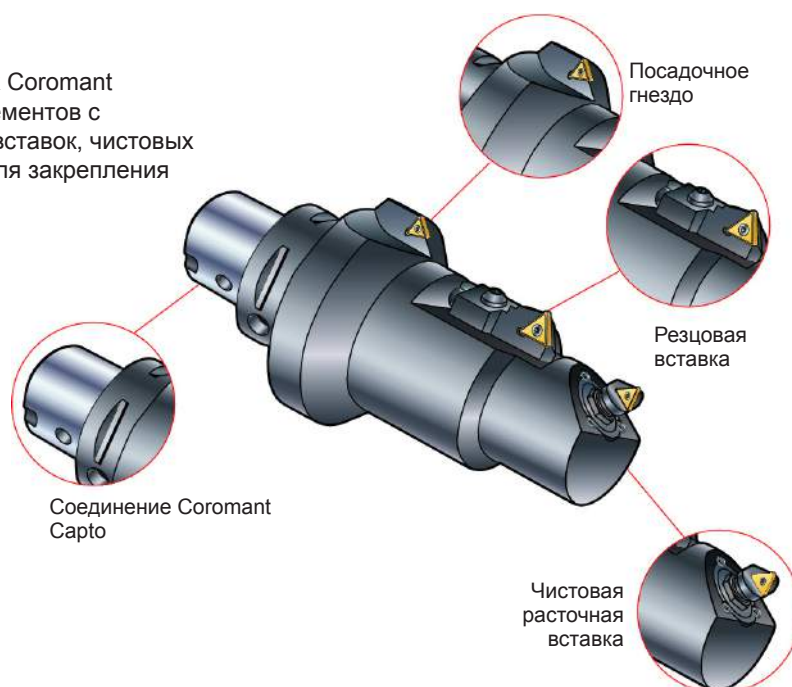
Комбинированный расточной инструмент Sandvik Coromant создается на основе стандартных элементов: элементов с посадочными гнездами под пластины, режцовых вставок, чистовых расточных вставок и посадочных поверхностей для закрепления инструмента.

Любые сочетания

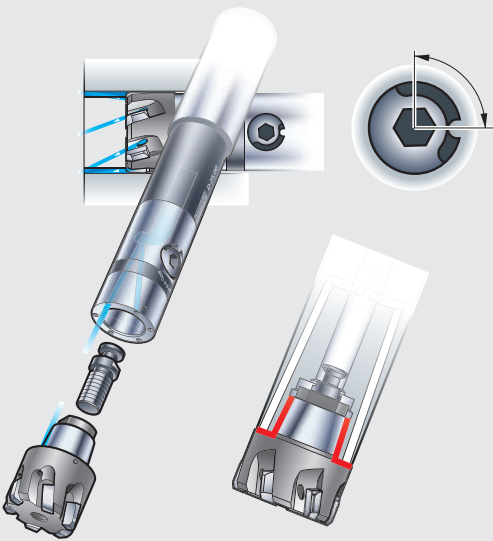
Возможны любые комбинации элементов с посадочными гнездами под режущие пластины с некоторыми ограничениями, вызванными возможностью размещения на корпусе расточного инструмента.

Один инструмент – несколько операций


Используя комбинированный инструмент, можно обработать несколько поверхностей за один проход.



Развертка Reamer 830



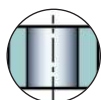
- Низкая шероховатость и высокая надежность обработки
 - Эффективная эвакуация стружки из зоны резания потоком СОЖ, направленным непосредственно на режущую кромку.
- Цилиндрический хвостовик
 - Короткое и длинное исполнение хвостовика
- Обработка с высокой скоростью
 - $f_n = 0.4-1.5$ мм/об
 - $v_c =$ до 200 м/мин
- Быстросменная головка
 - Быстрое закрепление и раскрепление простым поворотом
- Точное закрепление по конусу и торцу
 - точное центрирование
 - высокая жесткость
 - соосность
 - отличная повторяемость
 - точность размеров при смене головки менее 3 мкм



	
Диапазон диаметров (мм)	10–31.75
Глубина развертывания	45–106 мм
Точность отверстия	H7
Обрабатываемый материал	PK

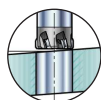
Примечание: Информацию о специальном инструменте см. в разделе "Дополнительные возможности" на стр. F60.

Области применения



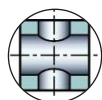
F 31

Сквозные отверстия



F 33

Наклонная поверхность



F 33

Пересекающиеся отверстия

Эксплуатация инструмента

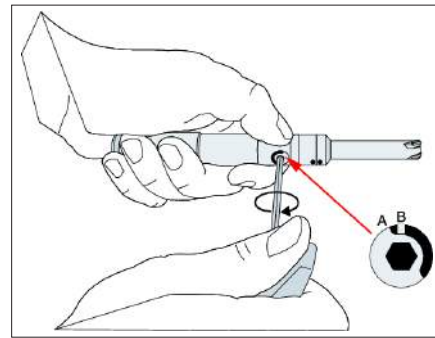
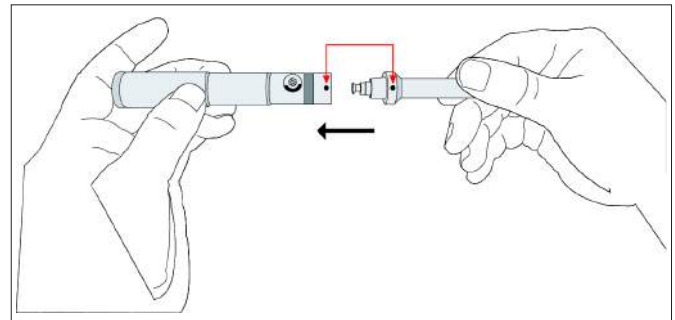
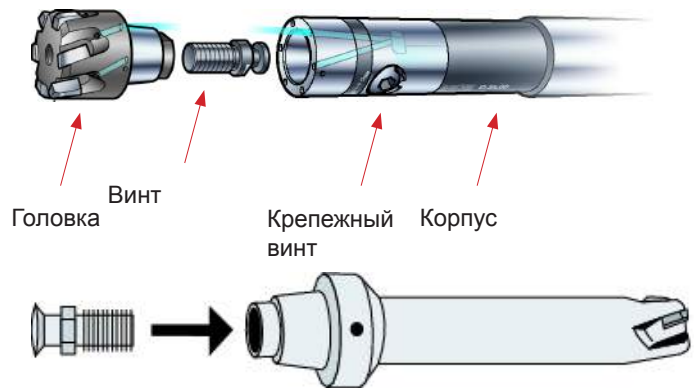
Перед сборкой инструмента очистите от загрязнений все контактные поверхности.

Составные элементы:

- Головка
- Винт
- Корпус
- Винт для закрепления и раскрепления головки.

Закрепление головки

1. Закрутите винт в головку.
Примечание: Винт имеет левую резьбу.
2. Выкрутите крепежный винт против часовой стрелки на максимально возможное расстояние.
3. Совместив метки на головке и корпусе, вставьте головку в корпус.
4. Затяните крепежный винт по часовой стрелке (направление указано на корпусе). Поверхность А не должна касаться штифта В. Производите затяжку с рекомендуемым моментом, значение которого см. в "Основном каталоге".

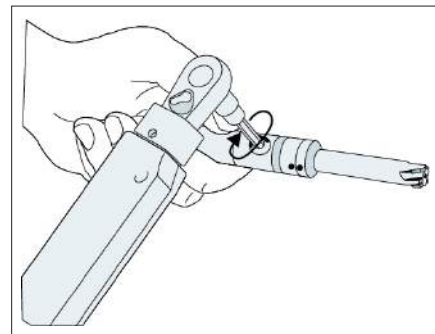


Раскрепление головки

Повернуть ключ против часовой стрелки.

Внимание!

Будьте осторожны и не допускайте падения головки.



Дополнительные возможности Развертки

Развертки, доступные вне стандартной программы

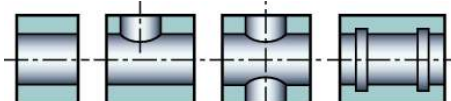
Диапазон диаметров:	7.00 – 65.00 мм
Инструментальный материал:	Твердый сплав (с покрытием и без)
	Кермет (с покрытием и без)
	Поликристаллический алмаз
	Кубический нитрид бора
Точность отверстия:	IT6 для сплава без покрытия и IT7 для сплава с покрытием
Обрабатываемый материал:	P M K N S H

Примеры операций, выполняемых развертками нестандартной программы

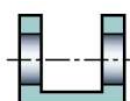
Сквозное отверстие



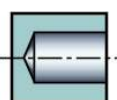
Сквозное отверстие с канавками или пересекаемое другим отверстием



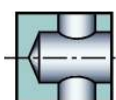
Скоба



Глухое отверстие



Глухое отверстие, пересекаемое другим отверстием

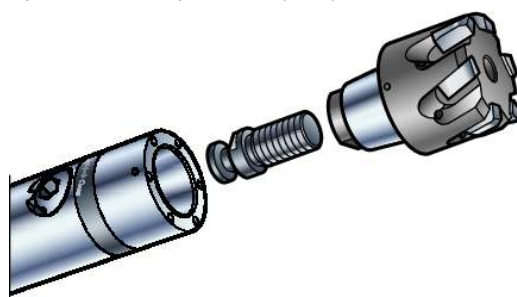


Тип головки

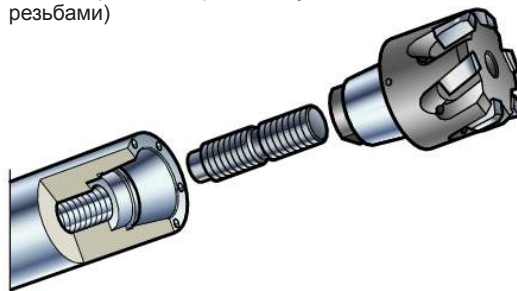
	Диапазон диаметров (мм)	Рабочая глубина (мм)
	15.80 – 65.00	
	7.00 – 18.59	45
	15.80 – 65.00	
	7.00 – 18.59	45
	15.80 – 65.00	
	7.00 – 21.29	

Система закрепления

Фронтальное закрепление (винт)



Осевое крепление (винт с двумя резьбами)



Информация о сплавах

Ниже приведены общие рекомендации по применению сплавов на операциях растачивания. Более подробная информация по обработке различных групп материалов в разделе "Точение", глава А.

GC1115

- Тонкое PVD покрытие, обладающее превосходной адгезией с основой сплава. Высокая острота режущей кромки.
- Прерывистое резание жаропрочных сплавов, низкие и средние скорости резания.
- Отсутствие таких трудностей как неравномерный износ по задней поверхности и выкрашивание режущей кромки.
- Высокая стойкость к образованию проточин.

GC1515

- Мелкозернистая основа, тонкое CVD покрытие.
- Чистовая обработка вязких материалов, таких как низкоуглеродистые и низколегированные стали; низкие и средние скорости резания.
- Рекомендуется при высоких требованиях к качеству поверхности или при необходимости обеспечить плавный процесс резания.
- Стойкость к образованию термических трещин делает сплав пригодным для легкого прерывистого резания.
- Дополнительный выбор для обработки чугуна в тяжелых условиях.

GC2025

- Сплав с CVD покрытием.
- Сплав оптимизирован для получистовой и черновой обработки аустенитной нержавеющей стали на средних скоростях.
- Стойкость к термическому и механическому удару. Высокая надежность режущей кромки, позволяющая работать в условиях прерывистого резания.

GC3005

- Сплав с износостойким CVD покрытием, обладающим хорошей адгезией с основой. Сплав способен работать в условиях высоких температур.
- Чистовая и черновая обработка чугуна с шаровидным графитом, высокопрочного ковкого чугуна и легированного серого чугуна.

GC3215

- Гладкое, износостойкое покрытие, нанесенное CVD методом на основу высокой твердости. Сплав подходит для работы в условиях прерывистого резания.
- Основной выбор для черновой обработки всех типов чугуна на низких и средних скоростях.

GC4225

- Тонкое, износостойкое покрытие, нанесенное CVD методом на градиентную основу высокой твердости и прочности.
- Чистовая и черновая обработка стали и стального литья.
- Продолжительное и прерывистое резание.

H10 (HW)

- Твердый сплав без покрытия, обладающий отличной стойкостью к абразивному износу и обеспечивающий высокую остроту режущей кромки.
- Черновое и чистовое точение алюминиевых сплавов.

Область применения		Прочность	Первый выбор	Износостойкость
Черновая обработка	P	GC4235	GC4225	GC4215
	M	GC2035	GC2025	GC2015
	K	GC4215	GC3215	GC3210/GC3205*
	N	GC1115	H10	GC1810
	S	GC1115/H13A	GC1105	GC1105
Чистовая обработка	P	GC1125/GC4225	GC1515/GC1115	CT5015/GC4215
	M	GC1125	GC1115	GC2015
	K	GC1515/GC3215	GC3005	GC3005
	N	GC1115	H10	GC1810/CD10
	S	GC1125/H13A	GC1115/GC1105	GC1105
	H	**	**	**

P ISO P = Сталь

M ISO M = Нержавеющая сталь

K ISO K = Чугун

N ISO N = Цветные металлы

S ISO S = Жаропрочные сплавы

H ISO H = Закаленные стали

Рекомендации по режимам резания в "Основном каталоге".

* Сплав GC3210 для чугуна с шаровидным графитом, сплав GC3205 для серого чугуна.

** Рекомендации по чистовому растачиванию закаленных материалов см. в разделе "Точение", глава А.



ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ОСНАСТКА

Введение G 2

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

Основные положения G 3

Станки и их системы крепления

Токарные центры G 22

Обрабатывающие центры G 26

Многоцелевые станки G 28

Станки для мелкоразмерной обработки G 32

Инструментальная оснастка

Оснастка для точения G 38

Оснастка для фрезерования G 42

Оснастка для сверления G 47

Оснастка для растачивания G 50

Оснастка для резьбонарезания G 53

Решение проблем G 55



АССОРТИМЕНТ ИНСТРУМЕНТА

Варианты оснащения станков

Базовые держатели Coromant Capto® для токарного инструмента (ручная и автоматическая смена) G 58

Базовые держатели Coromant Capto® для вращающегося инструмента G 70

Переходники и удлинители Coromant Capto® G 74

Система Coromant Capto®, интегрированная в станок G 75

Принадлежности (установочные эталоны, динамометрические ключи и т.д.) G 78

Адаптеры

Адаптеры для токарного инструмента (CoroTurn SL, EasyFix и т.д.) G 84

Адаптеры для вращающегося инструмента (крепление на оправке, Weldon, ISO 9766, метчиковые патроны) G 90

Антивибрационные адаптеры (растачивание, фрезерование и точение) G 98

Патроны

Патроны (CoroGrip, HydroGrip, с термозажимом и т.д.) G 101

Приспособление для сборки модульной оснастки G 121



Введение

Coromant Capto® является самой надежной и стабильной инструментальной системой, из всех представленных на рынке, и может быть использована на станках разных типов разными способами. Будь то токарный центр, обрабатывающий центр или многоцелевой станок, ручная или автоматическая смена инструмента. Использование данной системы обеспечивает значительное сокращение номенклатуры применяемого инструмента и упрощает процесс управления и контроля над инструментальными потоками производства.

Оригинальная конструкция, впервые представленная на рынке в 1990 году, за несколько лет безупречной службы доказала свою исключительную эффективность и получила статус стандартного соединения согласно классификации ISO (ISO 26623).

Высокоточные патроны CoroGrip и HydroGrip также характеризуются наивысшей степенью надежности и точности закрепления фрезерного, сверлильного, и расточного инструмента. Они гарантируют минимальную величину радиального биения, обеспечивают большой передаваемый крутящий момент и подходят для высокоскоростной обработки.

Coromant Capto® является зарегистрированной маркой Sandvik.

Тенденции

Оборудование и методы обработки

- В многоцелевых станках инструментальный шпиндель и приводная голова должны иметь одну систему крепления.
- Наличие нескольких револьверных голов на многоцелевых станках и токарных центрах.
- Увеличение количества многофункционального инструмента для многоцелевых станков.
- Наличие приводного инструмента в токарных центрах.
- Более совершенные системы ЧПУ, позволяющие повысить уровень автоматизации процессов.
- Использование 3-D моделей инструментов и держателей для верификации программ обработки.
- Расширение возможностей оборудования за счет использования дополнительных опций.
- Обеспечение подвода СОЖ под высоким давлением.

Основные положения

Возможности инструментальной оснастки

Закрепление режущего инструмента оказывает существенное влияние на производительность операций металлообработки. Поэтому столь большое значение приобретает выбор правильной инструментальной оснастки. Данный раздел руководства поможет Вам овладеть навыками по подбору необходимой оснастки и снабдит Вас всей необходимой информацией по ее корректной эксплуатации.

В подразделе “Основные положения” вы найдете информацию об инструментальной модульной системе Coromant Capto, краткое описание характеристик патронов CoroGrip, HydroGrip и патронов других типов. См. стр. G3-G19.

Системы крепления станков

Описание различных концепций крепления на разных типах станков. Токарные центры, многоцелевые станки и автоматы продольного точения. И возможные варианты инструментального оснащения с точки зрения характеристик оборудования. См. стр. G20-G35.

Инструментальная оснастка

Вся инструментальная оснастка представлена с точки зрения имеющегося режущего инструмента. Подразделение оснастки на токарную, фрезерную, сверлильную, расточную и резьбовую. Рекомендации по подбору патронов и адаптеров под определенный тип инструмента. См. стр. G36-G54.

Ассортимент инструментальной оснастки

Когда принято принципиальное решение в пользу использования того или иного вида держателя, вы можете получить более детальные характеристики и особенности его эксплуатации.

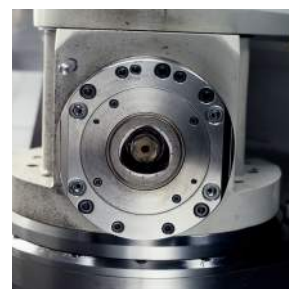
Данная часть руководства разбита на два подраздела:

Варианты оснащения оборудования - см. стр. G57-G82.

Здесь представлены позиции оснастки, контактирующие непосредственно со станком, такие как базовые держатели для токарного и вращающегося инструмента. Рассматривается вариант интегрирования системы Coromant Capto в станок. Приведены различные принадлежности для настройки инструмента (установочные эталоны, динамометрические ключи и т.д.).

Адаптеры и патроны - см. стр. G83-G121.

В этом разделе представлены всевозможные адаптеры, среди которых адаптеры CoroTurn SL, антивибрационные оправки, патроны CoroGrip и HydroGrip и т.д.



Точение

B

Огрезка и обработка канавок

C

Нарезание резьбы

D

Фрезерование

E

Сверление

F

Растачивание

G

Инструментальная оснастка

H

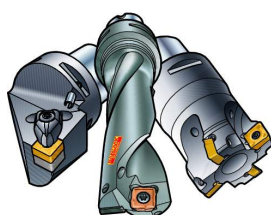
Материалы

I

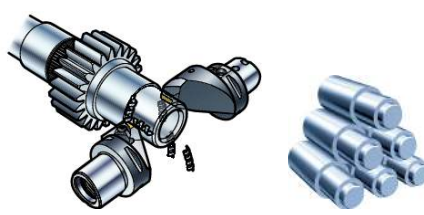
Информация/Указатель

Выбор концепции инструментального оснащения

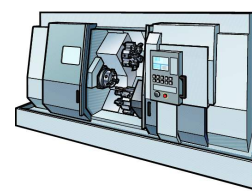
Для выбора оптимального инструментального решения следует принимать во внимание три параметра:



1. Тип операции



2. Форму заготовки и серийность партии



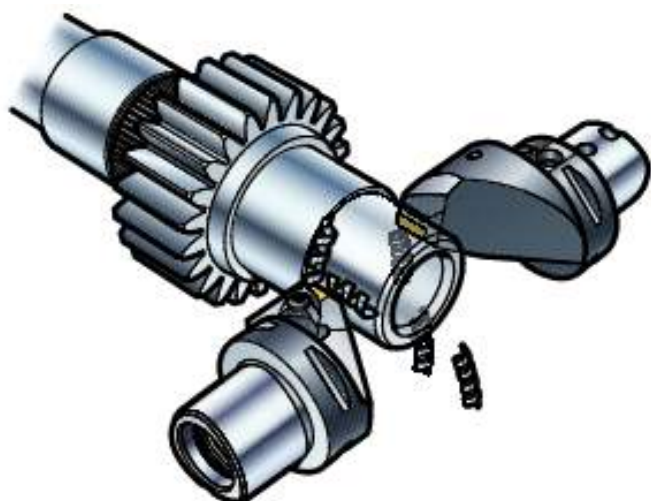
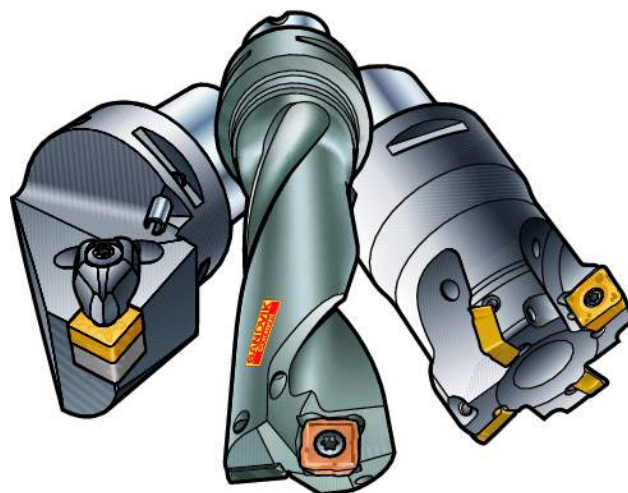
3. Характеристики оборудования

Исходные данные

1. Тип операции

Проанализируйте особенности операции:

- точение, фрезерование, сверление, растачивание/развертывание или резьбонарезание? Тип операции непосредственно влияет на выбор системы крепления.
- качество (точность, шероховатость поверхности)?
- число операций в техпроцессе?



2. Деталь

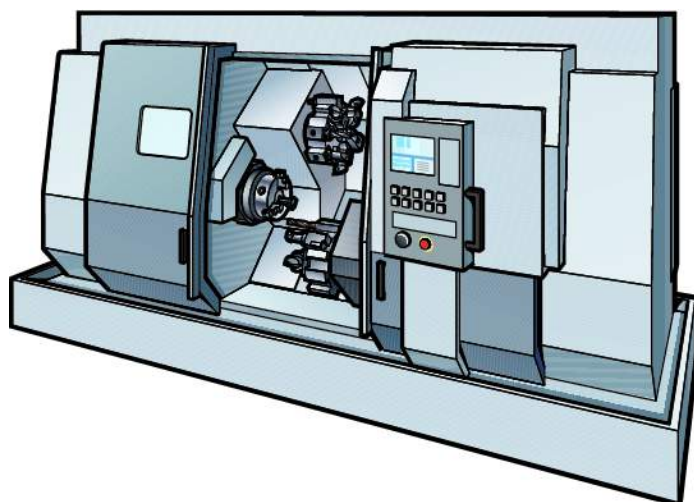
Проанализировав особенности операции, пора взглянуть на деталь в целом:

- можно ли надежно закрепить деталь?
- единичная деталь или массовое производство?
- есть ли необходимость в объединении нескольких функций в одном инструменте (с целью минимизировать количество смен инструмента).

3. Станок

Наконец, некоторые важные соображения в отношении станка:

- Жесткость, мощность и крутящий момент; особенно важно при обработке больших диаметров.
- Обрабатывающий центр, токарный центр или многоцелевой станок?
- Тип крепления шпинделя.
- Тип револьверной головки.
- Ручное или автоматическое закрепление.
- Модульная или цельная оснастка.



Выбор метода – пример

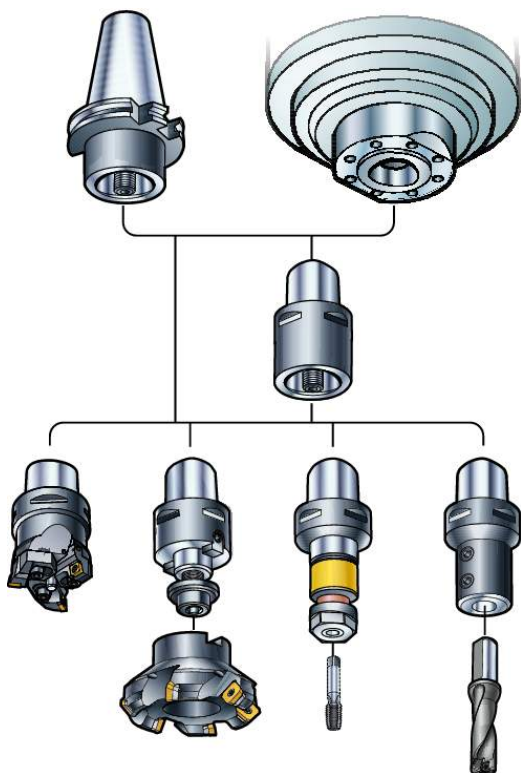
Подход к инструментальному оснащению оборудования зависит от исходных условий. Возможно два различных варианта – это либо переоснащение старого оборудования, либо подбор системы крепления инструмента для нового станка.

Выбранная система крепления должна удовлетворять требованиям по надежному закреплению всех типов инструментов, планируемых для использования на данном станке.

Постарайтесь выбрать такую систему крепления, которая сможет без ограничений использоваться в будущем на станках другого типа.

Так, например, для многоцелевых станков небольшая разница в длине оснастки может стать существенным препятствием на пути к достижению максимальной производительности обработки.

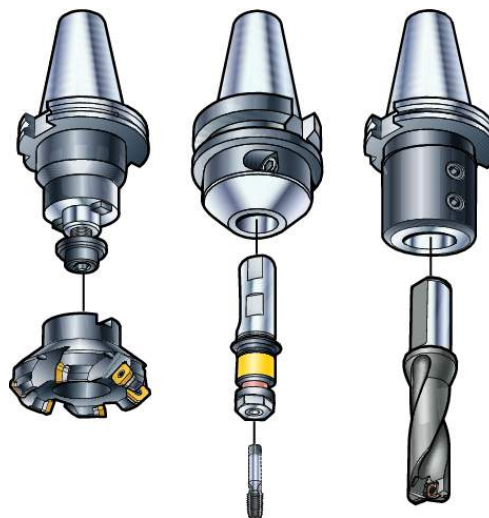
Модульная инструментальная оснастка



Преимущества

- Одна система для всех типов операций
- Гарантируемый максимум производительности
- Небольшая номенклатура инструмента и низкие расходы на него

Цельная инструментальная оснастка



Преимущества

- Использование стандартных держателей
- Хороший вариант для конкретной операции, когда обрабатываемая деталь практически не меняется

Недостатки

- Меньшая гибкость в использовании
- Большое количество инструментальных держателей

Первый выбор для всех областей применения

Использование модульной оснастки обеспечивает высокую производительность при минимальном количестве инструмента.

Сравнение различных систем крепления

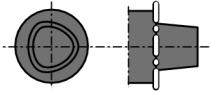
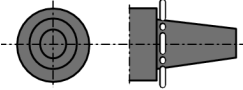
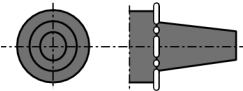
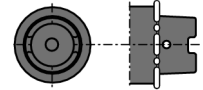
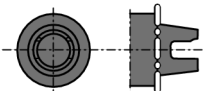
Вращающийся инструмент:

- Жесткость на изгиб
- Жесткость на кручение
- Биение
- Характеристика скорости смены инструмента

Токарный инструмент:

- Жесткость на кручение
- Жесткость на изгиб
- Точность позиционирования режущей кромки
- Характеристика скорости смены инструмента

Сравнительная таблица по типам соединений

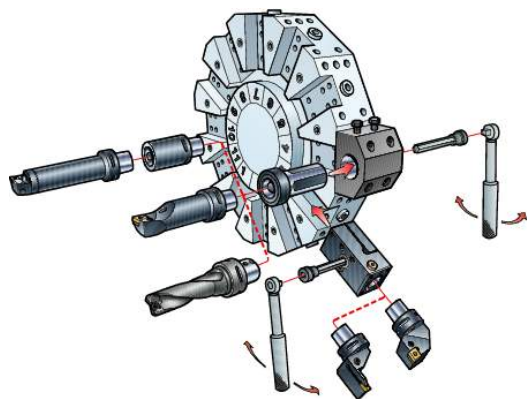
Тип	Преимущества	Ограничения
<p>Соединение Coromant Capto®</p> 	<p>Единственное соединение, бескомпромиссное использование которого возможно на станках всех типов.</p>	
<p>Конус 7/24 (ISO 40, 50 и 60)</p> 	<p>Наиболее распространенный тип соединения для обрабатываемых центров.</p> <p>Хорошие показатели по жесткости на изгиб и кручение.</p> <p>Автоматическая смена инструмента.</p>	<p>Невысокая точность.</p> <p>Нет возможности однозначного позиционирования режущей кромки при точении.</p> <p>Громоздкое и достаточно тяжелое, неудобное с точки зрения эксплуатации.</p>
<p>Конус 7/24 с контактом по торцу (BIG +)</p> 	<p>Хорошие показатели по жесткости на изгиб и кручение.</p> <p>Автоматическая смена инструмента.</p> <p>Увеличенные возможности по передаче момента на изгиб.</p> <p>Более точное соединение благодаря фиксирующему упору по оси Z.</p>	<p>Невысокая точность.</p> <p>Нет возможности однозначного позиционирования режущей кромки при точении.</p> <p>Громоздкое и достаточно тяжелое, неудобное с точки зрения эксплуатации.</p>
<p>HSK форма A/C (B, D, E, F, T)</p> 	<p>Автоматическая смена инструмента.</p>	<p>Не обладает достаточной жесткостью для передачи момента при точении.</p> <p>Нет возможности однозначного позиционирования режущей кромки при точении.</p>
<p>KM (KM- UT, KM-XMZ и KM-XMS)</p> 	<p>Напоминает соединение HSK.</p> <p>Наличие центрального болта внутри соединения улучшает передачу момента, а также способствует точному позиционированию режущей кромки.</p>	<p>Три разных типа: KM- UT, KM-XMZ и KM- XMS.</p>

Более детально соединения представлены на стр. G17.

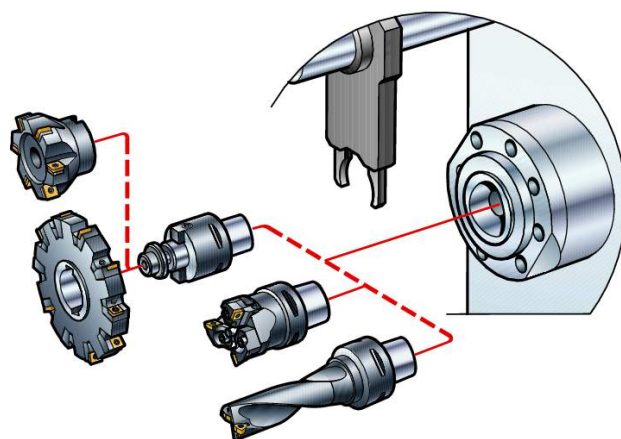
Система Coromant Capto® – аскетизм на производстве

Coromant Capto это модульная быстросменная оснастка, использование которой одинаково эффективно на всех без исключения видах обработки.

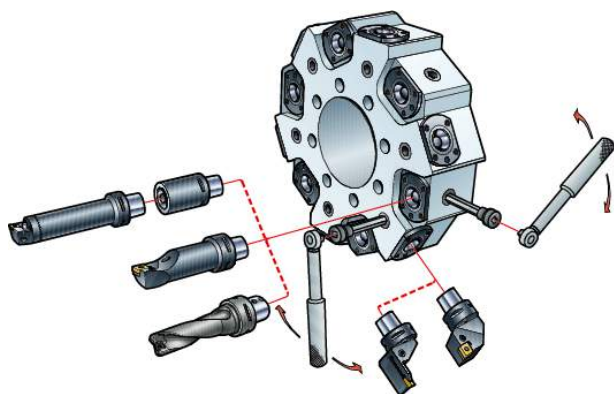
Одни и те же инструменты, патроны и переходники могут использоваться на различных операциях и даже станках, что позволяет иметь только одну инструментальную систему для всего производства.



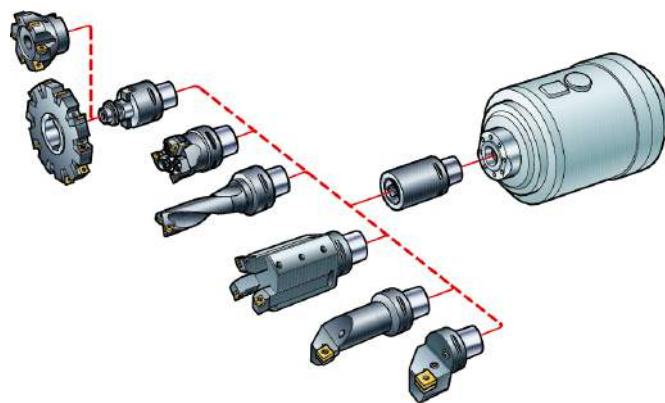
Любой токарный станок можно легко оснастить быстросменной оснасткой Coromant Capto, используя стандартные базовые блоки.



Использование инструментальной оснастки Coromant Capto на фрезерных обрабатывающих центрах и многоцелевых станках обеспечивает исключительную технологическую гибкость и значительное сокращение номенклатуры применяемого инструмента.



Револьверные головки могут быть изготовлены со встроенными базовыми держателями Coromant Capto с использованием стандартных элементов зажима.



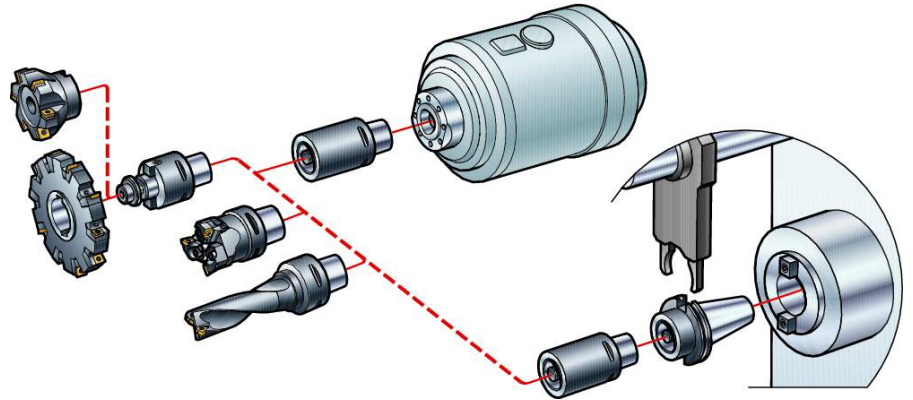
Преимущества инструментальной системы Coromant Capto, встроенной в многоцелевой станок:

- единая инструментальная оснастка на станке
- жесткость соединения Coromant Capto позволяет работать с большими нагрузками и полностью использовать мощность станка
- оснастка Coromant Capto сравнительно невелика по размеру и весу.

Сократите номенклатуру инструмента с системой Coromant Capto®

Большим преимуществом системы Coromant Capto является ее модульность. Необходимая вам инструментальная наладка может быть получена набором необходимых элементов, как то адаптеры, переходники, удлинители или базовые держатели.

- Модульный тип соединения обеспечивает большое разнообразие готовых вариантов при небольшом количестве компонентов
- Возможность подобрать оптимально подходящий вариант инструментальной наладки для каждой конкретной операции
- Высокая жесткость соединения позволяет работать на больших режимах резания
- Антивибрационные оправки для выполнения фрезерных и расточных операций
- Сокращение инструментальных расходов благодаря небольшой номенклатуре инструмента.

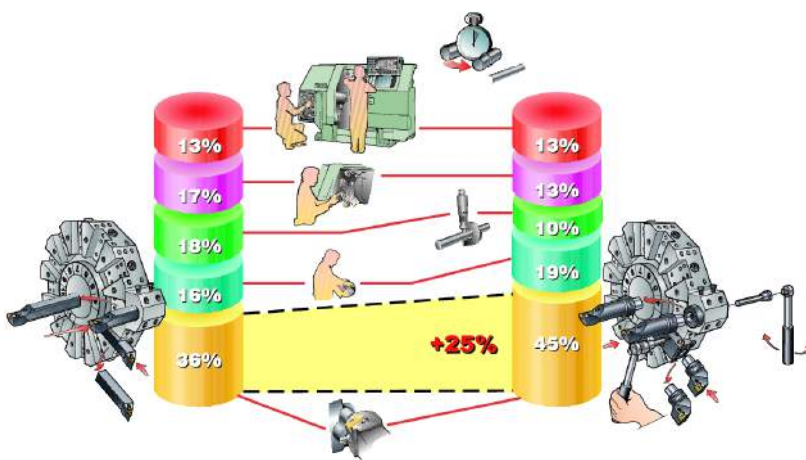


Собирайте инструмент нужной длины под конкретные операционные условия.



Уменьшение времени простоя станка

Станок находится в резании всего лишь 36% машинного времени.



Стандартный инструмент

Модульный инструмент

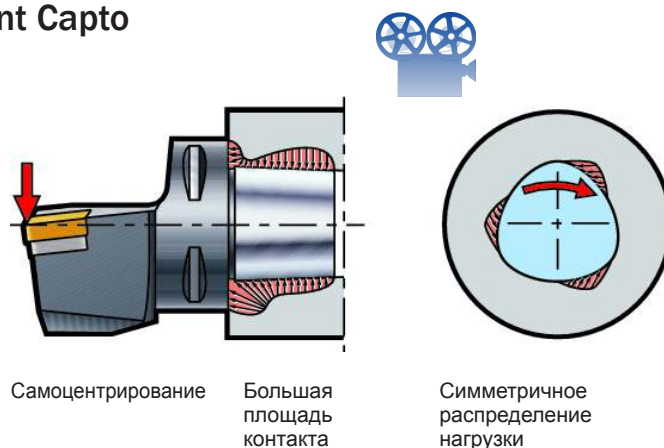
Использование модульной оснастки обеспечит увеличение производительности на 25%

Передача момента соединением Coromant Capto

Отличительной чертой системы Coromant Capto является уникальная базовая поверхность в виде трехгранного конуса.

Единственная в своем роде поверхность трехгранной формы обеспечивает передачу крутящего момента без участия дополнительных элементов, таких как штифт или шпонка.

Закрепление с усилием порядка нескольких тонн гарантирует отсутствие зазоров и люфтов в соединении. Нагрузка распределяется симметрично и отсутствует вероятность смещения положения режущей кромки.



Программа Coromant Capto предусматривает шесть размеров соединений. От размера C3 (32 мм) до самого жесткого C10 (100 мм).



Стабильность соединения Coromant Capto® – гарантия производительности обработки

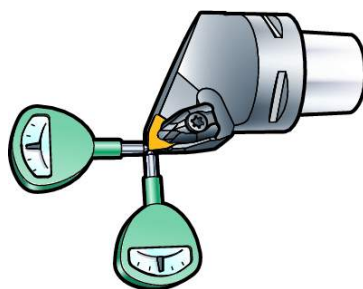
Комментарии к рисункам:

Высокая точность соединения гарантирует, что повторяемость по осям x, y и z при следующих закреплениях одной и той же резцовой головки не превышает ± 2 мкм. Также соединение Coromant Capto характеризуется хорошим сопротивлением как изгибающему, так и крутящему моментам.

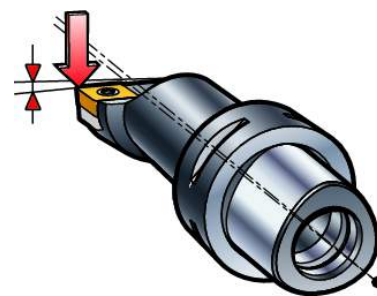
Высочайшая жесткость соединения элементов оснастки позволяет повысить режимы резания. К примеру, увеличение подачи на 0,1 мм/об высвобождает 250 часов машинного времени за год.



Минимальная величина биения



Высокая повторяемость закрепления



Гарантированно точное положение режущей кромки

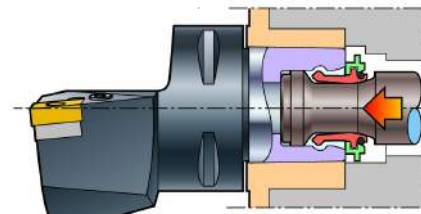
Принцип действия механизма закрепления системы Coromant Capto®

Система закрепления основана на использовании лепестковой цанги с сегментами, смещающимися при движении центральной тяги. При закреплении наружные части сегментов попадают во внутреннюю канавку резцовой головки и закрепляют ее на державке.

В некоторых конструкциях державок вместо лепестковой цанги используется обычный центральный болт.

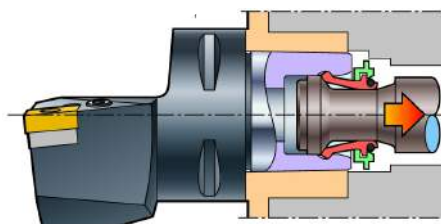
Раскрепление резцовой головки

При движении тяги вперед сегментные элементы лепестковой цанги смещаются к центру, при этом их наружные части выходят из внутренней канавки на резцовой головке, и тяга выталкивает головку.



Закрепление резцовой головки

При движении тяги назад наружные части сегментов лепестковой цанги начинают контактировать с конической поверхностью тяги и смещаются ею во внутреннюю канавку головки, закрепляя последнюю в рабочем положении.



Три метода закрепления для системы Coromant Capto®



Использование лепестковой цанги с сегментами

Тип крепления, используемый как в базовых держателях для закрепления вручную, так и с механическим креплением.

При автоматическом креплении тяга приводится в движение кулачком, пружиной или гидромеханическим приводом. В ручном режиме для закрепления и раскрепления инструмента достаточно пол-оборота винта.



Крепление центральным болтом

Крепление центральным болтом рекомендуется при закреплении режущего инструмента с хвостовиком Coromant Capto непосредственно в базовом держателе или через удлинитель, когда необходимо работать с большими вылетами.



Радиальное крепление

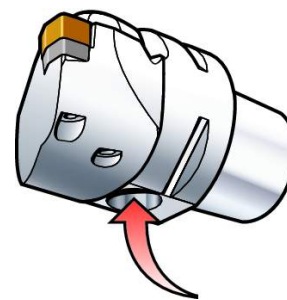
Данная система крепления рекомендуется для быстрой смены инструмента на фрезерном и сверлильном оборудовании без автоматической смены инструмента. Усилие зажима при радиальном креплении в два раза ниже, чем при креплении центральным болтом.

Описание систем крепления

Все типы инструмента Coromant Capto, включая базовые блоки, для эффективного складского учета и эксплуатации могут оснащаться ID-чипами с радиальным и осевым расположением.

Отверстие для радиальных ID-чипов отсутствует у инструмента стандартной программы.

Внимание: ID-чип необходимо фиксировать клеем Loctite, если он установлен в отверстие центрального болта. Иначе он будет затруднять работу механизма зажима.



Оснащайте ваши инструменты ID-чипами для быстрого учета и удобного использования.

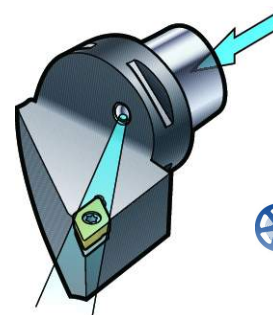
СОЖ и системы охлаждения

Внутренний подвод СОЖ

Подвод СОЖ прямо на режущую кромку инструмента помогает избежать простоев оборудования, исключая перерывы на регулировку каналов для СОЖ. Эффективное и надежное снабжение зоны резания охлаждающей жидкостью также значительно увеличивает стойкость инструмента.

Вся оснастка Coromant Capto имеет конструкцию, позволяющую наилучшим образом подавать СОЖ в зону резания.

Подача СОЖ возможна с давлением до 80 бар.



Соединение Coromant Capto с центральным подводом СОЖ.

Подача СОЖ под высоким давлением

Подача СОЖ под высоким давлением для всех соединений Coromant Capto является стандартом. Эта функция также является обязательной опцией для большинства современных станков: токарных и обрабатывающих центров, многоцелевых станков.

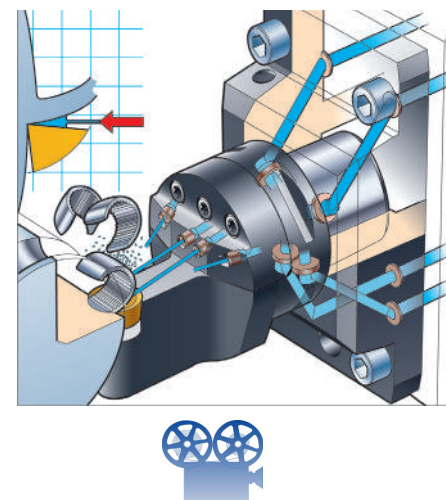
Конструкция адаптеров и патронов позволяет выдерживать давление до 80 бар.

Система подачи СОЖ со сверхвысоким давлением – Jet Break™

Система Jet Break - эффективная технология подачи СОЖ в зону обработки со сверхвысоким давлением (НРС).

Поток жидкости, формируемый коническим отверстием соединения, направляется соплом прямо на вершину режущей пластины и образует гидравлический клин между сходящей стружкой и передней поверхностью инструмента.

Конструкция предусматривает подачу жидкости по четырем независимым каналам с максимальным давлением 1000 бар.



Динамометрический ключ

Для того чтобы получить наилучшую эффективность использования держателей инструмента необходимо при сборке производить их затяжку с требуемым моментом.


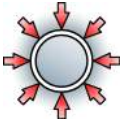

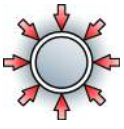

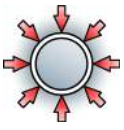

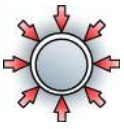

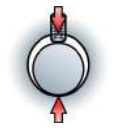

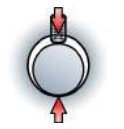
Большой вращающий момент при сборке будет отрицательно влиять на функциональные свойства оснастки и может стать причиной ее поломки.

Слишком низкий момент будет причиной вибраций и низкой точности обработки.

Смотри страницу G81 для определения требуемого момента при сборке.



Выбор патронов и адаптеров

Приоритетность	Патрон/адаптер	Тип патрона/адаптера	Зона крепления	Передача крутящего момента		Биение	Балансировка
				< 20 мм	≥ 20 мм		
Первый выбор		HydroGrip Гидравлический патрон		+++	+++	+++	Индивидуально отбалансирован
Первый выбор		CoroGrip Гидромеханический патрон		+++	+++	+++	Индивидуально отбалансирован
		Патрон с термозажимом		+++	++	+++	Сбалансирован конструктивно (C4-C5)
		Цанговый патрон ER-типа		+	+	+	Сбалансирован конструктивно (C3-C5)
		Патрон для концевых фрез (Weldon), крепление винтом		+++	+++	+	Сбалансирован конструктивно (C3-C5)
		Патрон для сверл, крепление винтом		+++	+++	+	Отсутствует

+++ Отлично
 ++ Хорошо
 + Удовлетворительно

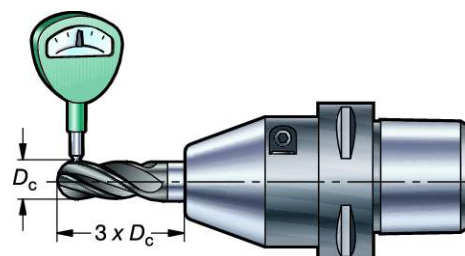
CoroGrip® и HydroGrip® для минимального биения

Радиальное биение у торца патронов CoroGrip и HydroGrip составляет менее 3 мкм.

А на расстоянии трех диаметров от торца – меньше 10 мкм.

Каждый патрон имеет индивидуальный паспорт, который содержит следующую информацию:

- код (точность) балансировки
- скорость вращения в пределах точности балансировки
- радиальное биение на расстоянии $3 \times D_c$ от торца патрона
- измеренное усилие зажима (Нм).



Балансировка инструментальных наладок

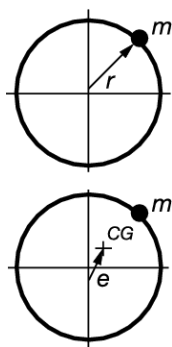
С ростом скоростей вращения шпинделей современных станков вопрос балансировки оснастки приобретает особую значимость. Действие центробежной силы в процессе обработки испытывает и держатель, и инструмент. И любой дисбаланс конструкции того или иного компонента приводит к возникновению вибраций. Правильная балансировка оснастки особенно важна при высокоскоростной обработке.

Каковы же причины дисбаланса?

- Несимметричность конструктивных элементов (канавки, паза и т.п.)
- Несоосность (смещение центра масс инструмента относительно оси вращения)
- Присоединенные детали (в том числе и несбалансированный инструмент)
- Несоосность и зазор в соединении инструмент-шпиндель.

В промышленности принято определять уровень дисбаланса, вычисляя класс балансировки (G-класс) в соответствии с требованиями стандарта ISO 1940/1.

Порядок вычисления класса балансировки по ISO 1940/1



Дисбаланс
 $u = \text{неуравновешенная масса} \times \text{радиус}$
 $= m \times r \text{ (г*мм)}$

Приведенный эксцентриситет
 (Расстояние от оси вращения до центра масс)

$e = \text{дисбаланс/масса инструмента}$
 $= u/\text{kg} \text{ (мкм)}$

$n = \text{частота вращения шпинделя (об/мин)}$
 $G = e \times n / 9549$

Пример: Базовый держатель (конус 40) с режущим инструментом

$$m = 1.0 \text{ г}$$

$$r = 20 \text{ мм}$$

$$u = m \times r = 20.0 \text{ г*мм}$$

$$\text{Масса инструмента} = 1.25 \text{ кг}$$

$$e = u / \text{м} \text{ инструмента} = 16.0 \text{ мкм}$$

$$n = 15.000 \text{ об/мин}$$

$$\text{G класс при } 15000 \text{ об/мин} = e \times n / 9549 = \text{G } 25$$

Класс G 2.5 считается допустимым по умолчанию для большинства инструментов

- учитывается суммарная масса инструментальной наладки, включая режущий инструмент
- учитывается скорость, с которой наладка будет вращаться после установки в шпиндель
- В условиях приведенного примера допустимой будет считаться неуравновешенная масса, не превышающая 0.1 г, дающая дисбаланс u в пределах 2г*мм, измерение которого трудно и дорого обеспечить.

Качество балансировки оснастки Coromant

Все инструменты с конусом ISO (7/24) имеют точность конусности по AT3. Базовые оправки Coromant Capto, HSK и цельные метрические оправки с конусами ISO имеют знак "Сбалансировано конструктивно". Это позволяет использовать их на скоростях до 15000 об/мин на любых современных станках без дополнительной балансировки.

В случае использования в составе наладки удлинителей или переходников Coromant Capto максимально рекомендуемая скорость вращения снижается до 8000 об/мин.



● Знак "Сбалансировано конструктивно"

Оснастка, сбалансированная при изготовлении

Разработка всех элементов оснастки Coromant Capto C3-C5, HSK 63 и цельных метрических оправок с конусом ISO 40, имеющих знак “Сбалансировано конструктивно”, велась с использованием твердотельных 3-D CAD моделей с целью выявления конструктивного дисбаланса и его компенсации.

В точно определенных местах материал оправок дозированно удален для уравнивания. Схемы базирования оправок в процессе их механической обработки обеспечивают полную соосность всех поверхностей относительно будущей оси вращения.

Фактический остаточный дисбаланс для патронов и базовых держателей с конусами ISO 40 различается в зависимости от типоразмера Coromant Capto. Объемные деформации металла в процессе термической обработки вызывают некоторый разброс величины остаточного дисбаланса.

Базовый держатель с конусом ISO 40 в сборе с патроном или адаптером

Данные значения примерно соответствуют классу балансировки G16 при 10000 об/мин в соответствии с ISO 1940/1.

Остаточный дисбаланс, г*мм		
Размер	Min	Max
C3	2	13
C4	5	25
C5	10	35

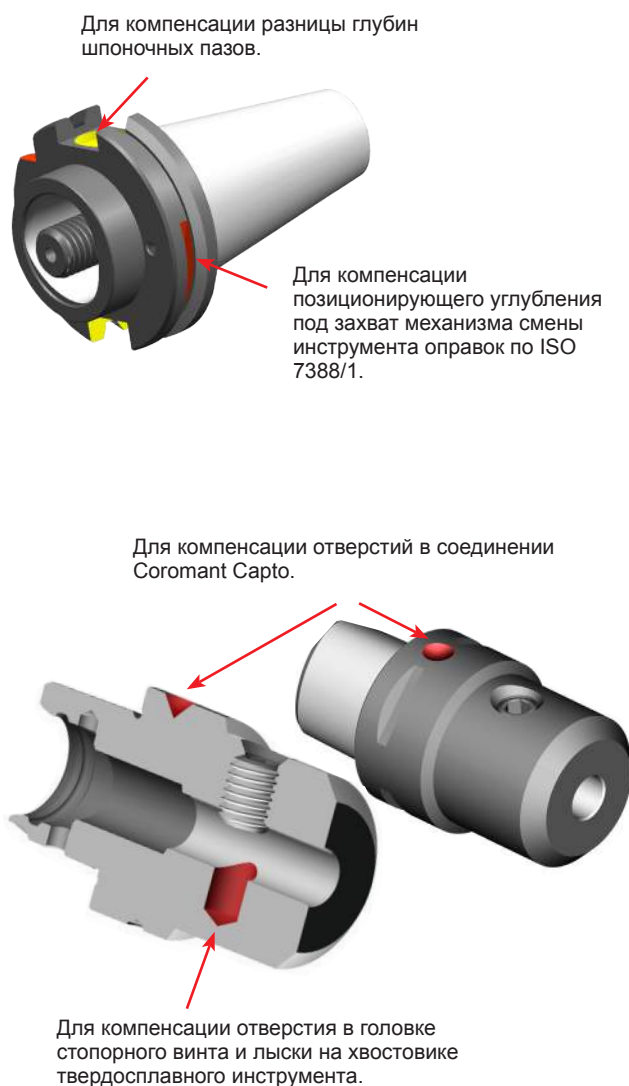
Значения остаточного дисбаланса патронов и адаптеров

Величина остаточного дисбаланса в г*мм для модулей с типоразмером соединения C3-C5 находится в пределах, указанных в таблице.

Остаточный дисбаланс, г*мм		
Размер	Min	Max
C3	0.3	8
C4	0.7	20
C5	1.0	30

Для высокоскоростной обработки рекомендуется использовать индивидуально сбалансированные патроны CoroGrip и HydroGrip.

Пример балансировки для базового держателя Coromant Capto® и патрона Weldon



Индивидуально сбалансированные патроны CoroGrip® и HydroGrip® для высокоскоростной обработки (HSM)

Современные станки и инструменты предъявляют более жесткие требования к оснастке. Возможность длительного использования цельных твердосплавных инструментов на высоких скоростях появляется только при условии обеспечения практически нулевого биения. Патроны CoroGrip и HydroGrip полностью отвечают указанным требованиям высокоскоростной обработки (HSM).

Для успешного использования твердосплавного инструмента на высоких скоростях должны быть непременно обеспечены три условия:

1. Минимальное радиальное биение. Правило: стойкость уменьшается на 50% при увеличении радиального биения на 0.01 мм.
2. Высокие усилия зажима. Инструмент и обрабатываемая заготовка могут быть повреждены, если в процессе резания произойдет смещение инструмента в патроне. Многие способы закрепления не могут быть использованы при высокоскоростной обработке, поскольку центробежные силы снижают передаваемый крутящий момент ниже допустимого предела.
3. Необходимо работать сбалансированным инструментом. Наличие дисбаланса вызывает вибрации, которые негативно сказываются на производительности и снижают долговечность шпинделя.

Для работы на скоростях вращения выше 15000 об/мин рекомендуется производить индивидуальную балансировку каждого держателя.

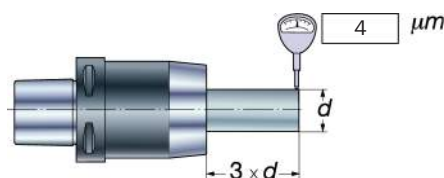
Все высокоточные силовые патроны CoroGrip подвергаются индивидуальной балансировке по классу G2.5 при 25000 об/мин – для патронов небольших размеров (конус ISO 40, HSK 100, Coromant Capto C3-C6) или по классу G2.5 при 14000 об/мин – для патронов больших размеров (конус ISO 50, HSK 100, Coromant Capto C8). Инструмент, используемый в патронах, должен быть конструктивно симметричен и хорошо сбалансирован.

Патроны CoroGrip являются наилучшим выбором при жестких требованиях по точности и усилию зажима. Благодаря большим усилиям зажима, в патронах можно закреплять инструмент с точностью хвостовика по h7.



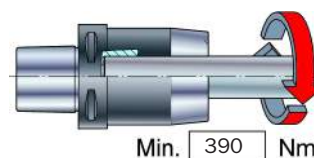
C5-391.HMD-20 070

1.



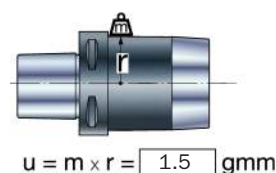
Снижение биения обеспечивает высокую точность обработки.

2.



Значительное усилие зажима обеспечивает передачу больших крутящих моментов.

3.



Сбалансированные патроны необходимы для работы с высокими скоростями вращения шпинделя.

Внимание:

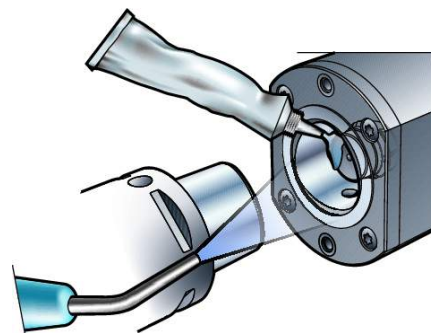
Патроны CoroGrip индивидуально отбалансированы с высоким качеством. Однако в случае использования несбалансированных инструментов, цанг или крепления центральным болтом общий класс балансировки наладки может снизиться. Для очень высоких скоростей может потребоваться дополнительная балансировка в сборе.

⊙ Индивидуально сбалансирован



Эксплуатация патронов

Перед применением всегда проверяйте состояние патрона. Недопустимо его использование при наличии каких-либо повреждений или загрязнений на контактных поверхностях. Мы рекомендуем периодически разбирать патрон и очищать все его составные элементы. По крайней мере, один раз в год необходимо производить смазку всех деталей патрона.



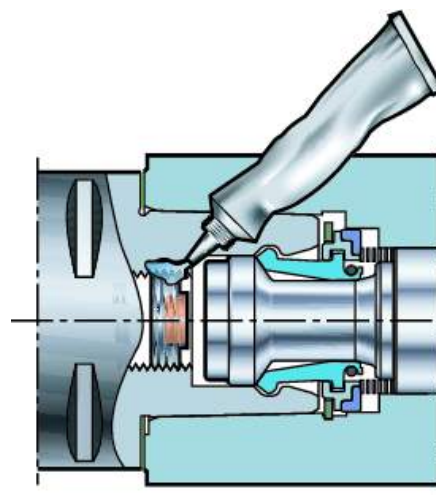
Как избежать трудностей с закреплением патрона

Иногда может возникнуть такая ситуация что инструмент Coromant Capto застревает в шпинделе или базовом держателе. Это происходит по причине того, что выталкивающий торец стержня зажимного механизма не упирается в торец инструмента.

Возможные причины:

1. ID-чип, установленный в отверстии центрального болта, расшатался. Во избежание этого ID-чип необходимо фиксировать клеем Loctite.
2. Инструмент вставлен слишком глубоко в патрон, если в последнем отсутствует ограничитель.

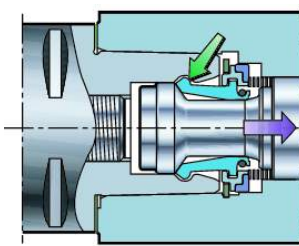
Во всех новых цанговых патронах и патронах Weldon установлены постоянные ограничители. Нет необходимости использовать ограничительные винты-пробки. Цанговые патроны типов 391.14 и 391.15 см. на стр. G119. Патроны Weldon типа 391.20 см. на стр. G90.



Ограничительные винты-пробки для цанговых патронов и патронов Weldon, выпускавшихся ранее

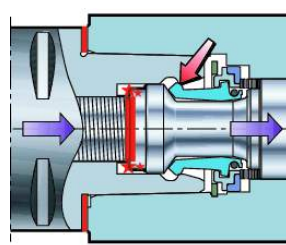
В выпускавшихся ранее цанговых патронах с хвостовиком Coromant Capto для длинных инструментов с цилиндрическим хвостовиком небольшого диаметра могла возникнуть ситуация, когда хвостовик инструмента, меньший по диаметру, чем отверстие в патроне, был зажат настолько глубоко, что его торец выступал за упорную поверхность для выталкивателя. Это могло привести к невозможности закрепления патрона в базовом держателе, сбою цикла автоматического зажима и даже повреждению механизма зажима.

Использование ограничительного винта-пробки исключает опасность данной ошибки и обеспечивает корректное закрепление патрона зажимным механизмом. Все патроны типов 391.14 и 391.15 имеют центральное резьбовое отверстие для установки ограничительных винтов-пробок.



Правильное закрепление

Инструмент закреплен, зажимные сегменты в нормальном положении.

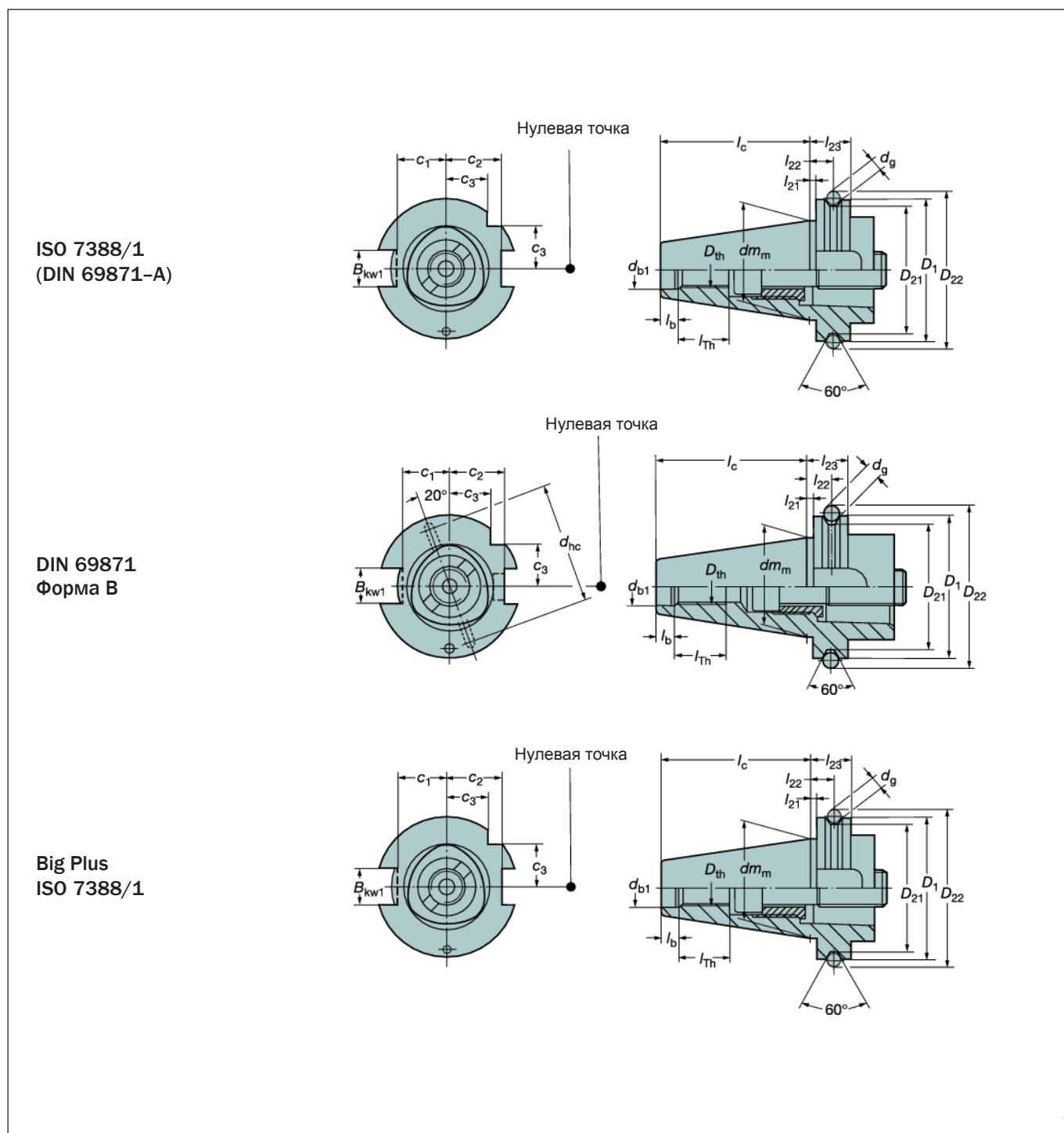


Неправильное закрепление

Выталкивающий торец стержня зажимного механизма уперся в торец инструмента в процессе установки инструмента. При зажиме сегменты не вошли в канавку, из-за чего инструмент может выпасть в процессе резания.

	Размер	Код заказа	Размеры, мм		
			D_{th}	l	N
	C3	5514 070-01	M12x1.5	8	5
	C4	5514 070-02	M14x1.5	9	6
	C5	5514 070-03	M16x1.5	11	8
	C6	5514 070-04	M20x2.0	13	10

Coromant Carpo® - размеры соединений базовых держателей



Тип шпинделя станка	Конус	Размеры, мм																		
		ISO	B_{kw1}	c_1	c_2	c_3	d_{b1}	d_g	d_{hc}	dm_m	D_1	D_{21}	D_{22}	l_c	l_b	l_{Th}	l_{21}	l_{22}	l_{23}	D_{th}
ISO 7388/1 (DIN 69871-A)	30		16.1	16.4	19	15	13	7.00	-	31.75	50	44.3	59.3	47.8	5.5	18.5	3.2	11.1	19.1	M12
	40		16.1	22.8	25	18.5	17	7.00	-	44.45	63.55	56.25	72.35	68.4	8.2	23.8	3.2	11.1	19.1	M16
	45		19.3	29.1	31.3	24	21	7.00	-	57.15	82.2	75.25	91.35	82.7	10	30	3.2	11.1	19.1	M20
	50		25.7	35.5	37.7	30	25	7.00	-	69.85	97.5	91.25	107.3	101.6	11.5	35.5	3.2	11.1	19.1	M24
DIN 69871-B Форма В	40		16.1	22.8	25	18.5	17	7.00	54	44.45	63.55	56.25	72.35	68.4	8.2	23.8	3.2	11.1	19.1	M16
	50		25.7	35.5	37.7	30	25	7.00	84	69.85	97.5	91.25	107.3	101.6	11.5	35.5	3.2	11.1	19.1	M24
Big Plus ISO 7388/1	40		16.1	22.8	25	18.5	17	7.00	-	44.45	63.55	56.25	72.35	68.4	8.2	23.8	1	11.1	19.1	M16
	50		25.7	35.5	37.7	30	25	7.00	-	69.85	97.5	91.25	107.3	101.6	11.5	35.5	1.5	11.1	19.1	M24

Точение

Отрезка и обработка канавок

Нарезание резьбы

Фрезерование

Сверление

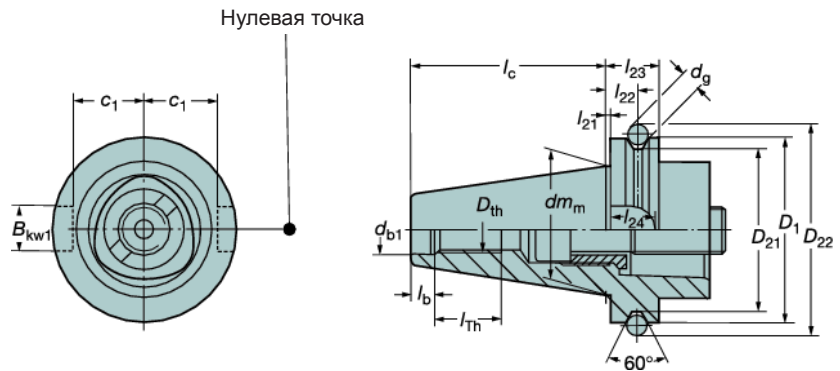
Растачивание

Инструментальная оснастка

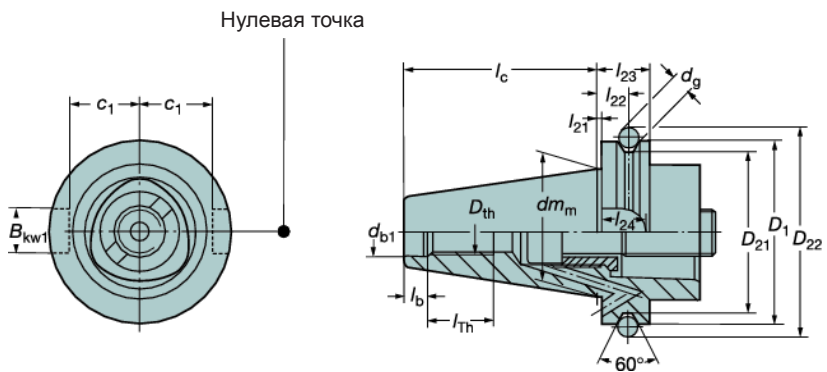
Материалы

Информация/Указатель

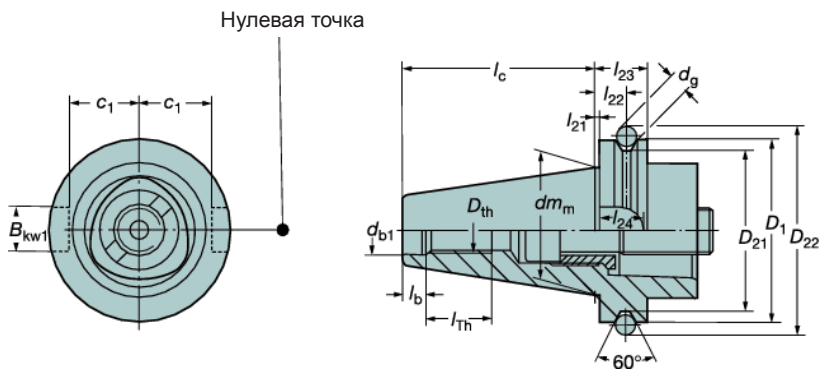
MAS BT 403



MAS BT 403
Форма В

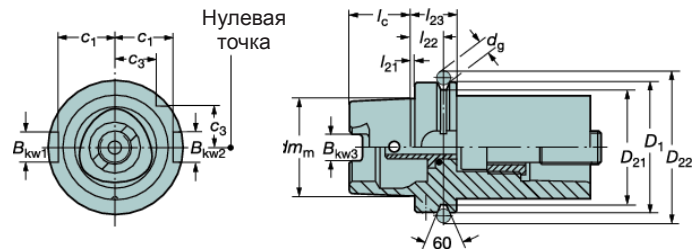


BIG-PLUS
MAS BT 403

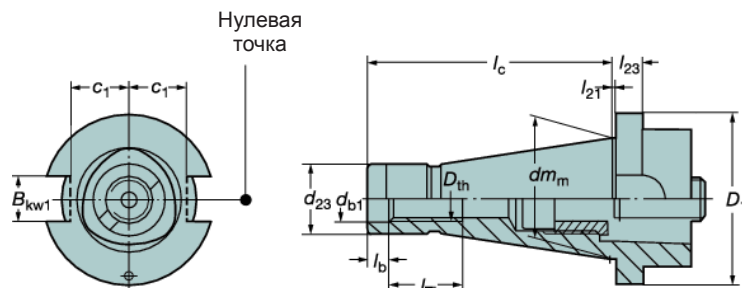


Тип шпинделя станка	Конус ISO	Размеры, мм															
		B_{kw1}	c_1	d_{b1}	d_g	d_{mm}	D_1	D_{21}	D_{22}	l_c	l_b	l_{Th}	l_{21}	l_{22}	l_{23}	l_{24}	D_{th}
MAS BT 403	30	16.1	16.3	12.5	8.00	31.75	46	38	56.144	48.4	7	17	2	13.6	22	17	M12
	40	16.1	22.6	17	10.00	44.45	63	53	75.68	65.4	9	21	2	16.6	27	21	M16
	50	25.7	35.4	25	15.00	69.85	100	85	119.02	101.8	13	32	3	23.2	38	31	M24
MAS BT 403 Форма В	40	16.1	22.6	17	10.00	44.45	63	53	75.68	65.4	9	21	2	16.6	27	21	M16
	50	25.7	35.4	25	15.00	69.85	100	85	119.02	101.8	13	32	3	23.2	38	31	M24
BIG-PLUS MAS BT 403	40	16.1	22.6	17	10.00	44.45	63	53	75.68	65.4	9	21	1	16.6	27	22	M16
	50	25.7	35.4	25	15.00	69.85	100	85	119.02	101.8	13	32	1.5	23.2	38	32.5	M24

HSK A/C



DIN 2080



Тип шпинделя станка	Конус ISO	Размеры, мм										
		B_{kw1}	B_{kw2}	B_{kw3}	c_1	c_2	c_3	d_{b1}	d_{b2}	d_g	d_{mm}	d_{23}
Yamazaki	40	16.4	–	–	22.6	25	–	17	9.5	7	44.45	–
	50	25.7	–	–	35.3	37.2	–	25	9.5	7	69.85	–
HSK A/C	40	11	9	8	17	–	12	–	–	4	30	–
	50	14	12	10.5	21	–	15.5	–	–	7	38	–
	63	18	16	12.5	26.5	–	20	–	–	7	48	–
	80	20	18	16	34	–	25	–	–	7	60	–
	100	22	20	20	44	–	31.5	–	–	7	75	–
	ISO	D_1	D_{21}	D_{22}	l_b	l_c	l_{Th}	l_{21}	l_{22}	l_{23}	l_{24}	D_{th}
Yamazaki	45	63.55	56.36	72.32	7	68.25	23	3.18	11.1	19.1	0.5	M16
	50	98.4	91	107.27	11	101.6	34	3.18	11.1	19.1	0.5	M24
HSK A/C	40	40	34.8	45	–	16	–	4	20	24	–	–
	50	50	43	59.3	–	20	–	5	23	31	–	–
	63	63	55	72.3	–	25.7	–	6.3	24.3	32.3	–	–
	80	80	70	88.8	–	32	–	8	26	34	–	–
	100	100	92	109.75	–	40	–	10	30	39	–	–
	ISO	D_1	D_{21}	D_{22}	l_b	l_c	l_{Th}	l_{21}	l_{22}	l_{23}	l_{24}	D_{th}
DIN 2080	40	63	–	–	8.2	93.4	23.8	1.6	–	11.6	–	M16
	45	80	–	–	10	106.8	30	3.2	–	15.2	–	M20
	50	97.5	–	–	11.5	126.8	45.5	3.2	–	15.2	–	M24

Системы крепления станков

Обзор технологических решений

A

Точение

B

Отрезка и обработка канавок

C

Нарезание резьбы

D

Фрезерование

E

Сверление

F

Растачивание

G

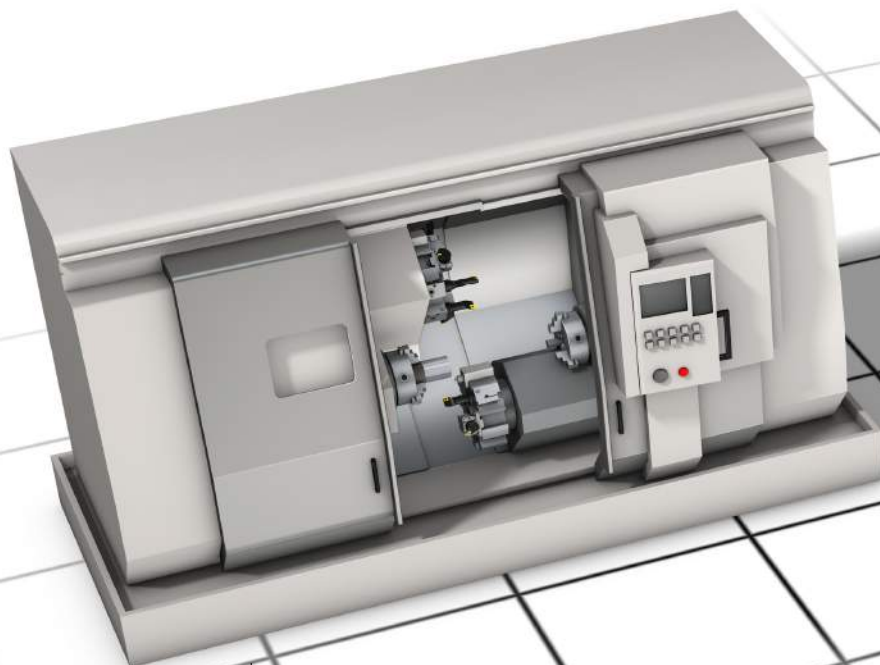
Инструментальная оснастка

H

Материалы

I

Информация/Указатель



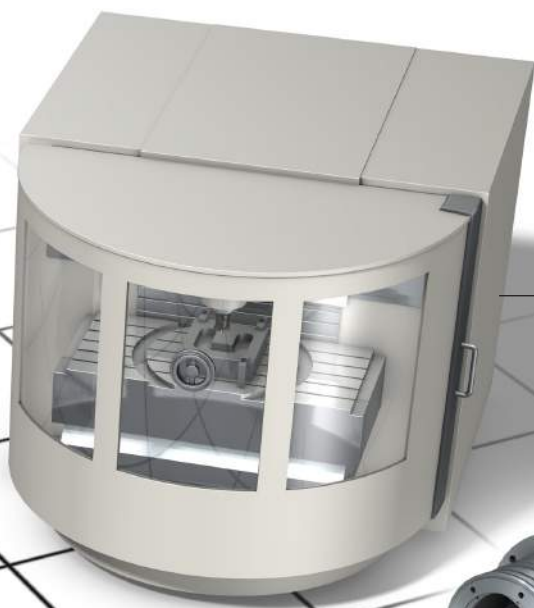
Токарные центры

Выбор оснастки G 22



Мелкоразмерная обработка – автоматы продольного точения

Выбор оснастки G 32

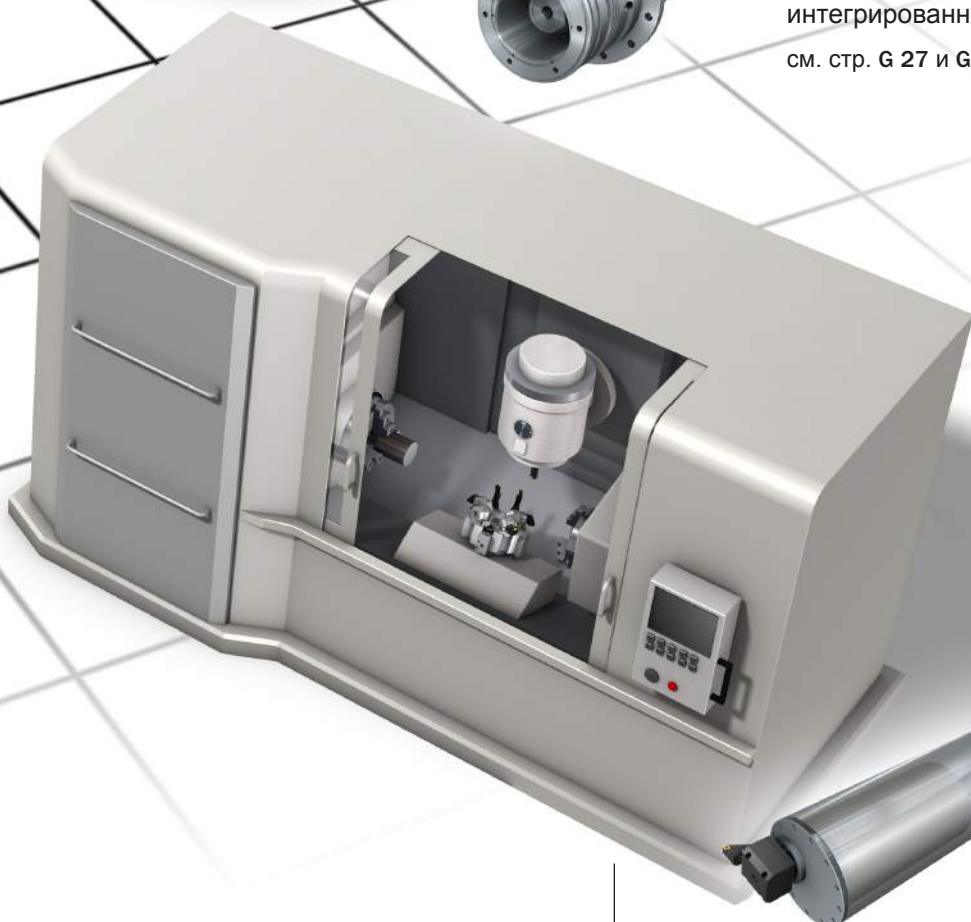


Обработывающие центры

Выбор оснастки G 26



Соединение Coromant Capto®, интегрированное в шпиндель см. стр. G 27 и G 75.



Антивибрационные опорки, интегрированные в станок см. стр. G 29.

Многоцелевые станки

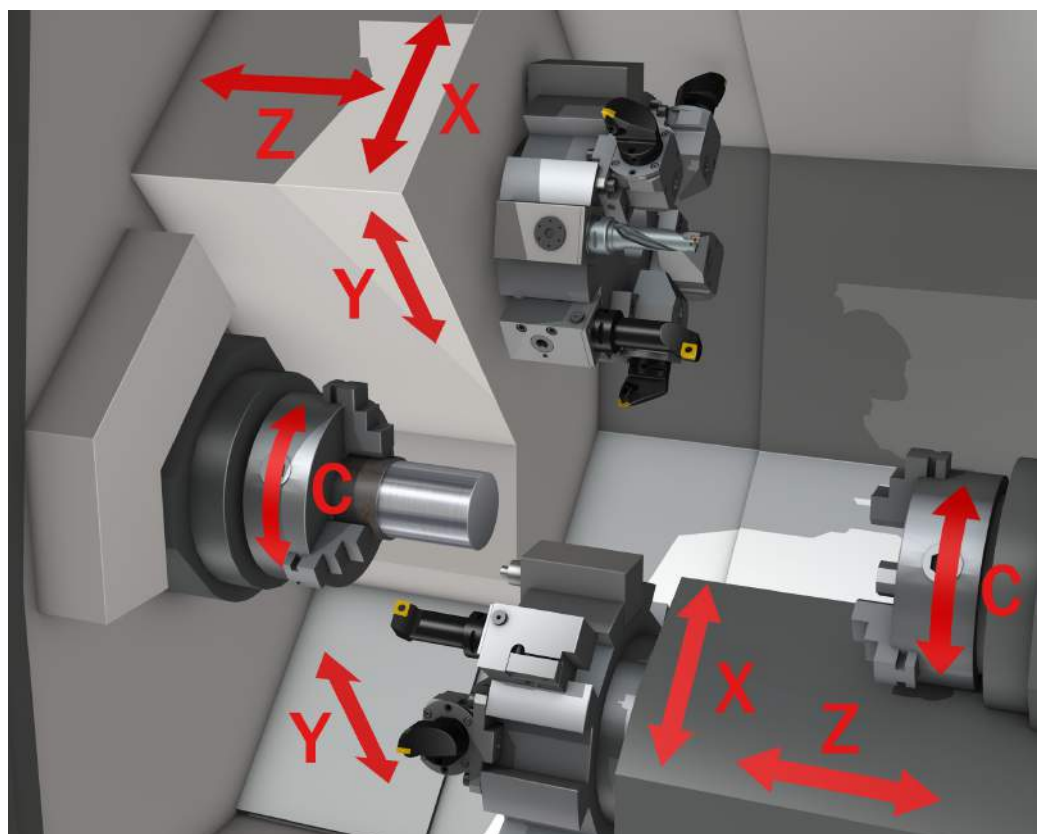
Выбор оснастки G 28

Silent Tools®

Оснастка / Оборудование

Решение проблем G 55

Токарные центры



Токарные станки и центры предназначены для удовлетворения большинства основных нужд производства.

В основу принципа работы любого токарного станка заложена следующая схема. Вращающаяся заготовка обрабатывается инструментом, выполняющим линейные перемещения. Эти перемещения могут быть как параллельны, так и перпендикулярны оси заготовки и в совокупности обеспечивают необходимый профиль детали.

Если деталь симметрична относительно оси вращения то ее обработка возможна токарным инструментом, повторяющим профиль детали.

Токарные центры могут иметь:

- Горизонтальное и вертикальное расположение
- Контр-шпиндель для двухсторонней обработки
- Приводные инструменты
- Возможность перемещения по оси Y для растачивания и фрезерования с эксцентриситетом
- Возможность программирования движения инструмента по нескольким осям. Это позволяет вести черновую обработку, обработку канавок, резьбонарезание и чистовую обработку.

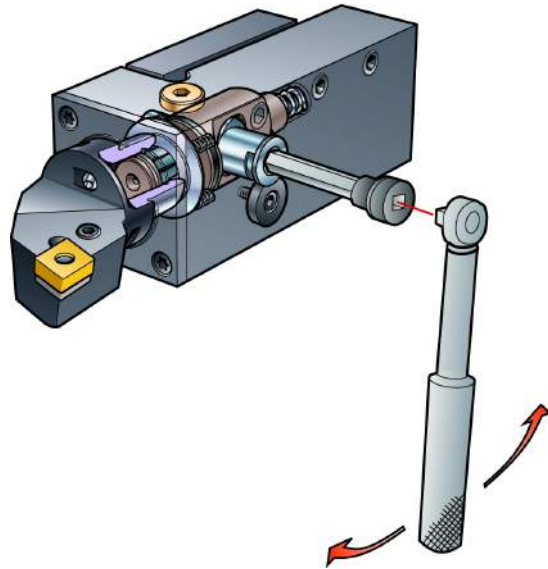
Быстросменность

Небольшое время наладки

Крепление механизмом с лепестковой цангой с сегментами позволяет осуществлять смену инструмента в пять раз быстрее, чем обычно.

Данный тип закрепления гарантирует:

- Рациональное использование потенциала станка
- Точное позиционирование инструмента
- Меньше времени на измерение инструмента
- Небольшое время наладки – возможность обрабатывать небольшие партии деталей
- Меньшее количество или исключение пробных проходов
- Эффективность операций с частой сменой режущей кромки
- Более быстрый и эффективный процесс замены инструмента
- Возможность предварительной настройки инструмента.

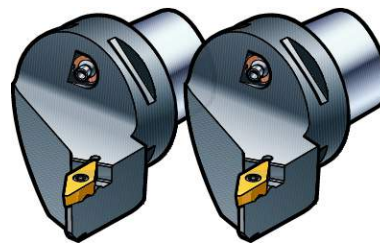


Раскрепление и закрепление инструмента поворотом ключа менее чем на пол-оборота.

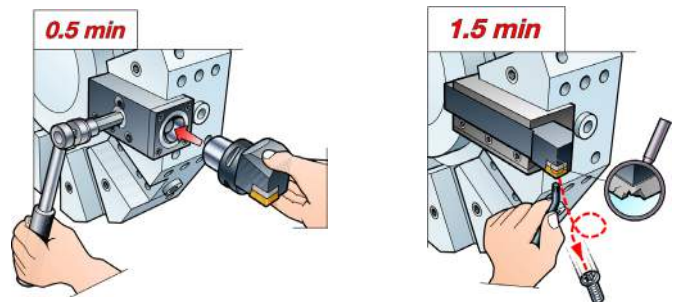
Смена пластины посредством инструмента-близнеца

Для того чтобы ваш станок работал бесперебойно, используйте два одинаковых инструмента с быстросменной системой Coromant Capto.

- Меньше время простоев – более быстрая смена инструмента
- Пластины могут быть заменены вне станка
- Стабильный процесс обработки
- Отсутствие риска выпадения и потери крепежного винта в стружечном конвейере
- Удобство в использовании
- На инструменте, не установленном на станке, проще следить за состоянием поверхностей базового гнезда и опорной пластины.



Инструменты близнецы с соединением Coromant Capto.



Базовые держатели с автоматической сменой инструмента

На всех типах токарных центров с автоматической сменой инструмента используются базовые держатели соответствующего типа.

Давление, используемое в таких конструкциях, достигает 100 бар.

Более подробная информация на стр. G68.

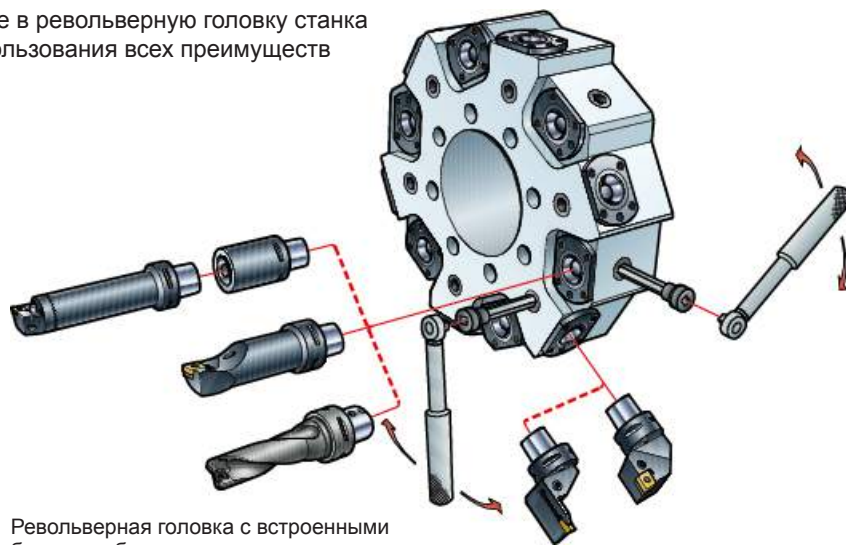


Револьверные головки для стационарного инструмента

Система Coromant Capto® – лучший тип соединения для встроенных базовых блоков

Соединение Coromant Capto, интегрированное в револьверную головку станка – это максимально эффективный способ использования всех преимуществ данного уникального соединения.

- Небольшое время наладки
- Наивысшая жесткость и стабильность
- Закрепление инструмента происходит быстрее, по сравнению со стандартным способом крепления
- Высокоэкономичное решение для большинства типов операций
- За счет расположения узла крепления внутри шпинделя минимальна вероятность столкновения держателя с другими элементами. Существует возможность обрабатывать детали большей длины.

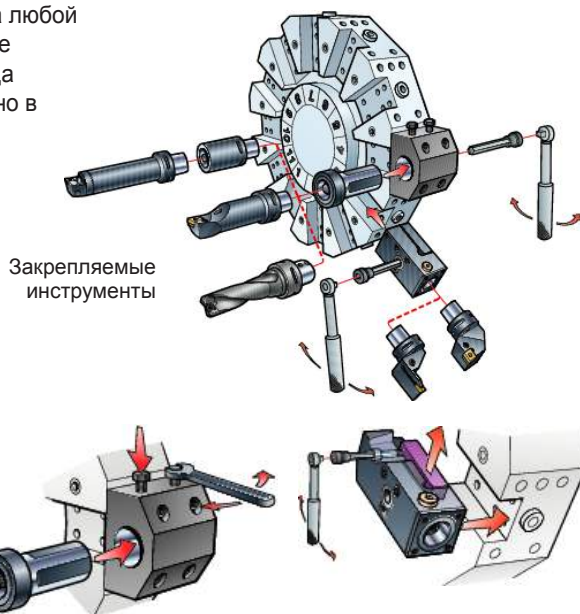


Револьверная головка с встроенными базовыми блоками

Оснащение станка системой Coromant Capto® посредством стандартных базовых блоков

Быстросменная оснастка Coromant Capto может быть также внедрена на любой станок при использовании стандартных базовых блоков. Данное решение может оправдать себя при переоснащении уже имеющихся станков, когда нет возможности интегрировать систему Coromant Capto непосредственно в револьверную головку.

- Не требуется доработки конструкции револьверной головки или использования специальных переходников
- Быстрая замена инструмента – сокращение времени простоя станка
- Меньшая жесткость закрепления по сравнению с интегрированным соединением
- Занимает большее полезное пространство станка и, соответственно, накладывает некоторые ограничения по габаритам обрабатываемых деталей.



Закрепляемые инструменты

Переоснащение стандартных револьверных головок системой Coromant Capto

Станки с другими типами крепления

К специальным типам крепления станков следует отнести револьверные головки с интегрированным держателем (типа BMT). Эта и подобные ей системы могут быть также успешно переоснащены на быстросменное соединение Coromant Capto.

За получением более подробной информации обращайтесь в ближайшее представительство Sandvik Coromant.



BMT

Револьверные головки для приводных инструментов

Coromant Disc Interface (CDI)

Coromant Disc Interface (CDI) - это система Coromant Capto, интегрированная в револьверную головку станка.

По сравнению с традиционным болтовым соединением BMT или соединением VDI систему CDI отличают следующие преимущества:

- Высочайшая стабильность и жесткость закрепления
- Один тип соединения для стационарного и приводного инструмента
- Возможность симметричной установки инструмента (180°)
- Точное позиционирование режущей кромки по оси центров
- Минимальный вылет инструмента обеспечивает максимальные технологические возможности.



CDI



BMT

Станки с системой крепления болтом (BMT)

К специальным типам крепления станков следует отнести револьверные головки с интегрированным держателем с креплением болтами (типа BMT). Системы несколько различаются по конструкциям болта, но все они могут быть также успешно переоснащены на быстросменную систему Coromant Capto.

За получением более подробной информации обращайтесь в ближайшее представительство Sandvik Coromant.

Система Coromant Capto® для револьверных головок с системой VDI

Оснастка Coromant Capto может применяться и на станках с креплением VDI. Для этого в револьверную головку необходимо установить соответствующие базовые держатели, обладающие следующими особенностями:

- Предназначены для приводного и стационарного инструмента
- Кулачковый механизм крепления
- Смена инструмента вне станка
- Предварительная настройка инструмента вне станка
- Наружный подвод СОЖ
- Меньшая стабильность закрепления по сравнению с системой CDI
- Механизм зажима расположен не внутри револьверной головки, а снаружи, соответственно увеличивается вылет инструмента.



VDI

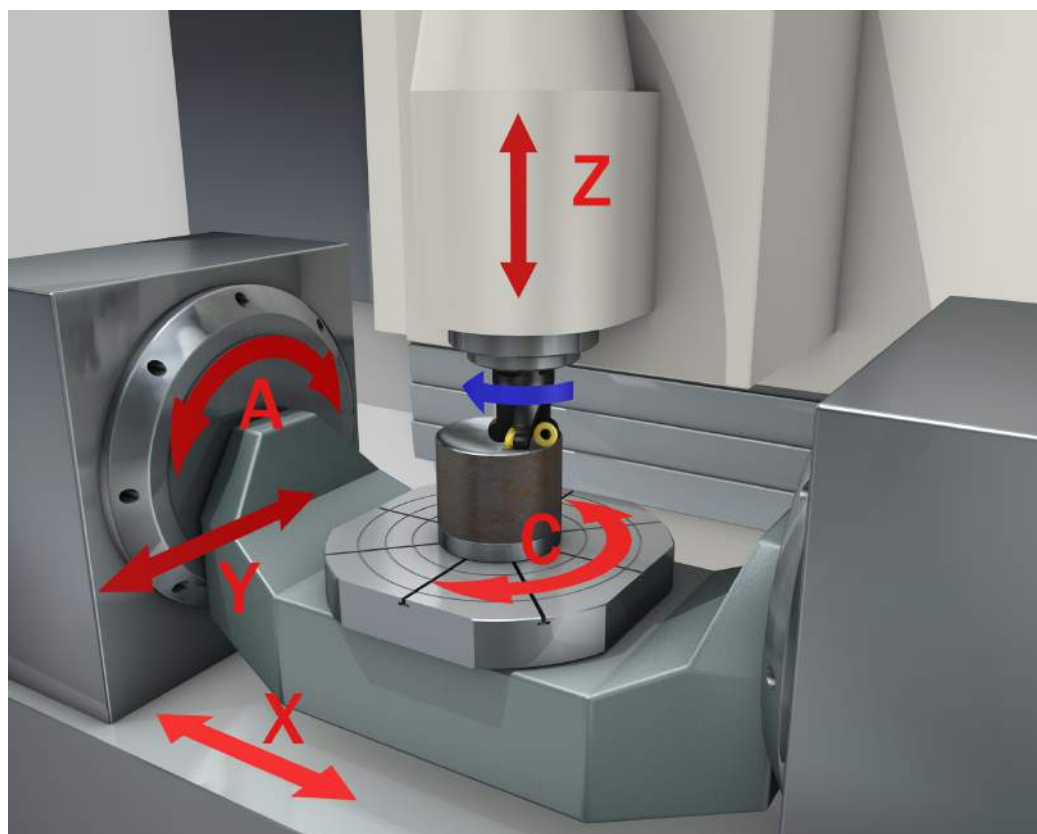
Характеристика сравнения	CDI	BMT	VDI
Быстросменность	+++	+	++
Короткий вылет оправки	+++	++	+
Жесткость закрепления	++	++	+
Симметричность конструкции	++	++	+
Точная регулировка	++	+	++

+++ Отлично

++ Хорошо

+ Удовлетворительно

Обрабатывающие центры



Обрабатывающие центры это многофункциональные станки, объединяющие в себе возможности по выполнению операций растачивания, сверления и фрезерования. На таких станках снятие припуска осуществляется инструментом, сочетающим одновременное вращение и линейное перемещение. При этом деталь закреплена на столе станка или в приспособлении.

Различают горизонтальные и вертикальные обрабатывающие центры.

- Базовая модель обрабатывающего центра имеет три координаты с расположением шпинделя вдоль оси Z.
- 4-5 –координатные центры в дополнение к стандартным координатам (X/Y/Z) имеют дополнительные (A/B/C).

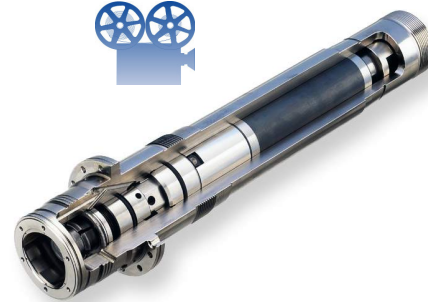
- Ось A параллельна оси X, ось B параллельна оси Y и ось C параллельна оси Z.
- Как правило, ось B позволяет наклонять инструмент, а оси A и C обеспечивают вращение обрабатываемой заготовки.

При наличии на станке перемещений по всем вышеперечисленным координатам, используя, например, фрезу со сферическим концом, можно получить достаточно сложный профиль на детали. Это могут быть и турбинные лопатки, и штамп сложной конфигурации и различные виды гравировки.

Система Coromant Capto® как тип соединения фрезерного шпинделя

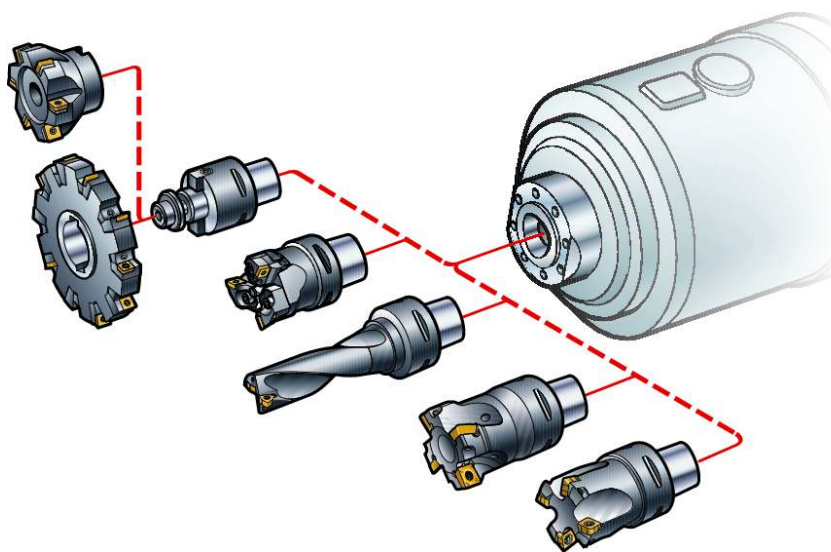
Соединение Coromant Capto может быть интегрировано непосредственно во фрезерный шпиндель станка. Преимущества данного варианта:

- Лучшая передача момента и высокая жесткость закрепления
- Возможность работать с большими оборотами шпинделя
- Инструмент с тем же типом соединения обеспечивает меньший вылет
- Более свободная рабочая зона станка
- Отсутствие необходимости в базовых держателях
- Возможность использовать обширный ассортимент оснастки Coromant Capto.



Шпиндель с интегрированным соединением Coromant Capto

Подробная информация на стр. G75.

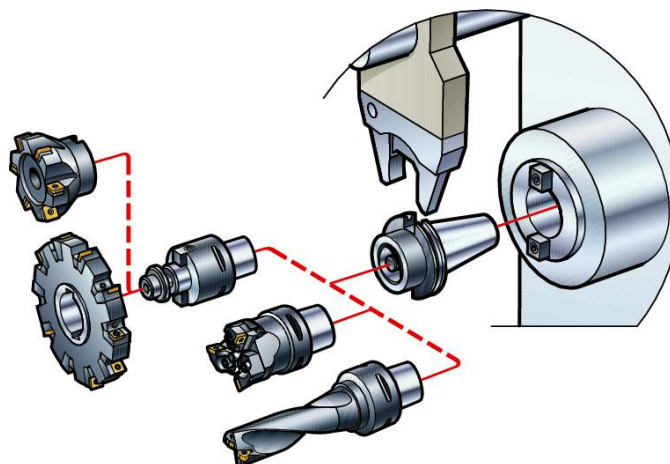


Соединение Coromant Capto, интегрированное непосредственно в станок...

Базовые держатели с соединением Coromant Capto®

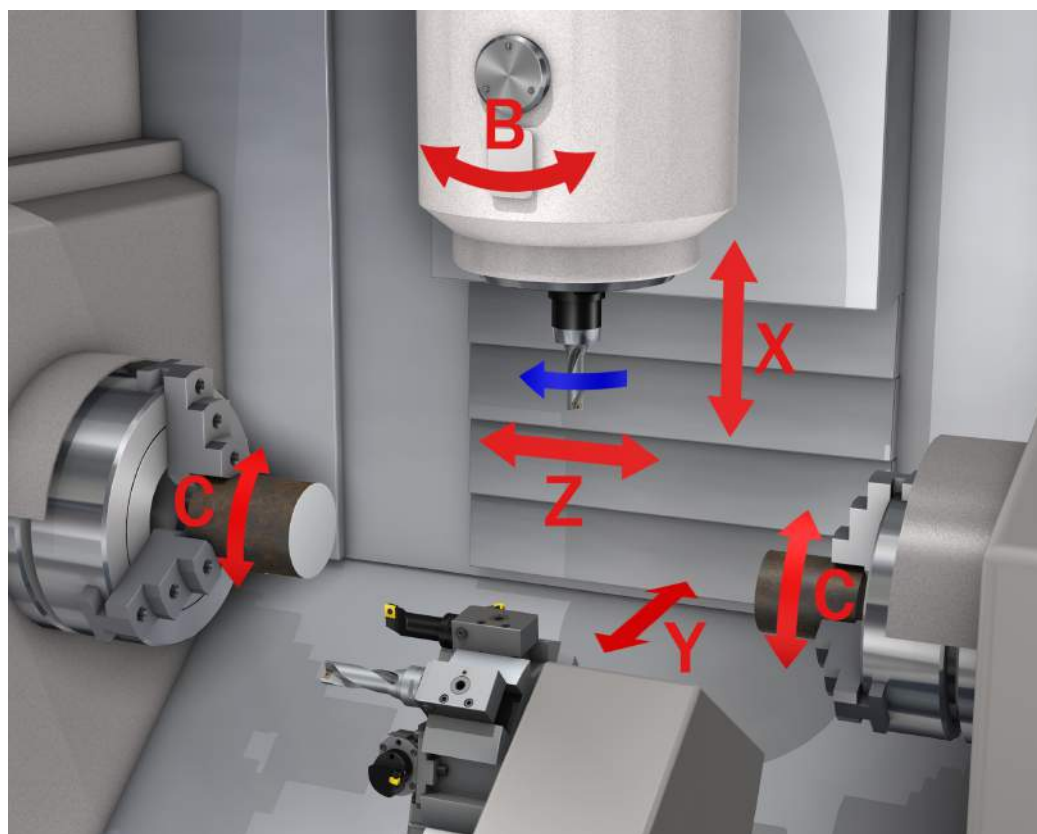
С базовыми держателями представляется возможным использовать систему Coromant Capto на станках с разными системами крепления, такими как конус ISO и система HSK.

- Модульность конструкции
- Базовый держатель служит переходником с систем конус ISO и HSK на Coromant Capto
- Крепление инструмента или переходника осуществляется центральным болтом, см. стр. G70
- Возможность использовать обширный ассортимент оснастки Coromant Capto.



...или базовый держатель.

Многоцелевые станки



На многоцелевом станке деталь может быть обработана за один установ, то есть на нем может осуществляться точение, фрезерование горизонтальных, вертикальных и наклонных поверхностей, контурная обработка и шлифование. Допускается обработка как больших, так и малых диаметров. Станок выбирает необходимый инструмент и производит его смену в автоматическом режиме.

На рынке представлено огромное многообразие многоцелевых станков:

- Горизонтального или вертикального расположения
- С двумя основными шпинделями (главным и контр-шпинделем), а также с фрезерным шпинделем. Данная комплектация станка позволяет при использовании оси B выполнять на нем операции фрезерования и точения.
- Каждый из шпинделей может выступать как держатель заготовки, что позволяет вести обработку всей детали с разных сторон.

Деталь, закрепленная в главном шпинделе, может быть перехвачена контр-шпинделем. Таким образом, на станке может быть выполнен весь цикл обработки детали, включая обработку обоих торцов. Такая последовательность операций на отдельном оборудовании – токарном и фрезерном – потребует четырех установов.

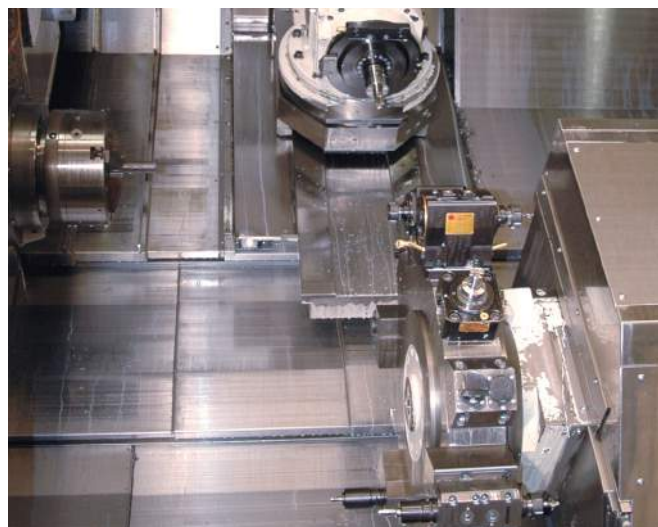
Примечание: Многоцелевой станок представляет собой конгломерат токарного и обрабатывающего центра. Дополнительная информация представлена на стр. G22 и G26.

Система Coromant Capto® – лучший выбор для многоцелевого станка

Соединение Coromant Capto по своим характеристикам подходит для закрепления как стационарного, так и вращающегося инструмента.

Инструментальная система для многоцелевого станка должна совмещать в себе следующие свойства:

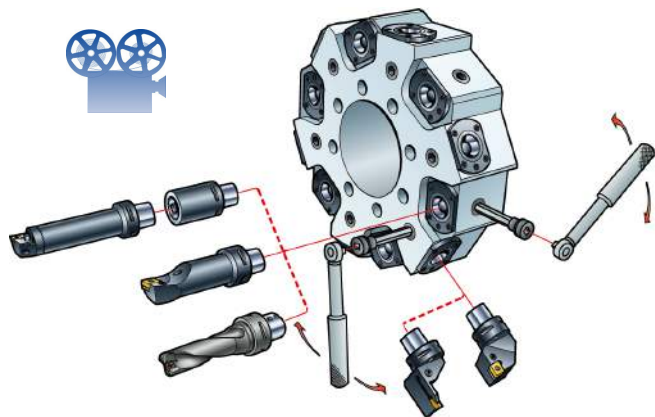
- Передавать значительный крутящий момент
- Удовлетворять условиям высокоскоростной обработки
- Обладать достаточной прочностью на изгиб
- Обеспечивать высокую точность закрепления и повторяемость позиционирования инструмента при его предварительной настройке вне станка.



Стандартная револьверная голова станка может быть легко переоснащена быстросменной системой крепления Coromant Capto. Для этого необходимы стандартные базовые блоки.

Интеграция системы Coromant Capto® в револьверную головку

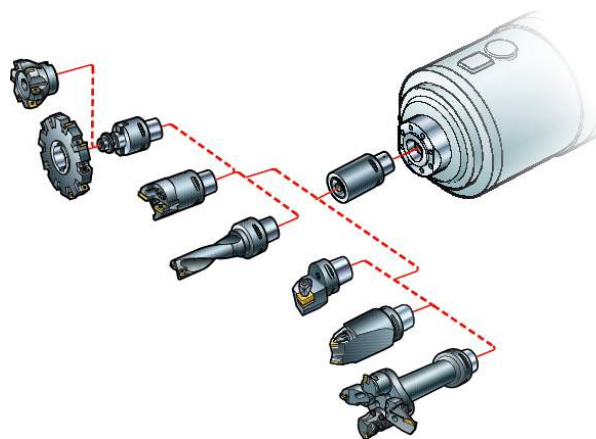
Более подробно о нижней револьверной головке см. на стр. G24.



Револьверная головка со встроенными базовыми держателями Coromant Capto.

Система Coromant Capto®, интегрированная в шпиндель станка

Более подробно об этом на стр. G75.



Фрезерный шпиндель многоцелевого станка, в который можно закрепить как вращающийся, так и невращающийся инструмент.

Встроенная в станок оправа с демпфером

Обработку глубоких и больших по диаметру отверстий можно осуществлять на станке с интегрированной антивибрационной оправкой с головками Coromant Capto с автоматической сменой.

Более подробная информация у Вашего регионального представителя Sandvik Coromant.



Silent Tools®

Специализированный инструмент для многоцелевой обработки

Для того чтобы использовать преимущества высокоуниверсальных многоцелевых станков максимально эффективно необходимо применять на них различную специализированную оснастку.

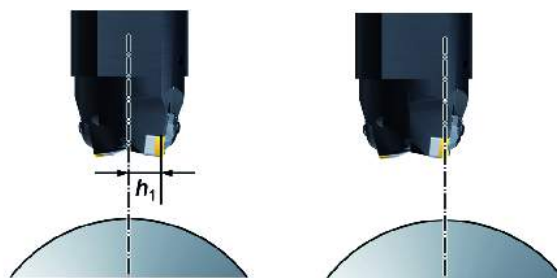
К такому типу оснастки можно отнести инструмент CoroPlex с соединением Coromant Capto, применение которого обеспечивает следующие преимущества:

- Расширенные возможности доступа, высокую производительность и надежность
- Экономии времени на замену инструмента
- Рациональное использование гнезд инструментального магазина
- Сокращение номенклатуры инструмента.

Более подробно об инструменте CoroPlex в разделе “Фрезерование”.

Сдвоенный инструмент CoroPlex™ TT – два токарных резца в одном

Рациональное решение расположить на одной державке два токарных резца. Инструмент обеспечивает быструю смену кромки или типа операции за счет простого поворота корпуса инструмента.



При работе сдвоенным инструментом CoroPlex TT необходимо сместить ось Y на расстояние h , для того чтобы вершина пластины совпала с осью вращения заготовки.

При обработке детали в контр-шпинделе ось Y необходимо сместить в противоположную сторону по сравнению с обработкой в главном шпинделе.

CoroPlex™ MT – один фрезерный и четыре токарных инструмента в одном

Инструмент представляет собой удачное сочетание двух разнообразных инструментальных решений в одном – CoroMill 390 и CoroTurn 107.

Он может использоваться в качестве вращающегося фрезерного инструмента или при повороте может выступать как обычный токарный резец с возможностью выбора наиболее удобной формы пластины CoroTurn 107.

Многопозиционный адаптер CoroPlex™ SL – четыре токарных инструмента в одном

Комбинируйте на одном адаптере CoroPlex SL разнообразные режущие головки и лезвия для токарной обработки, резьбонарезания и обработки канавок.



Конструкция инструмента CoroPlex MT обеспечивает точное позиционирование режущей кромки по высоте центров станка при применении пластин любого типа.

Инструмент оптимальной длины для расширения возможностей многоцелевой обработки

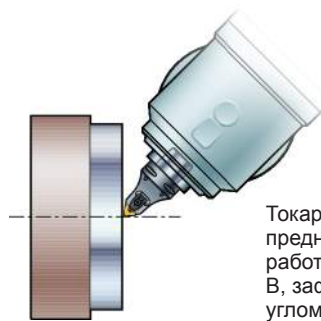
При работе инструментом с коротким вылетом существует вероятность столкновения инструментального шпинделя с деталью или главным шпинделем.

Используя модульный инструмент системы Coromant Capto, можно избежать подобных трудностей.

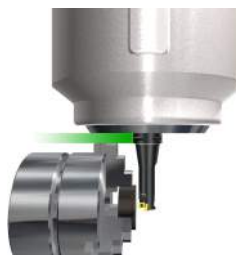
- Заказчики могут собирать наладки оптимальной длины из стандартных позиций оснастки, полностью соответствующие конкретным условиям применения
- Нет необходимости в покупке дорогостоящего специального инструмента, доставка которого осуществляется в увеличенные сроки.

Длина корпуса инструмента увеличена на 65 мм, что больше по сравнению со стандартным. Это позволяет увеличить рабочую зону инструмента без использования дополнительных удлинителей.

Длина и конструкция корпуса каждого типоразмера инструмента с хвостовиком Coromant Capto разработаны с учетом размеров наиболее распространенных токарных патронов, благодаря чему в процессе обработки исключена возможность столкновения инструмента и шпинделя.



Токарный инструмент, предназначенный для работы на станках с осью В, зафиксированной под углом 45°.



Инструмент для многоцелевой обработки, имеющий оптимальный вылет для работы вблизи главного шпинделя.

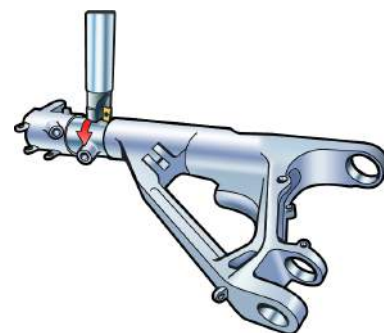
Возможные методы обработки

Фрезерование тел вращения

При таком виде обработки заготовка вращается вокруг своей оси и задействована четвертая координата станка.

- Обработка конической поверхности возможна на пятикоординатном станке
- Для обработки эксцентриков кинематика станка должна обеспечивать возможность одновременного перемещения по нескольким осям
- Альтернативный способ обработки торца детали. Отсутствие проблем с нулевой скоростью у центра заготовки и более высокое качество поверхности, не зависящее от наростообразования на режущей кромке.

Более подробно об этом в разделе D и в руководстве по применению “Фрезерование тел вращения” (код заказа C-2920:26).



Деталь для обработки на многоцелевом станке.

Сравнение методов обработки

Точение является наиболее производительным и гибким по применению видом обработки. Однако, при определенной форме детали или особенностях обрабатываемого материала, фрезерование поверхности вращения может оказаться в роли приоритетного выбора.

Обычно для такого рода фрезерования используют следующие фрезы: CoroMill 300, CoroMill 210, CoroMill 200 и CoroMill 245 с пластиной Wiper.

Фрезы CoroMill 390 и 590 имеют зачистные пластины с геометрией, специально предназначенной для фрезерования тел вращения.

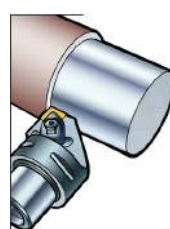
Достаточно использовать одну зачистную пластину вместо стандартной для получения поверхности высокого качества.

Фрезерование тел вращения



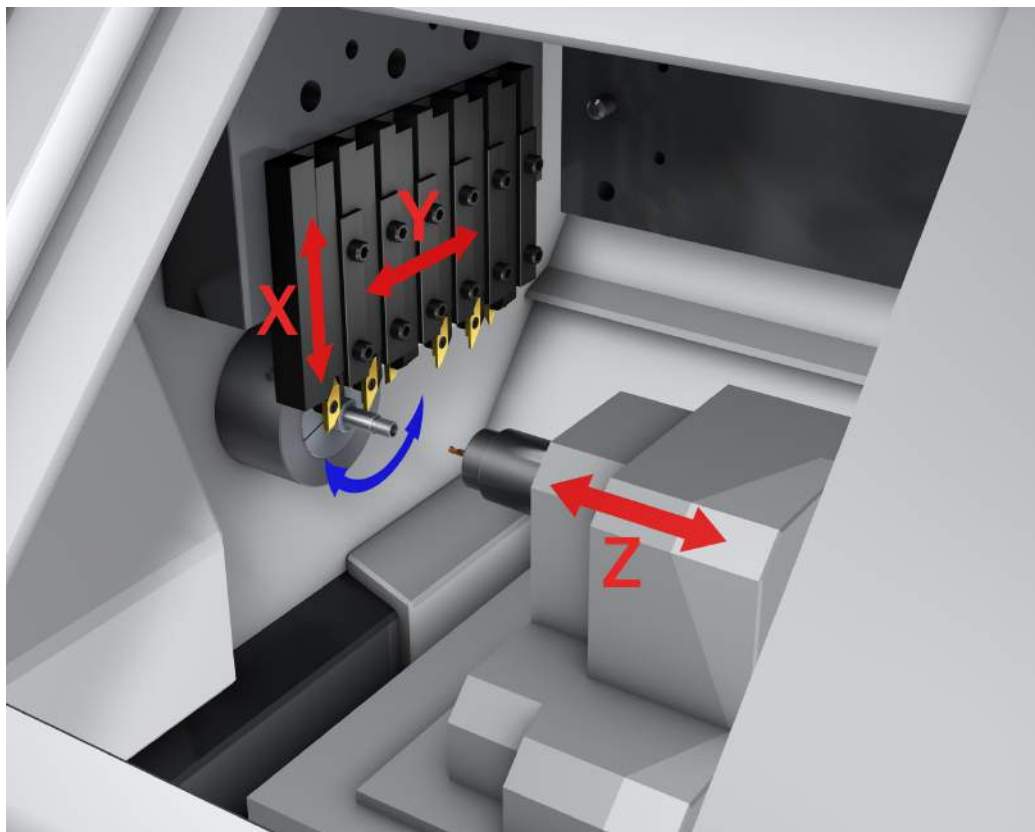
- + Эксцентриковая форма
- + Прерывистое резание
- + Обработка неполной окружности (менее 360°)
- + Цилиндр или конус
- + Хорошее стружкодробление
- + Несбалансированная заготовка
- + Получение торца высокого качества

Традиционное точение



- + Концентричная форма
- + Продолжительное резание
- + Обработка полной окружности (360°)
- + Контурная обработка
- + Тонкостенные детали
- + Увеличенные возможности доступа
- + Простота программирования

Мелкоразмерная обработка – автоматы продольного точения



К области мелкоразмерной обработки следует отнести детали диаметром менее 32 мм, изготавливаемые в большом количестве и максимально быстро.

Современные автоматы продольного точения способны вести обработку по нескольким координатам вращающимся и стационарным инструментом при этом деталь может быть закреплена как в главном, так и в контр-шпинделе.

Как правило, такие станки комплектуются многопозиционными инструментальными суппортами, а также могут быть оснащены быстросменной системой закрепления инструмента QS™.

В качестве СОЖ на таких станках используется специальное масло, которое по сравнению с традиционной водорастворимой СОЖ для точения иначе влияет на эвакуацию стружки, стружколомание и стойкость инструмента.

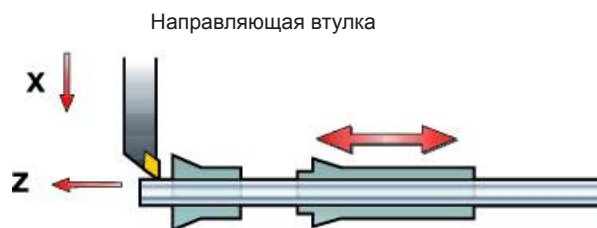
Принцип работы станка с подающей цангой

Обрабатываемый пруток подается через направляющую втулку и одновременно совершает вращательное движение.

Таким образом, движением заготовки обеспечивается перемещение по оси Z, а инструмент работает в непосредственной близости от шпинделя, что обеспечивает высокую надежность обработки.

Примечание:

Для отрезки на данном типе оборудования необходимо использовать достаточно жесткий отрезной инструмент, способный выполнять функцию упора для подающегося прутка.



Токарный станок с подающей цангой



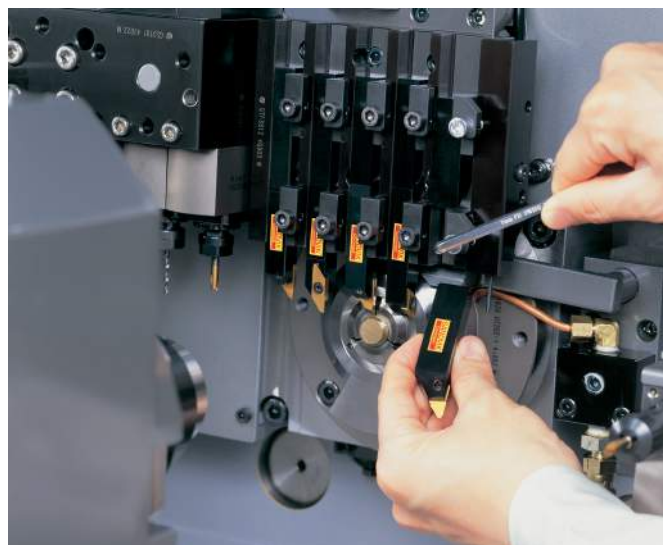
Инструментальный суппорт для наружной обработки

Система крепления QS™

Система крепления QS это быстросменная система, предназначенная для увеличения доли машинного времени на автоматах продольного точения с подающей цангой. Экономия времени достигается за счет простой установки инструмента и быстрой смены пластины с высокой точностью позиционирования режущей вершины.

Стандартные клинья легко могут быть заменены на новые без дополнительных изменений резцедержки станка.

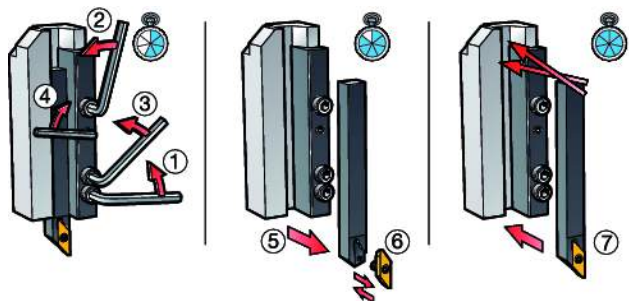
Ассортимент инструмента с быстросменной системой крепления QS включает державки CoroTurn 107 и CoroCut.



Рекомендации по установке

- Извлеките стандартный клин из резцедержки
- Замените его двумя клиньями системы QS
- Отрегулируйте положение режущей кромки и зафиксируйте положение резца посредством одного клина, ближайшего к подающей цанге
- Закрепите упор вторым клином, таким образом, чтобы он находился в контакте с укороченной державкой.

Традиционная система крепления

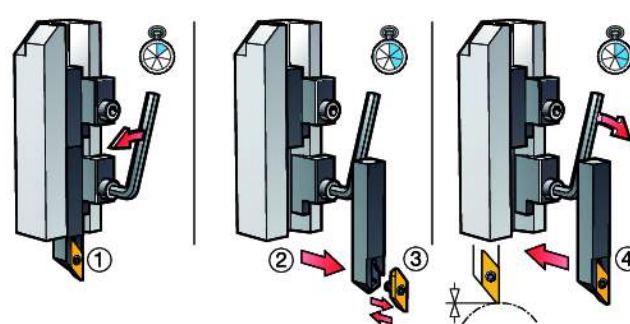


1. Ослабьте три винта и отпустите клин

2. Вытащите державку и поменяйте режущую кромку

3. Поместите державку обратно и, выставив диаметр, затяните винты

Система крепления QS™



1. Ослабьте один винт, вытащите державку

2. Смените режущую кромку

3. Поставьте державку обратно, затяните винт

Для наружной обработки инструментом CoroTurn 107, CoroCut и T-Max U-Lock выбирайте державки без смещения (режущая кромка параллельна боковой грани резца). Такие державки имеют букву S в конце кода обозначения.

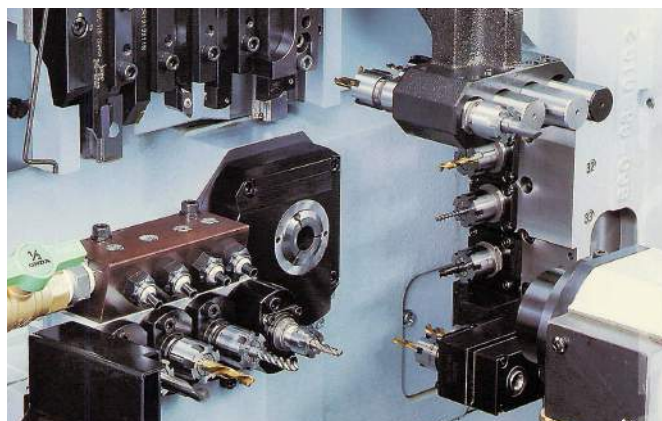
Все эти инструменты могут быть заказаны с системой QS для обеспечения экономии времени установки и смены режущей кромки.



Инструментальный суппорт для внутренней обработки

Для выполнения операций внутренней обработки на автоматах продольного точения может быть установлено один или несколько суппортов для вращающегося инструмента.

На таких станках возможно использование инструмента, как со стандартным типом крепления, так и с хвостовиком Coromant Carpo, упрощающим процесс смены и позиционирования режущей кромки.



В суппорте для инструмента для внутренних операций могут быть установлены:

- Расточные оправки CoroTurn XS с лыской
- Оправки с цилиндрическим хвостовиком, закрепленные во втулках Easy Fix (тип 132N).

Примечание: Также возможен вариант установки расточных оправок системы CoroTurn SL для наружной обработки.



Расточная оправка CoroTurn XS

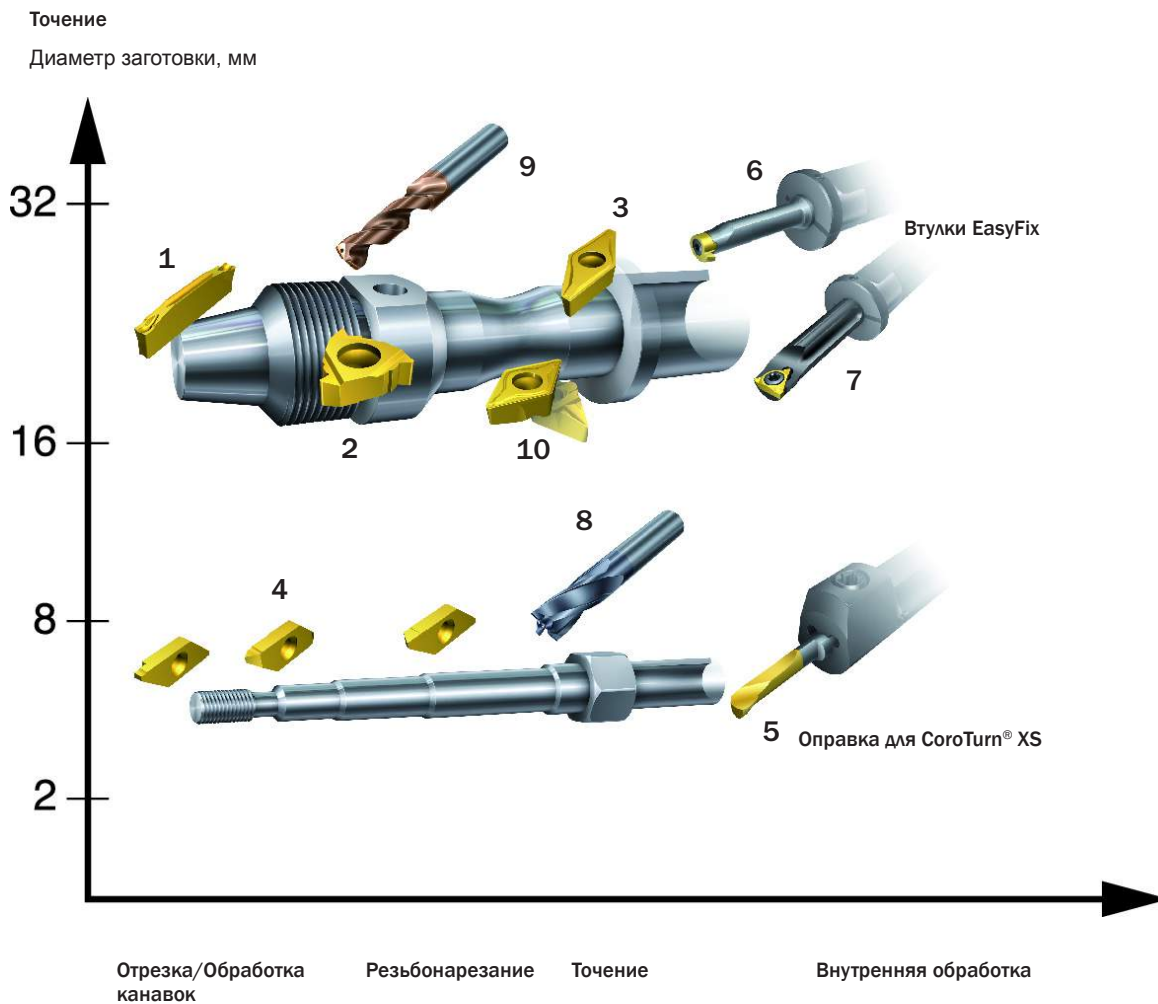


Инструмент CoroCut MB, закрепленный во втулках EasyFix

Инструменты для мелкоразмерной обработки

Для оптимизации производственного процесса и увеличения числа обрабатываемых деталей в единицу времени мы рекомендуем использовать нижеприведенные семейства инструмента для мелкоразмерной обработки.

Более подробная информация об особенностях мелкоразмерной обработки в разделе "Общее точение", глава А.



1 CoroCut®

Одно- и двухлезвийные пластины и пластины CoroCut® 3 для высокопроизводительной отрезки и обработки канавок.

2 T-Max U-Lock®

Высокоэффективный инструмент для резьбонарезания.

3 CoroTurn® 107

Пластины для точения и контурной обработки.

4 CoroCut® XS

Для выполнения наружных токарных операций на деталях диаметром от 1 мм.

5 CoroTurn® XS

Внутреннее точение, обработка канавок и нарезание резьбы внутри отверстий диаметром вплоть до 0,3 мм. Точное и надежное закрепление вставок CoroTurn XS обеспечивают оправки этого же семейства, которые могут быть без труда установлены на большинство типов автоматов продольного точения.

6 CoroCut® MB

Высокоточные канавки, точение и резьбонарезание в отверстиях диаметром от 10 мм. Для закрепления рекомендуются втулки Easy Fix, крепление которых возможно на большинстве типов автоматов продольного точения.

7 CoroTurn® 107 – Внутренняя обработка

Пластины данного семейства могут использоваться для растачивания в отверстиях диаметром от 6 мм. Рекомендуются для совместного использования с втулками Easy Fix.

8 CoroMill Plura®

Высокоточные фрезы диаметром от 0,4 мм.

9 CoroDrill Delta-C®

Сверла диаметром от 0,3 мм. В качестве стандартных позиций также доступны фасочные и ступенчатые сверла.

10 CoroTurn® TR

Максимальная стабильность и надежность контурной обработки.

Оснастка – Сверление

Выбор оснастки G 47



Оснастка – Растачивание

Выбор оснастки G 50



Оснастка – Резьбонарезание

Выбор оснастки G 53



Оснастка / Оборудование

Решение проблем G 55

Инструментальная оснастка – Точение

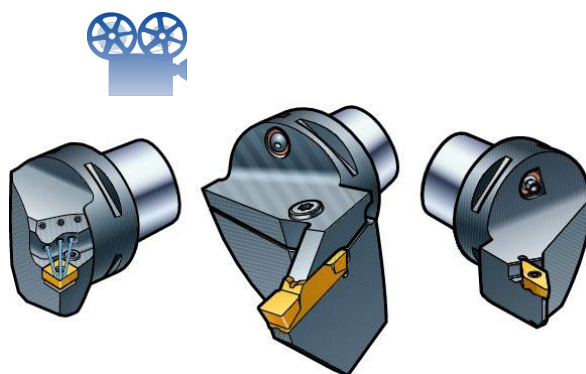
Sandvik Coromant предлагает несколько различных систем крепления токарного инструмента. При выборе инструментальной системы крепления следует обращать внимание на такие параметры как жесткость на изгиб и кручение, точность позиционирования режущей кромки, время смены кромки.

Безусловно, наилучшим выбором для операций любого типа является система Coromant Capto.



Coromant Capto® - система первого выбора

Для обеспечения высокой точности позиционирования и повторяемости положения вершины режущей кромки инструмента и для наивысшей стабильности обработки мы всегда рекомендуем выбирать инструмент системы Coromant Capto.

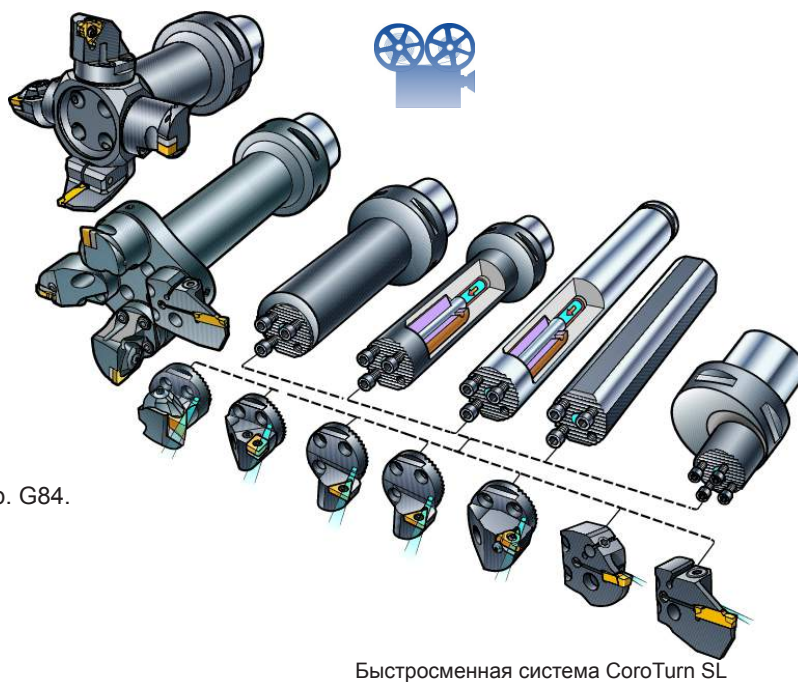


Внутренняя токарная обработка с CoroTurn® SL

CoroTurn SL выступает в качестве модульной инструментальной системы первоочередного выбора для операций внутреннего точения.

- Гибкое модульное решение, позволяющее создавать большое число разнообразных инструментов
- Широчайший выбор режущих головок, адаптеров и расточных оправок
- Время настройки инструмента на размер исчисляется минутами, а не часами
- Смена режущей кромки занимает несколько секунд.
- Резкое сокращение номенклатуры инструмента.

Более подробно о системе CoroTurn SL см. на стр. G84.



Адаптеры для инструментов с цилиндрическим хвостовиком

Эти адаптеры подходят для закрепления на обрабатывающих центрах и многоцелевых станках.



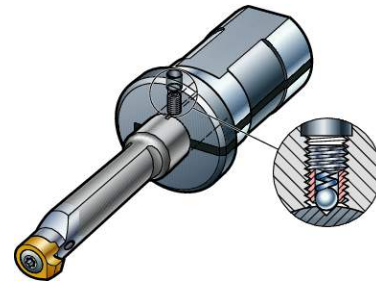
Универсальный адаптер для общего точения, отрезки, обработки канавок и резьбонарезания



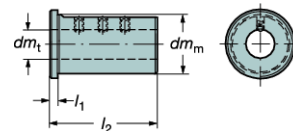
Адаптер для многоцелевых станков с внутренним подводом СОЖ, см. стр. G89.



Возможно закрепление имеющегося инструмента с цилиндрическим хвостовиком



Втулки EasyFix



Закрепление инструмента в универсальном адаптере и адаптере для многоцелевых станков возможно с использованием переходных втулок.

Адаптеры для наружного точения

CoroCut® и T-Max Q-Cut®

Универсальные адаптеры для закрепления отрезных лезвий CoroCut и T-Max Q-Cut.



Радиальное крепление



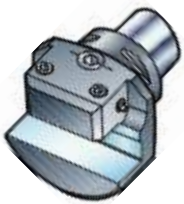
Осевое крепление



Возможно закрепление имеющихся отрезных лезвий

Адаптеры для хвостовиков призматического сечения

Универсальные адаптеры для закрепления инструмента для точения, отрезки, обработки канавок и резьбонарезания.



Радиальное крепление



Осевое крепление



Радиальное крепление



Угловое крепление



Возможно крепление всего имеющегося стандартного инструмента

Внимание!

Конструкция адаптеров предусматривает ручную настройку инструмента на размер и автоматическую смену самого адаптера.

- Измерьте вылет инструмента и внесите это значение в программу. Убедитесь в том, что риск столкновения инструмента и заготовки отсутствует.
- Убедитесь, что при смене инструмента не произойдет сбоя в инструментальном магазине.

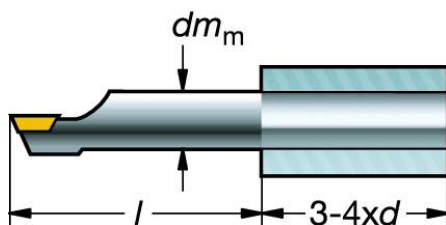
Расточные оправки для токарной обработки

Необходимость в расточных оправках появляется достаточно часто.

Для минимизации риска возникновения вибраций при работе с большим вылетом, рекомендуется использовать антивибрационные оправки.

В зависимости от соотношения диаметра оправки к вылету выбирается ее материал.

Тип оправки	Вылет
Стальная расточная оправка:	до $4 \times dm_m$
Твердосплавная расточная оправка:	до $6 \times dm_m$
Стальная антивибрационная оправка короткого исполнения:	до $7 \times dm_m$ Silent Tools
Стальная антивибрационная оправка длинного исполнения:	до $10 \times dm_m$ Silent Tools
Усиленная твердосплавная антивибрационная оправка:	до $14 \times dm_m$ Silent Tools

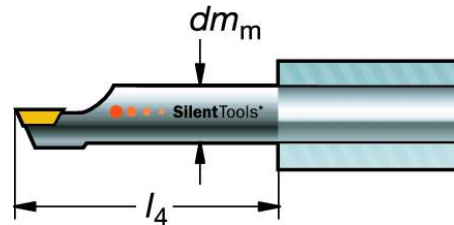


Цельная оправка

Минимально возможный вылет.

Максимально рекомендуемое значение вылета оправок из стали - $4 \times dm_m (l)$

Максимально рекомендуемое значение вылета твердосплавных оправок - $6 \times dm_m (l)$

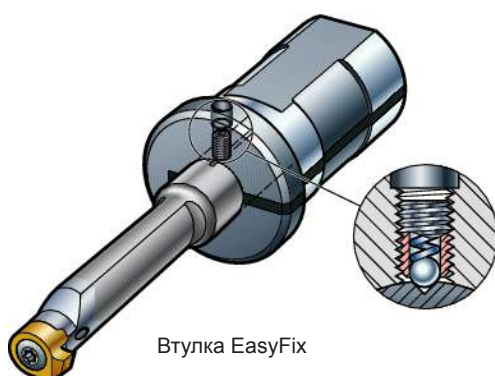


Предварительно настроенная оправка со встроенным демпфером

l_4 = зона демпфирования, не зажимать в этой зоне (на корпусе имеется соответствующая маркировка).

Максимально рекомендуемый вылет оправок с демпфером составляет $7 \times dm_m$ для короткого исполнения и $10 \times dm_m$ для длинного.

Подробная информация о расточных оправках CoroTurn SL на стр. G85, а антивибрационные оправки рассматриваются на стр. G98.



Втулка EasyFix

Используйте втулки Easy Fix для быстрого и точного закрепления оправок с цилиндрическим хвостовиком. Конструкция втулок обеспечивает точное позиционирование режущей кромки инструмента по высоте центров. Более подробно об этом на стр. G87.

Инструментальная оснастка – Фрезерование

Ассортимент фрезерного инструмента Sandvik Coromant поражает своим многообразием. Каждый тип фрез имеет свои характерные особенности, в соответствии с которыми определяется выбор системы крепления.

При выборе конкретного патрона или адаптера первостепенное значение имеют такие факторы как изгибная прочность, передаваемый момент и биение.

- Инструмент модульной системы отличается высокой универсальностью и гибкостью применения, обеспечивает возможность составлять различные инструментальные комбинации
- По возможности используйте оснастку максимального диаметра (удлинители, адаптеры)
- Низкую величину биения обеспечивает жесткая модульная оснастка
- Отличным выбором являются индивидуально сбалансированные патроны CoroGrip и HydroGrip, которые могут использоваться на очень высоких скоростях (свыше 20000 об/мин). К каждому патрону прилагается паспорт индивидуальной балансировки. Более подробно об этом на стр. G101.



Выбор патрона или адаптера для фрезы

Первоначально определитесь с типом соединения инструмента, а затем выберите соответствующий тип патрона или адаптера		Адаптер или патрон									
		Coromant Capto®	HydroGrip®	CoroGrip®	Патрон с термозажимом	Патрон цангового типа	Weldon	Адаптер с резьбовым соединением	Оправка с торцевым креплением	Торцевая оправка HydroGrip®	Антивибрационная фрезерная оправка
+++ Отлично	Передача момента	+++	+++	+++	+++	+	++	+	+++	+++	+++
++ Хорошо	Биение	+++	+++	+++	+++	+	+	+	++	+++	++
+ Удовлетворительно	Сбалансированность	+++	+++	+++	+++	+	+	++	+	+++	+
Исполнение фрезы											
Концевые фрезы со сменными пластинами	Coromant Capto®	1									
	Цилиндрический хвостовик		1	1	2	3					
	Weldon		2	2			1				
Резьбовое соединение							1				
Фрезы для обработки торцов и уступов	Coromant Capto®	1									
	Крепление на оправке								1	2	2
Дисковые фрезы	Coromant Capto®	1									
	Крепление на оправке								1		
CoroMill Plura®	Цилиндрический хвостовик		1	1	2	3					
	Weldon		2	2			1				

1 = Первый выбор

2 3 = Дополнительный вариант

Система Coromant Capto® – первый выбор для фрезерного инструмента

Приоритетный выбор, как и на других типах операций, остается у системы Coromant Capto, обеспечивающей максимум надежности и точности фрезерной обработки.



CoroMill® 490

Длиннокромочная фреза
CoroMill® 390

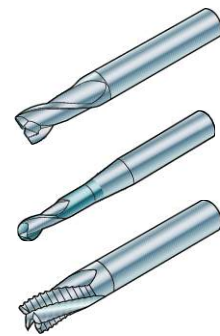
Патрон CoroGrip® охватывает широкий диапазон фрезерных операций

Высокоточный силовой патрон CoroGrip должен всегда выступать в качестве приоритетного выбора для закрепления фрез концевой формы. Это может быть как черновой этап обработки, так и суперфинишное фрезерование.

Способность патрона передавать большие значения крутящего момента исключает риск проворачивания и вытягивания инструмента в нем. Благодаря самотормозящемуся механизму закрепления, при обработке отсутствует гидравлическое давление внутри патрона. Усилие закрепления остается постоянным в процессе обработки и сохраняется в течение всего периода эксплуатации.

В патроне можно надежно закреплять инструменты с цилиндрическим хвостовиком, хвостовиком Weldon или Whistle Notch.

Хвостовики могут зажиматься как с переходными цангами, так и непосредственно в патроне, см. стр. G115.

Высокоточный силовой
патрон CoroGrip®

CoroMill® Plura



CoroMill® 316

Фреза CoroMill® 390 с
цилиндрическим хвостовикомФреза CoroMill® 300 с
цилиндрическим хвостовиком

HydroGrip®

Семейство патронов HydroGrip является хорошей альтернативой силовым патронам CoroGrip.

Эти патроны представлены в различном исполнении: коротком, удлиненном и сверхдлинном. Они представляют собой непревзойденное решение для получистового и чистового профильного фрезерования.

Для каждого исполнения патрона существует свое предельно допустимое значение скорости вращения шпинделя.

Патроны могут использоваться как с переходными цангами, так и самостоятельно, см. стр. G115.

В патронах HydroGrip можно зажимать любой инструмент с цилиндрическим хвостовиком.

Примечание: Для патронов диаметром 6 мм. Без промежуточной цанги в патроне можно закрепить только инструмент с цилиндрическим хвостовиком.



HydroGrip®

HydroGrip® HD



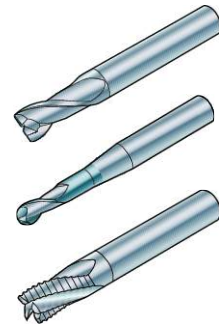
Короткое исполнение



Удлиненное исполнение



Сверхдлинное исполнение



CoroMill® Plura



CoroMill® 316



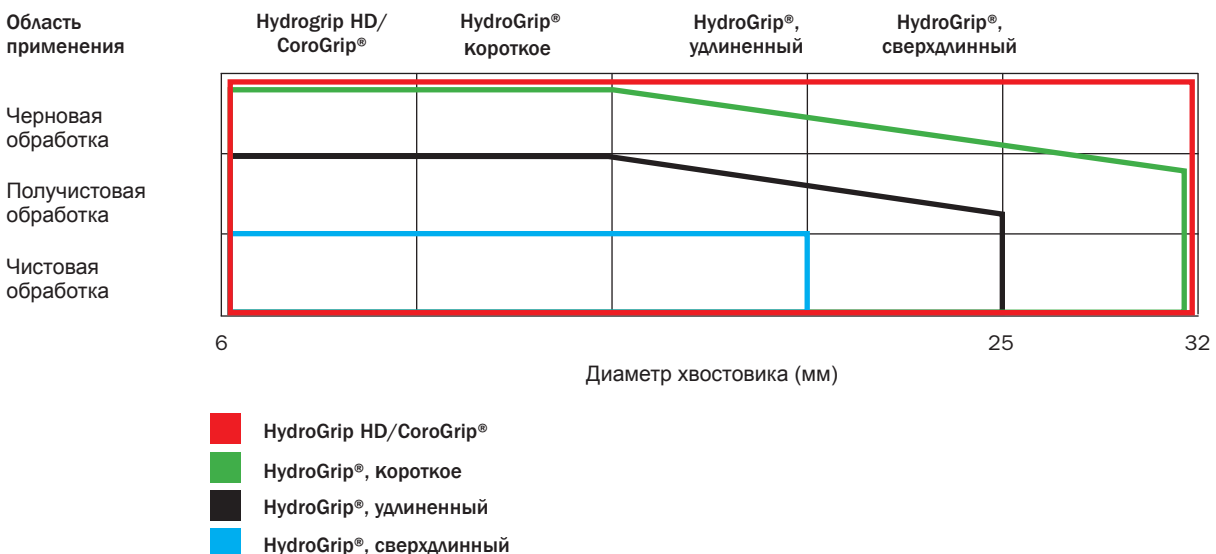
Фреза CoroMill 390 с цилиндрическим хвостовиком



Фреза CoroMill 300 с цилиндрическим хвостовиком

Высокоточные патроны CoroGrip® и HydroGrip®

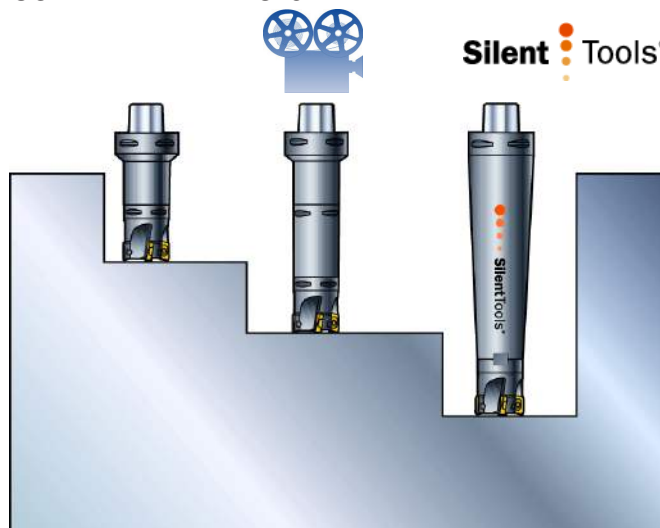
Распределение по областям применения



Антивибрационные оправки для работы с большими вылетами

Ассортимент модульной оснастки Coromant Capto позволяет собирать наладки всевозможной длины посредством использования удлинителей и переходников.

- По возможности выбирайте адаптер минимальной длины
- Назначайте режимы резания в соответствии с длиной инструментальной наладки
- С целью минимизации вибраций в процессе резания используйте антивибрационные расточные оправки при увеличенном вылете инструмента ($>5 \times D$). Более подробно об этом на стр. G99.



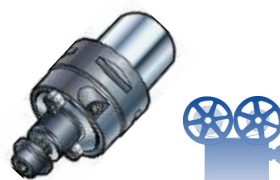
Адаптеры с торцевым креплением на шпонке

При необходимости получить поверхность высокого качества наилучшим выбором крепления торцевого фрезерного инструмента является оправка HydroGrip. Данная оправка гарантирует минимальную величину биения даже при возникновении значительных усилий резания.

Универсальные оправки для торцевых фрез.

Повышенную жесткость и стабильность закрепления гарантирует оправка для дисковых фрез.

Примечание: дистанционные кольца для закрепления дисковых фрез должны быть заказаны отдельно.



Оправка HydroGrip® для торцевых фрез



CoroMill® Century



Фрезерная оправка



CoroMill® 245



Оправка для дисковых фрез



CoroMill® 331

Адаптеры для фрез с цилиндрическим хвостовиком

Наряду с цилиндрическим хвостовиком довольно распространенным для концевых фрез является хвостовик Weldon.

Примечание: Каждому размеру хвостовика соответствует свой размер патрона.

Цанговый патрон рекомендуется использовать для закрепления фрез для получистовых этапов обработки. Данные патроны изготавливают в трех исполнениях – стандартном, коротком и длинном.

При обработке труднодоступных поверхностей рекомендуется использовать цанговый патрон длинного исполнения.

Непременным элементом цангового патрона является зажимная гайка. Соблюдайте рекомендованные значения моментов при затягивании этой гайки, значения которых приведены на стр. G118.



Патрон Weldon



Фреза CoroMill® 390 с хвостовиком Weldon



Цанговый патрон



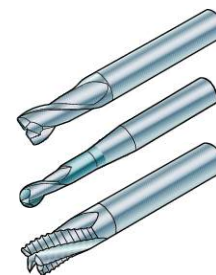
Фреза CoroMill® 390 с цилиндрическим хвостовиком



Цанговый патрон длинного исполнения



Фреза CoroMill® 300 с цилиндрическим хвостовиком



CoroMill® Plura

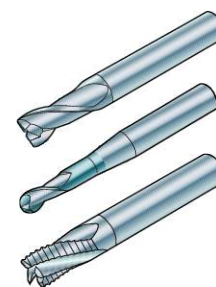
Патрон с термозажимом рекомендуется для закрепления инструмента, как для черновой, так и для чистовой обработки.

Примечание: Каждому размеру хвостовика соответствует свой размер патрона.

В термopatроне возможно закрепление только цилиндрических хвостовиков.



Патрон с термозажимом



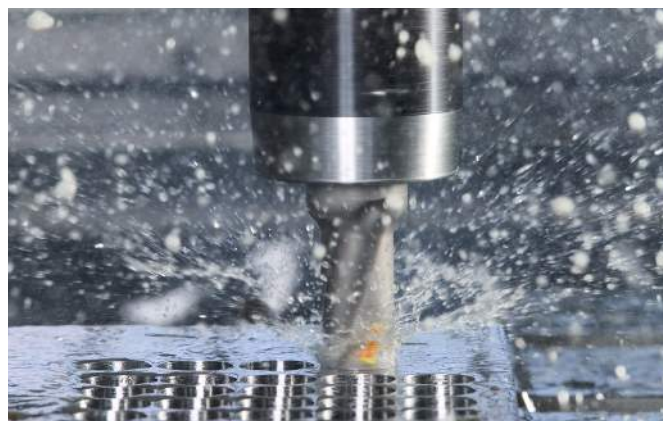
CoroMill® Plura

Инструментальная оснастка для сверления

Sandvik Coromant предлагает множество вариантов инструмента для обработки всевозможных отверстий. Каждая конкретная система сверления обладает своими особенностями и преимуществами, в соответствии с которыми и определяется выбор системы крепления инструмента.

Радиальное биение, изгибная жесткость, передача крутящего момента и сбалансированность инструмента, а также возможность обеспечения внутреннего подвода СОЖ – вот основные критерии при выборе оснастки для осевого инструмента.

- Модульные инструментальные системы позволяют создавать необходимые наладки из имеющихся стандартных модулей, повышая тем самым гибкость производства. По возможности используйте оснастку максимального диаметра (удлинители, адаптеры).
- Низкую величину биения обеспечивает жесткая модульная оснастка.
- Отличным выбором являются индивидуально сбалансированные патроны CoroGrip и HydroGrip, которые могут использоваться на очень высоких скоростях (свыше 20000 об/мин). К каждому патрону прилагается паспорт индивидуальной балансировки. Более подробно об этом на стр. G101.



Выбор патрона или адаптера для сверла

Первоначально определитесь с типом соединения инструмента, а затем выберите соответствующий тип патрона или адаптера		Адаптер или патрон							
		Coromant Capto®	HydroGrip®	CoroGrip®	Патрон для сверл по ISO 9766	Регулируемый патрон для сверл	Патрон с термозажимом	Патрон цангового типа	Патрон Whistle Notch®
+++ Отлично	Передача момента	+++	+++	+++	+++	+++	++	+	+++
++ Хорошо	Биение	+++	+++	+++	+	+	+++	+	+
+ Удовлетворительно	Сбалансированность	+++	+++	+++	+	+	+++	+	+
Тип сверла									
CoroDrill® 880	Coromant Capto® ISO 9766	1							
			2	2	1	2			
CoroDrill Delta-C®	Цилиндрический хвостовик		1	2			3	4	
	Whistle Notch®		2	2					1
Coromant Delta®	ISO 9766		2	2	1		3		
	Whistle Notch®		2	2					1

1 = Первый выбор

2 3 4 = Дополнительный вариант

Система крепления Coromant Capto® для сверл CoroDrill® 880

Сверла серии CoroDrill 880 с хвостовиком Coromant Capto позволяют минимизировать вылет инструмента и добавляют стабильности и точности в процесс сверления.



Базовый держатель и адаптер Coromant Capto®



CoroDrill® 880

Патроны HydroGrip® и CoroGrip® для всех операций сверления

Патроны HydroGrip и CoroGrip применяются для операций сверления для сверл с диаметром хвостовика до 32 мм.

В них могут быть надежно зажаты сверла с цилиндрическим хвостовиком, хвостовиком по ISO 9766 или Whistle Notch.

Примечание: хвостовик Whistle Notch диаметром 6 мм (или любой другой хвостовик с лыской) всегда должен зажиматься в патроне HydroGrip через цангу, в противном случае патрон может быть поврежден.

Все другие размеры хвостовиков могут зажиматься в патроне, как с цангой, так и без неё, см стр. G112.

В патроне CoroGrip хвостовики всех возможных типов могут зажиматься как с цангой, так и без нее, см. стр. G104.



Высокоточный патрон HydroGrip®



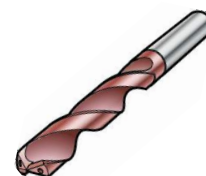
Высокоточный силовой патрон CoroGrip®



CoroDrill® 880



Coromant Delta®



CoroDrill Delta-C®



Сверхдлинное исполнение



Удлиненное исполнение

Патрон HydroGrip® с большим вылетом

Исполнение патронов HydroGrip может быть коротким, удлиненным и сверхдлинным. Последнее исполнение наилучшим образом подходит для обработки труднодоступных мест, когда требуется большой вылет инструмента.

Патрон для цилиндрического хвостовика с лыской по ISO 9766

Патроны для закрепления хвостовиков по ISO 9766.

Применяется для сверлильных операций при невысоких требованиях к биению инструмента.

Примечание: в патрон с определенным посадочным диаметром можно зажать сверло с хвостовиком соответствующего диаметра.



Патрон для сверл с хвостовиком по ISO 9766



CoroDrill® 880



Coromant Delta®

Регулируемый патрон для сверл CoroDrill 880 позволит точно настроить инструмент под заданный допуск обрабатываемого отверстия, либо сверлить отверстие большего диаметра, чем номинальный диаметр сверла.

Для сверл с хвостовиком по ISO 9766 ползун заказывается отдельно.

Диапазон регулирования патрона до 1.4 мм на диаметр. Дискретность настройки 0.05 мм.

Примечание: диапазон регулирования патрона может превышать допустимую область регулировки сверла.



Регулируемый патрон для сверл



CoroDrill® 880

Дополнительные варианты закрепления

Адаптеры с системой крепления Whistle Notch доступны для сверл Coromant Delta и CoroDrill Delta-C, но они не являются первым выбором по причине возможного биения инструмента.



Патрон для сверл с хвостовиком Coromant Whistle Notch®



Coromant Delta®



Патрон Whistle Notch® для хвостовиков по DIN 6535-HE



CoroDrill Delta-C®

Термозажимные патроны используются для всех видов сверления.

Примечание: в патрон с определенным посадочным диаметром можно зажать сверло с хвостовиком соответствующего диаметра. Только для цилиндрических хвостовиков.



Патрон с термозажимом



CoroDrill Delta-C®

Инструментальная оснастка для растачивания

Sandvik Coromant предлагает множество способов растачивания отверстий. Каждая конкретная система растачивания обладает своими особенностями и преимуществами, в соответствии с которыми и выбирается тип ее закрепления на станке.

Изгибная жесткость и передача крутящего момента – основополагающие факторы для выбора инструментальной оснастки для операций растачивания.

Минимальное биение инструмента – важнейший критерий выбора инструментальной оснастки для операций развертывания.

• В качестве максимально жесткой инструментальной системы, мы рекомендуем использовать систему Coromant Capto

• Добивайтесь минимального вылета инструмента

• Выбирайте максимальный присоединительный размер крепления

• Отдавайте предпочтение конусным переходникам

• Для работы с большим вылетом ($>4 \times D_{m}$) используйте антивибрационные оправки



• При работе с большим вылетом необходимо обеспечивать надежный контакт оправки с торцем шпинделя

• Максимально рекомендуемое биение для разверток – 5 мкм.

Выбор адаптера или патрона для растачивания или развертывания

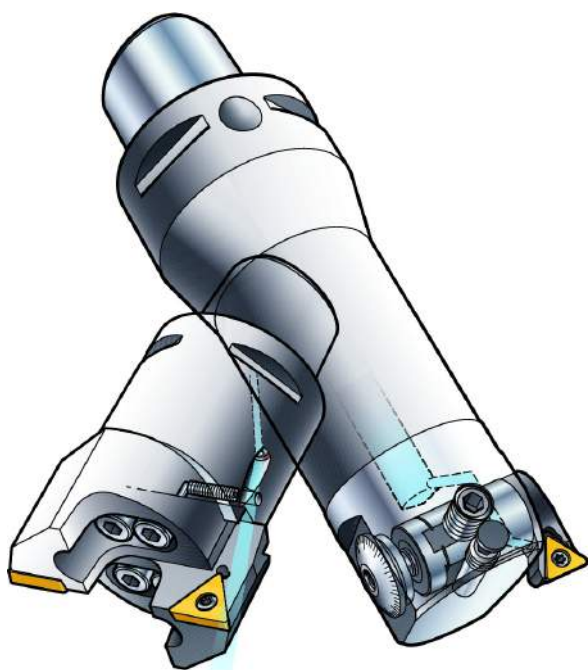
Первоначально определитесь с типом соединения инструмента, а затем выберите соответствующий тип патрона или адаптера		Адаптеры и патроны							
		Coromant Capto®	HydroGrip®	CoroGrip®	Патрон с термозажимом	Цанговый патрон	Фрезерная оправка	Оправка HydroGrip® для торцевого крепления	Антивибрационная фрезерная оправка
+++ Отлично	Передача момента	+++	+++	+++	++	+	+++	+++	+++
++ Хорошо	Биение	+++	+++	+++	+++	+	+	+++	++
+ Удовлетворительно	Сбалансированность	+++	+++	+++	+++	+	+	+++	+
Тип соединения расточного инструмента									
CoroBore® 820	Coromant Capto®	1							
DuoBore™	Coromant Capto® Крепление на оправке	1							1
Тяжелая обработка	Coromant Capto® Крепление на оправке	1					1	2	
CoroBore® 825	Coromant Capto® Цилиндрический хвостовик Крепление на оправке	1	1	2	3	4	1	2	
Чистовая расточная головка 391.37A/B	Coromant Capto®	1							
Развертка 830	Цилиндрический хвостовик		1	2	3				

1 = Первый выбор

2 3 4 = Дополнительный вариант

Первый выбор – система Coromant Capto®

Coromant Capto – максимально надежная инструментальная система крепления с превосходной повторяемостью параметров закрепления, по праву занимающая лидирующую позицию на рынке. Первый выбор для всех операций.



Базовые держатели и адаптеры Coromant Capto®



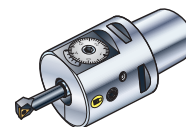
CoroBore® 820



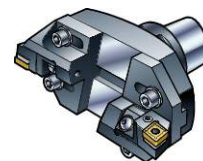
CoroBore® 825



DuoBore™



Чистовая расточная головка



Инструмент для тяжелого растачивания

HydroGrip® - первый выбор для закрепления разверток и расточного инструмента с цилиндрическим хвостовиком

Высокоточные патроны HydroGrip в первую очередь применяются для операций развертывания и чистового растачивания инструментом с цилиндрическим хвостовиком. Эти патроны обладают значительным усилием зажима и обеспечивают минимальное биение. Каждый патрон индивидуально сбалансирован и поставляется с паспортом индивидуальной балансировки. Более подробно об этом на стр. G112.



Короткое исполнение



Удлиненное исполнение



CoroBore® 825 с цилиндрическим хвостовиком



Развертка Reamer 830

Крепление на оправке

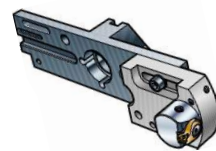
Оправки для торцевых фрез – универсальная система крепления инструмента с высокой несущей способностью по передаче крутящего момента.

При работе с большим вылетом на расточных операциях используйте систему DuoBore в сочетании с антивибрационной оправкой.

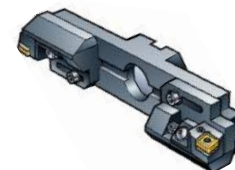
Оправка HydroGrip для торцевых фрез может быть использована при высоких требованиях к биению.



Фрезерная оправка



CoroBore® 825



Инструмент для тяжелого растачивания



Антивибрационная фрезерная оправка



DuoBore™

Дополнительные возможности закрепления

Патрон CoroGrip®

Высокоточный патрон CoroGrip обеспечивает минимальное биение и высокое усилие зажима. Каждый патрон индивидуально сбалансирован и имеет сертификат заводских испытаний. Более детальная информация на стр. G101. Чрезвычайно мощный зажим инструмента в этом патроне не оправдывается на легких операциях, таких как развёртывание и чистовое растачивание.

Патрон с термозажимом

Термозажимные патроны используются при обработке труднодоступных мест. Однако, CoroBore 825 с встроенным демпфером выглядит предпочтительнее на таких операциях.



Высокоточный силовой патрон CoroGrip®



CoroBore® 825 с цилиндрическим хвостовиком



Развертка Reamer 830



Патрон с термозажимом



CoroBore® 825 с цилиндрическим хвостовиком



Развертка Reamer 830

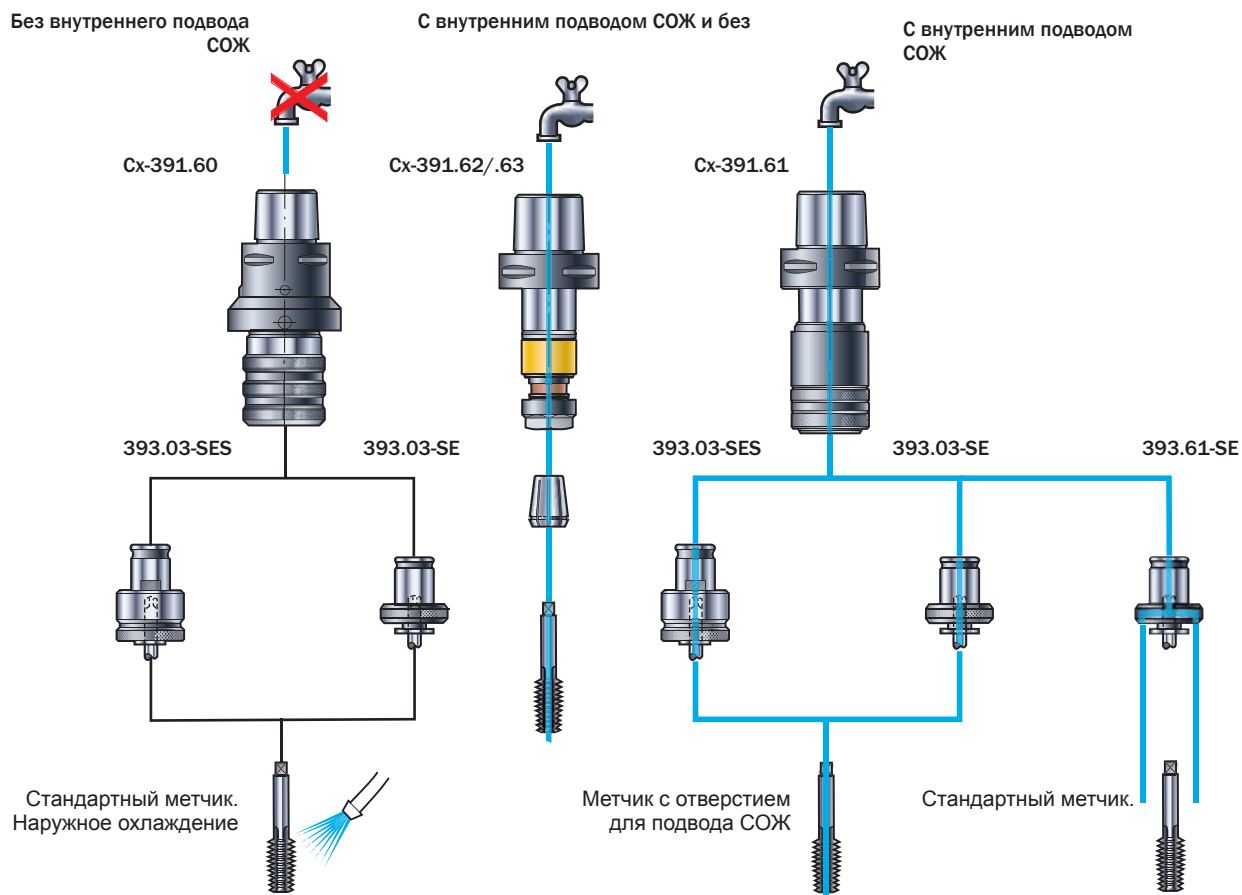


Цанговый патрон



CoroBore® 825 с цилиндрическим хвостовиком

Системы крепления метчиков



Выбор инструментальной системы крепления

Патроны

Метчиковые патроны разработаны для использования в станках, оснащённых автоматической сменой инструмента. Для компенсации рассогласования в подаче инструмента и шаге нарезаемой резьбы необходимо конструктивно вводить компенсацию для снятия возникающих в процессе резания напряжений.

Метчиковый патрон

Возможны два исполнения:

- С положительной компенсацией, исполнение SE
- С предохранительной муфтой, исполнение SES.

Оба исполнения передают момент резания через квадрат метчика.

Исполнение SES отличается наличием предустановленной предохранительной муфты, которая срабатывает в случае превышения настроенного момента резания.

Патроны для левой резьбы запрашиваются отдельно.



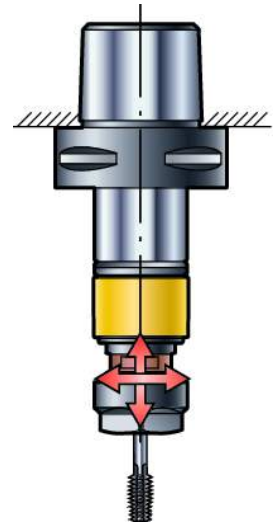
Специальная обработка

Синхронизированное нарезание резьбы

Даже микронное рассогласование в величине подачи и реального шага резьбы может привести к повышенным нагрузкам на метчик и метчиковый патрон, значительно увеличивая при этом силу резания.

Синхронизированные метчиковые патроны 391.62/391.63 имеют возможность микрокомпенсации радиальных и осевых отклонений.

Данный тип патронов снижает осевую силу резания по всей длине режущей части метчика, как следствие улучшается качество поверхности и повышается стойкость инструмента.



Инструкция по сборке:

1. Наденьте цангу подходящего размера на хвостовик метчика.
2. Используйте два гаечных ключа для затягивания гайки.
3. Затяните гайку динамометрическим ключом с рекомендованным моментом затяжки:

ER11: 16 Нм

ER20: 32 Нм

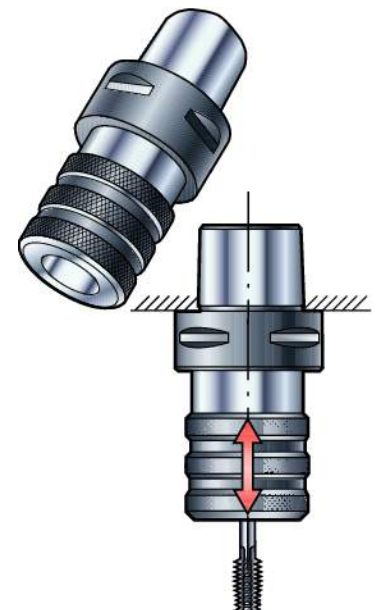
ER25: 108 Нм

ER40: 170 Нм

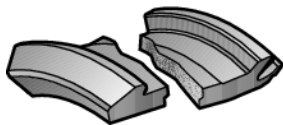
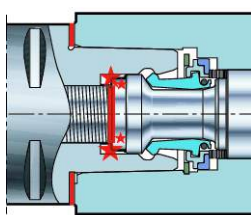
Резьбонарезание без синхронизации

Для достижения лучшего результата в резьбонарезании на станках, не оснащенных функцией синхронизации, должны быть соблюдены следующие требования:

- Подачу метчика по программе станка необходимо уменьшить на 10% от теоретической величины (шаг резьбы в мм на один оборот). Это позволит метчику резать резьбу, точно соответствующую ее шагу
- Для глухих отверстий необходимо уменьшить глубину резания на 10% относительно глубины отверстия во избежание поломки метчика
- При нарезании резьб метчиком в глубоких отверстиях в мягких материалах, таких как алюминий, подача и глубина резания должны быть занижены на 3-5%.



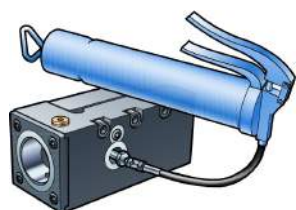
Решение проблем

	Причина	Устранение
<p>Поломка сегмента лепестковой цанги</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Механическое повреждение сегмента. • Залипание сегментов при перемещении центральной тяги. • Повреждение внутренней канавки на закрепляемой единице оснастки. • Неверное время цикла закрепления. 	<ul style="list-style-type: none"> • Замените поврежденный сегмент. • Очистите поверхности сопрягаемых деталей и убедитесь, что цанга беспрепятственно скользит по поверхности тяги. • Замените поврежденный держатель. • Внесите соответствующие корректировки в цикл закрепления.
<p>Неправильное закрепление</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Закрепляемая оснастка вставлена не достаточно глубоко в шпиндель и не может быть захвачена центральной тягой. • Отсутствие контакта закрепляемой оснастки и центральной тяги вследствие сопротивления воздушных потоков. • Центральная тяга находится в невыдвинутом положении при смене оснастки. • Механизм закрепления был приведен в действие до того как инструмент был корректно вставлен в держатель. • Залипание сегментов при перемещении центральной тяги. • Недостаточное давление пружины на лепестковую цангу. 	<ul style="list-style-type: none"> • Отрегулируйте цикл смены инструмента либо положение автооператора. • Отрегулируйте цикл обдува гнезда, таким образом, чтобы подача воздуха прекращалась непосредственно перед остановкой инструмента у центральной тяги. • Проверьте давление разжима. • Отрегулируйте цикл закрепления по времени. • Очистите поверхности сопрягаемых деталей и убедитесь, что цанга беспрепятственно скользит по поверхности тяги. • Замените пружину.

Причина

Устранение

Нет движения в ручном механизме зажима.



- Слишком большое количество смазки в механизме закрепления.

- Разберите узел крепления и удалите излишнее количество смазки.

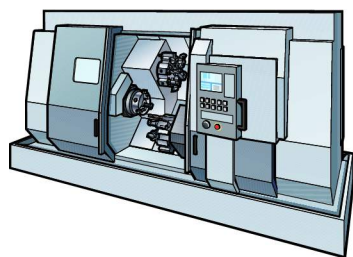
Оснастка застревает в шпинделе после раскрепления.



- Недостаточное давление.
- Повреждение контактных поверхностей.
- Повреждение сегментов лепестковой цанги.
- Наличие заусенцев на внутренней канавке закрепляемой оснастки.

- Отрегулируйте давление.
- Замените поврежденные элементы.
- Отрегулируйте цикл закрепления.
- Замените поврежденную оснастку.
- Отрегулируйте глубину, на которую вставляется инструмент.
- Проверьте центральную тягу и сегменты лепестковой цанги на наличие повреждений, при необходимости замените поврежденные элементы.

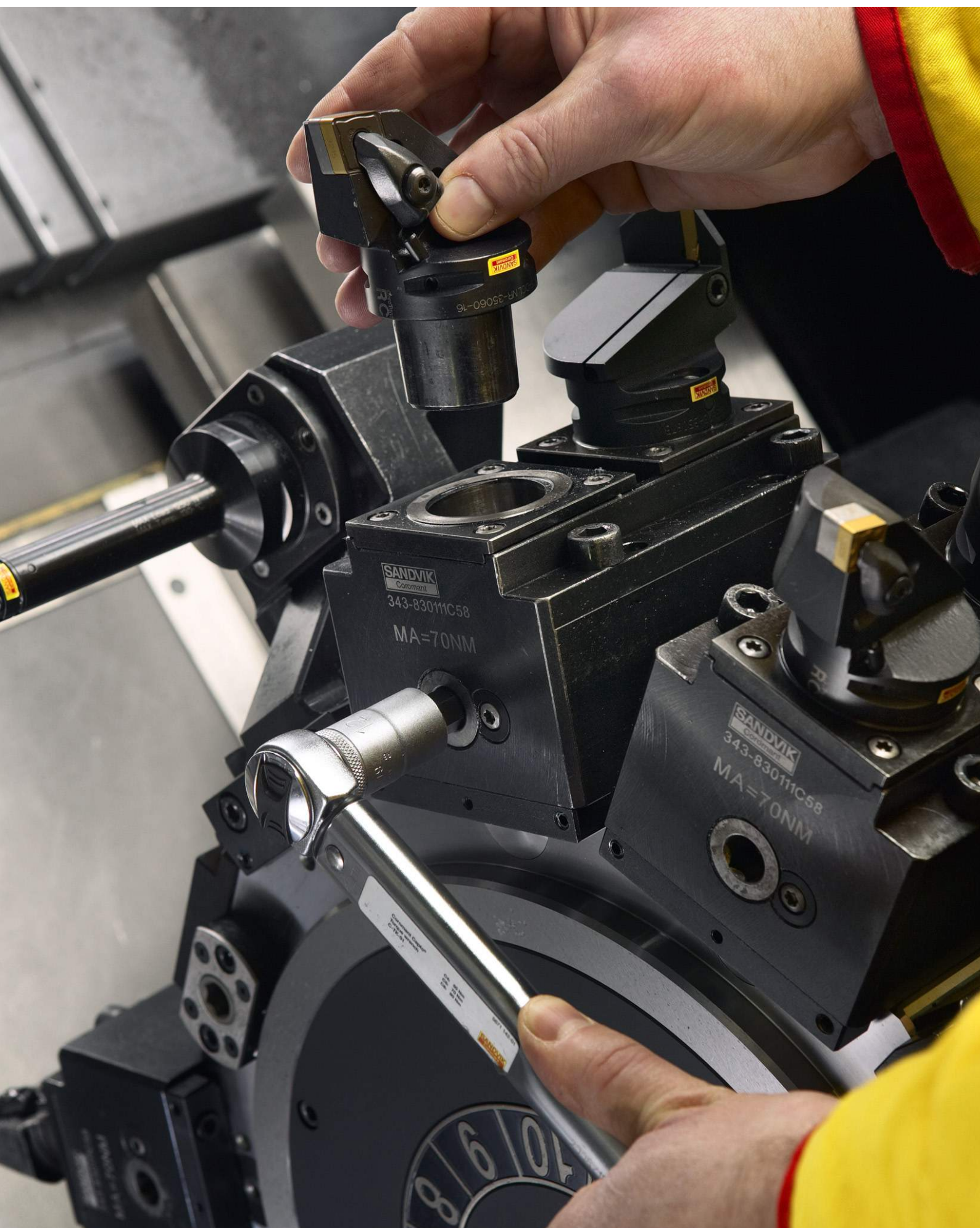
Цикл обработки не начинается после смены инструмента (только для станков с пневматической системой определения наличия инструмента в рабочей позиции).



- Утечки в пневмосистеме.

- Очистите инструмент от загрязнений и проверьте, нет ли повреждений на внутренних поверхностях шпинделя.

Возможные варианты оснащения станков



Базовые держатели Coromant Capto® для ручного закрепления

Базовые держатели для ручного закрепления предназначены для всех токарных центров, не оборудованных механизмом автоматической смены инструмента. В таких держателях в качестве зажимного элемента используются как тяги, так и центральные болты, для закрепления которых необходимо использовать динамометрический ключ.

Тяга, перемещаемая эксцентриком

Перемещение тяги осуществляется эксцентриком, расположенным в пазу тяги.

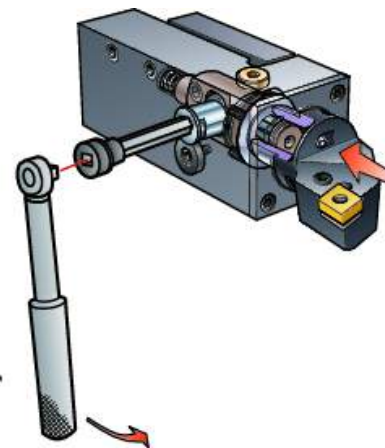
Вращение эксцентрика при закреплении и раскреплении резцовой головки производится шестигранным ключом (требуется менее половины оборота эксцентрика).



Тяга, перемещаемая винтом

Тяга перемещается при вращении винта, расположенного в хвостовике.

Поворот винта осуществляется шестигранным ключом сзади базового держателя. Для закрепления резцовой головки требуется один поворот ключа.



Тяга, перемещаемая эксцентриком

Крепление центральным болтом

Для закрепления и раскрепления резцовой головки используется болт, расположенный по центральной оси базового держателя.

Его вращение производится шестигранным ключом сзади. Для закрепления резцовой головки требуется от четырех до пяти поворотов ключа.

Базовые держатели для универсальных револьверных головок

Круглого сечения для внутренней обработки:

Особенности базовых держателей типа 2000

- Использование лепестковой цанги с сегментами.
- Тяга, перемещаемая винтом.
- Для закрепления требуется менее одного оборота эксцентрика.



Базовый держатель типа 2000

Особенности базовых держателей типа 3000

- Закрепление центральным болтом (четыре или пять оборотов для закрепления).

Установка

- Установка базовых держателей типа 2000 и 3000 ничем не отличается от закрепления обычной расточной оправки.



Базовый держатель типа 3000

Базовые держатели для наружной обработки:

Подходят к большинству станков с креплением клином державок прямоугольного сечения размером 20, 25, 32 и 40 мм.

Особенности базовых держателей типа 2085

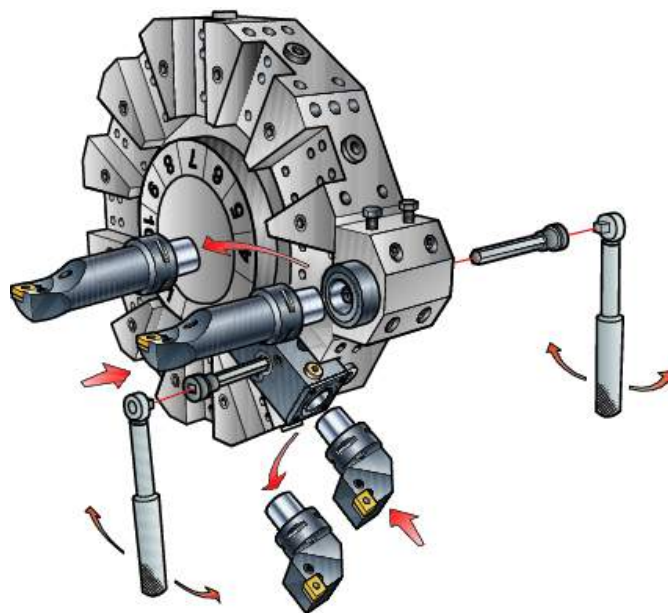
- Использование лепестковой цанги с сегментами.
- Тяга, перемещаемая эксцентриком.

Установка

- Из гнезда револьверной головки нужно удалить штатный прижим.
- Базовый держатель 2085 вставляется в гнездо револьверной головки и закрепляется встроенным клином.

Особенности

- Не требуется изменения револьверной головки.
- Возможность внутреннего подвода СОЖ.
- Минимальный вылет обеспечивает максимальные технологические возможности.
- Для закрепления головок для наружной и внутренней обработки используется один и тот же ключ.
- Регулировка вылета инструмента (при необходимости трубчатые держатели могут быть укорочены).

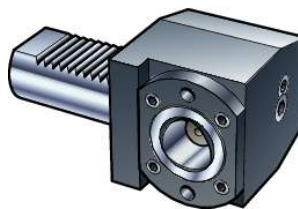


Базовые держатели типа 2085

Базовые держатели для револьверных головок с креплением VDI (DIN 69880)

Преимущества данной оснастки:

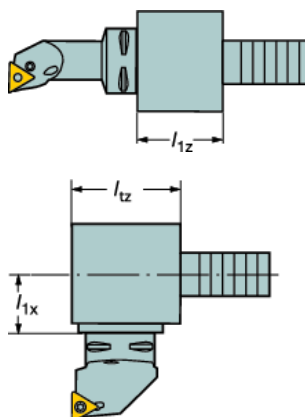
- Не требуется изменения револьверной головки.
- Возможность внутреннего подвода СОЖ.
- Для закрепления головок для наружной и внутренней обработки используется один и тот же ключ.



Базовый держатель с хвостовиком VDI

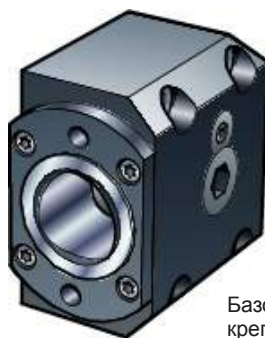
Особенности базовых держателей с хвостовиками VDI для наружной и внутренней обработки

- Использование лепестковой цанги с сегментами
- Быстросменность, необходим поворот ключа всего на половину оборота для закрепления-раскрепления головки.
- Во избежание столкновений при обработке для прямых и угловых базовых держателей принят один и тот же размер по длине от торца револьверной головки $l_{tz} = l_{1z}$.
- Угловые базовые держатели предусмотрены двух исполнений по размеру l_{1x} .



Встраиваемые базовые держатели для ручного закрепления

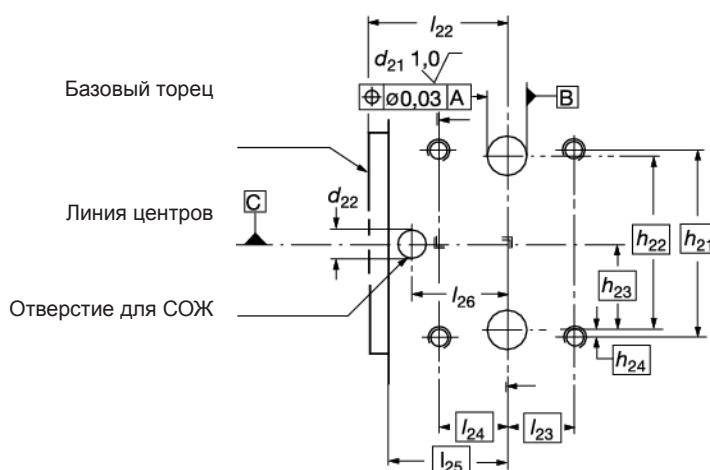
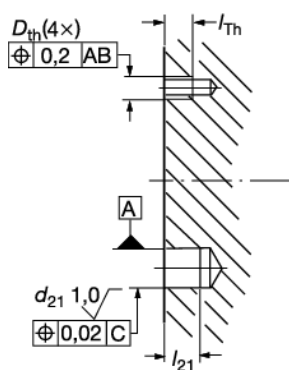
Базовые держатели типа 2090 могут изменяться под особенности станка, для которого они предназначены. Более подробную инструкцию по интеграции базовых держателей в станок смотри в “Основном каталоге”.



Базовый держатель типа 2090 с креплением эксцентриком

Присоединительные размеры для встраивания базовых держателей типа RC/LC 2090

Min твердость базовой поверхности 270 HB

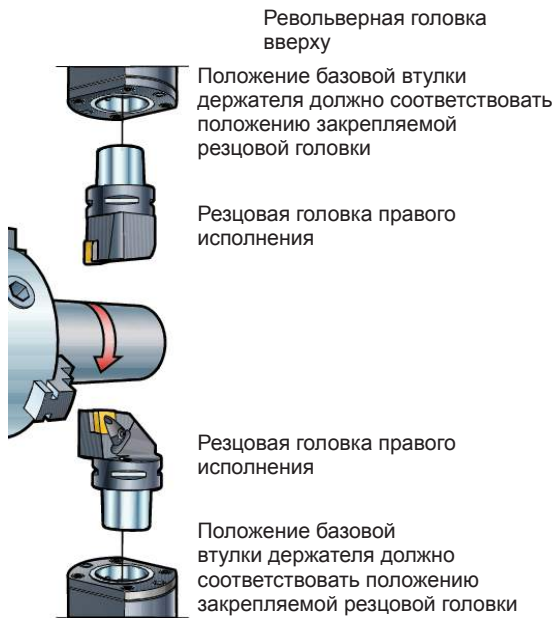


Показано правое исполнение

Базовый держатель	Размеры, мм														
	d_{21} H7	d_{22}	h_{21}	h_{22}	h_{23}	h_{24}	l_{21} min.	l_{22}	l_{23}	l_{24}	l_{25}	l_{26}	l_{th} min.	D_{th}	
C3-R/LC2090-19039M	12	5	42	39	19.5	1.5	8.5	39	19	19	33.5	28	7.5	M6	
C4-R/LC2090-24043A	16	7	60	55	27.5	2.5	11	43	19	19	36.5	30	11	M8	
C5-R/LC2090-32048A	20	7	70	62	31	4	12	48	21	21	39.5	33	13	M10	
C6-R/LC2090-42060	25	10	82	71	35.5	5.5	20	60	24.5	24.5	50.5	41	12	M10	
C8-R/LC2090-50088	32	11	110	92	46	9	20	88	43	43	76	63	14.5	M12	

Выбор базового держателя

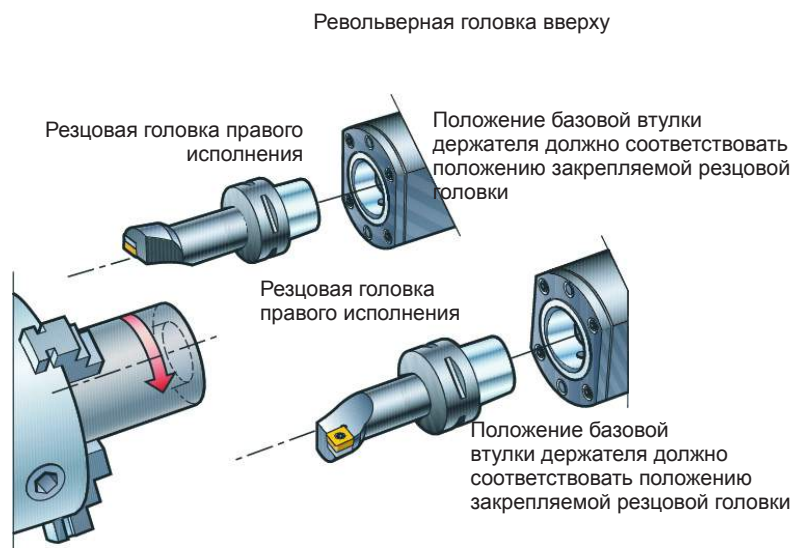
Наружная обработка



Вращение шпинделя по часовой стрелке

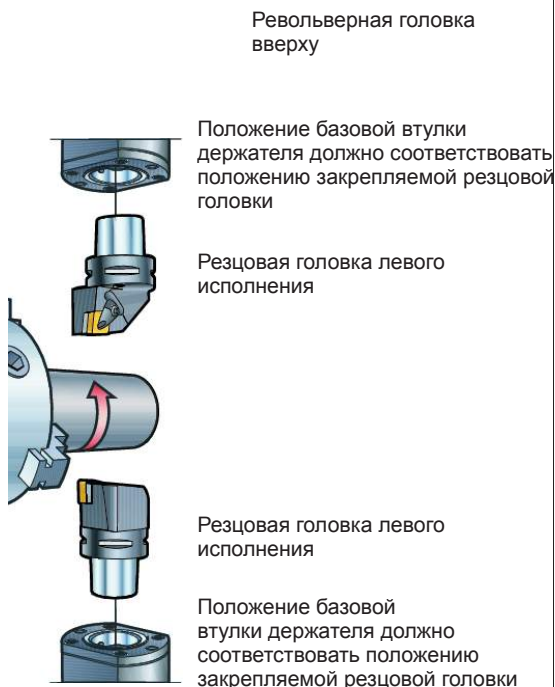
Револьверная головка вниз

Внутренняя обработка



Револьверная головка вниз

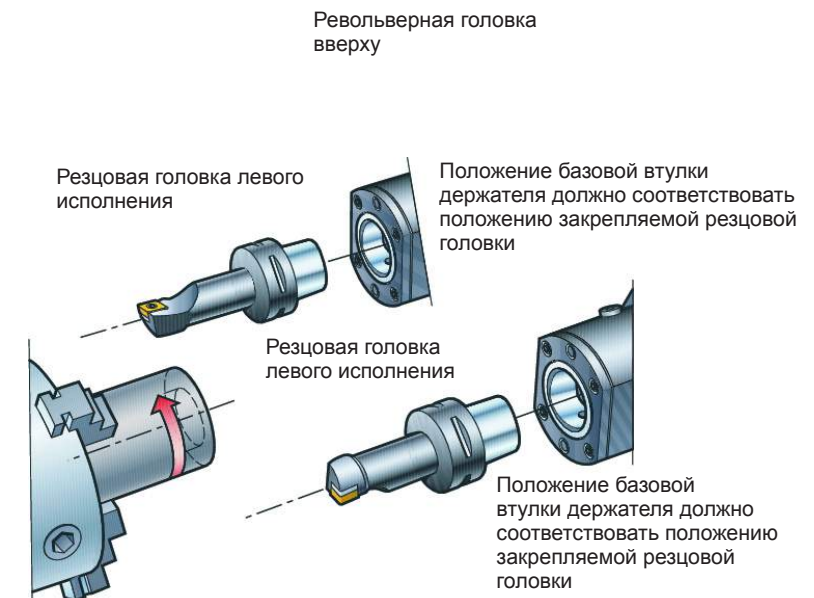
Наружная обработка



Вращение шпинделя против часовой стрелки

Револьверная головка вниз

Внутренняя обработка



Револьверная
головка вниз

Внутренняя обработка с двумя шпинделями

Револьверная головка вверх

Положение базовой втулки держателя должно соответствовать положению закрепляемой резцовой головки

Резцовая головка левого исполнения

Вращение шпинделя против часовой стрелки

Вращение шпинделя против часовой стрелки

Резцовая головка левого исполнения

Резцовая головка правого исполнения

Резцовая головка правого исполнения

Положение базовой втулки держателя должно соответствовать положению закрепляемой резцовой головки

Револьверная головка вниз

Вращение шпинделя по часовой стрелке

Наружная обработка с двумя шпинделями

Револьверная головка вверх

Положение базовой втулки держателя должно соответствовать положению закрепляемой резцовой головки

Положение базовой втулки держателя должно соответствовать положению закрепляемой резцовой головки

Резцовая головка правого исполнения

Резцовая головка левого исполнения

Вращение шпинделя по часовой стрелке

Вращение шпинделя против часовой стрелки

Резцовая головка правого исполнения

Резцовая головка левого исполнения

Положение базовой втулки держателя должно соответствовать положению закрепляемой резцовой головки

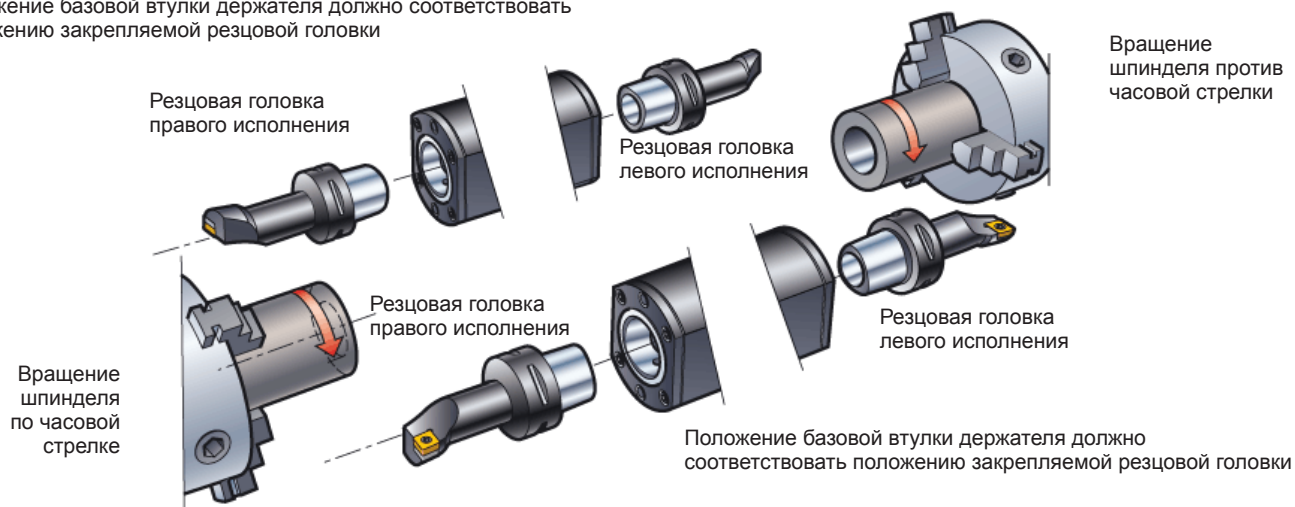
Положение базовой втулки держателя должно соответствовать положению закрепляемой резцовой головки

Револьверная головка вниз

Внутренняя обработка с двумя шпинделями

Револьверная головка вверх

Положение базовой втулки держателя должно соответствовать положению закрепляемой резцовой головки

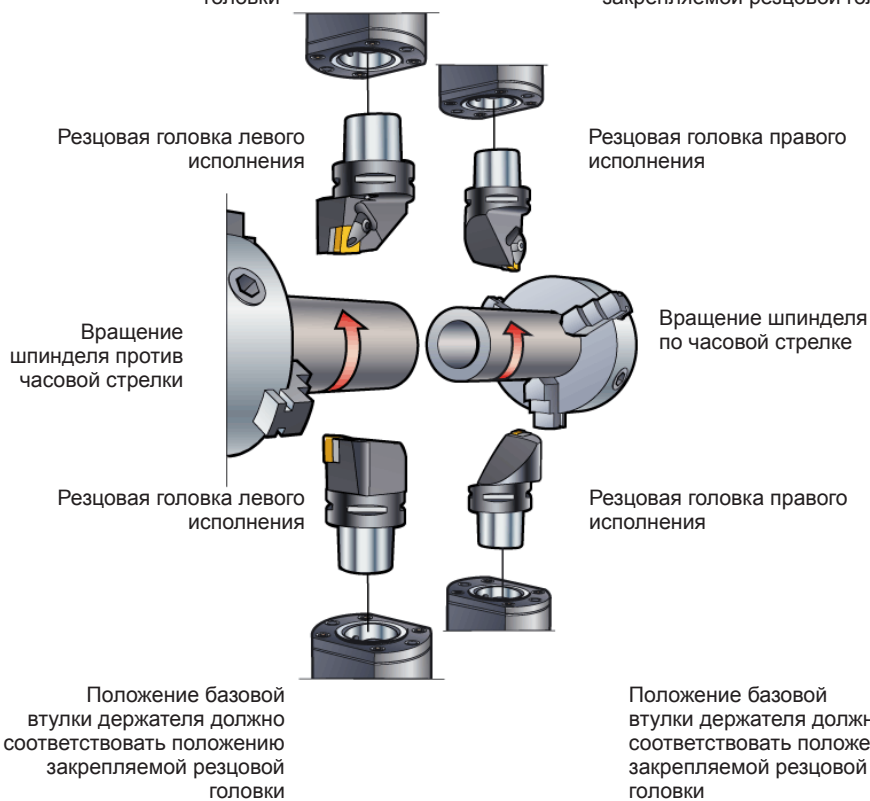


Наружная обработка с двумя шпинделями

Револьверная головка вверх

Положение базовой втулки держателя должно соответствовать положению закрепляемой резцовой головки

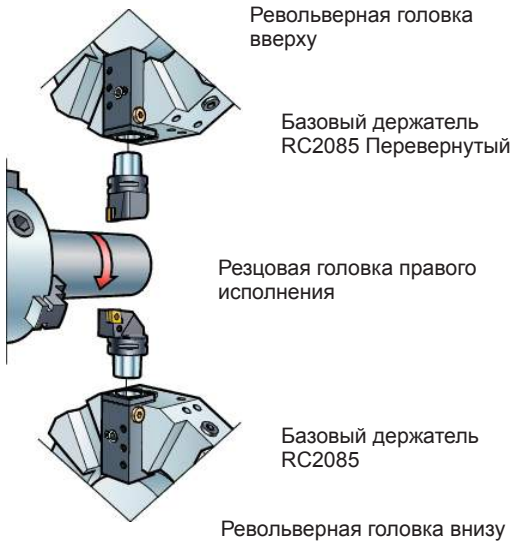
Положение базовой втулки держателя должно соответствовать положению закрепляемой резцовой головки



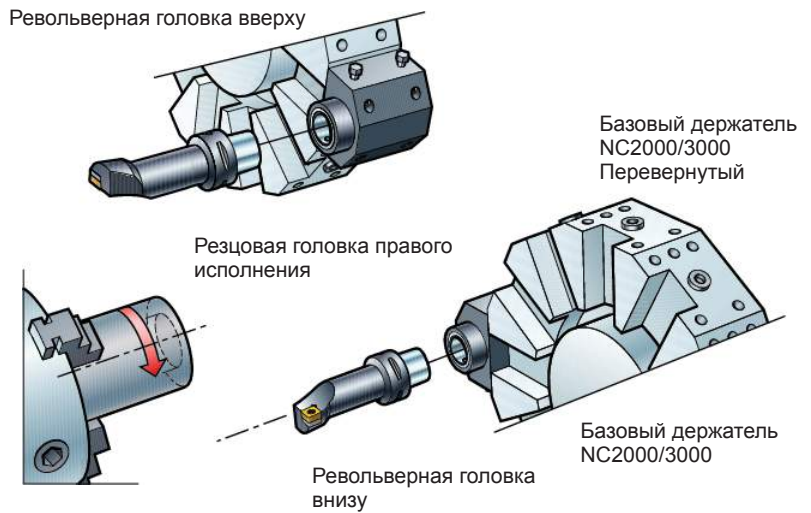
Револьверная головка вниз

Базовые держатели типа 2000, 3000 и 2085

Наружная обработка

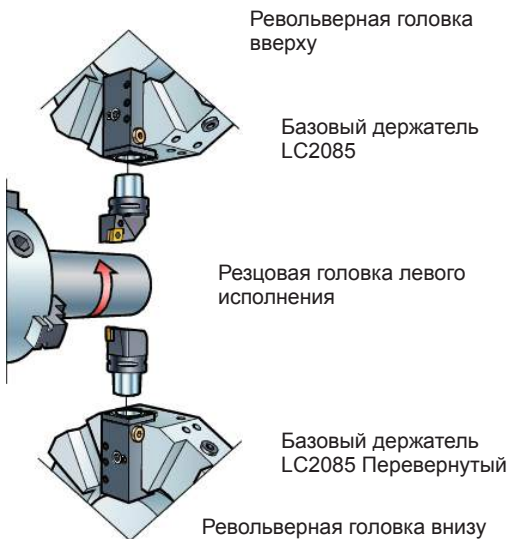


Внутренняя обработка

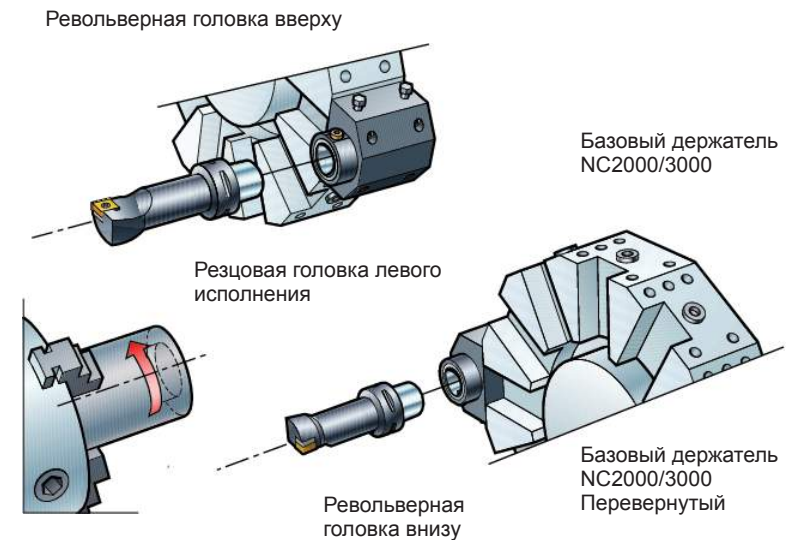


Вращение шпинделя по часовой стрелке

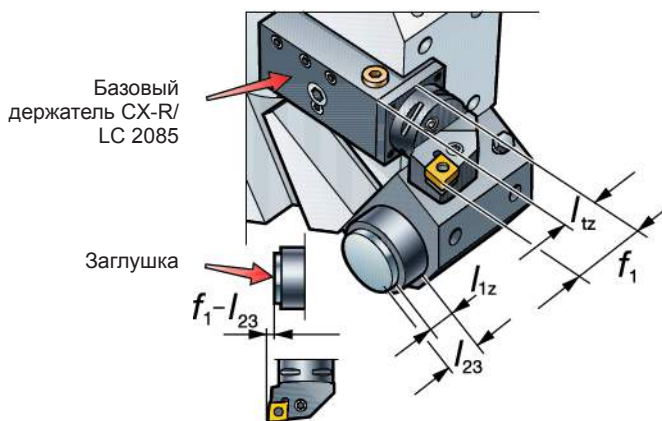
Наружная обработка



Внутренняя обработка



Вращение шпинделя против часовой стрелки



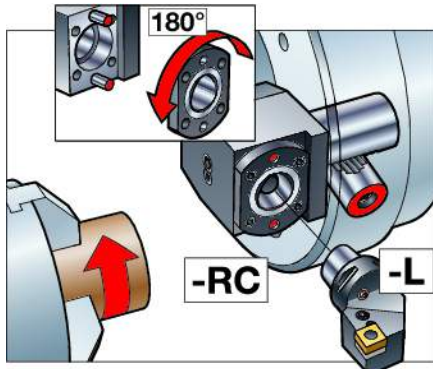
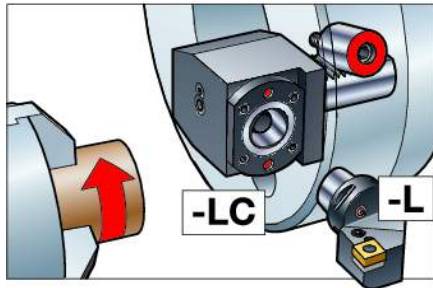
Особенности применения базовых держателей типа 2000 и 3000

Если в базовых держателях не установлены резцовые головки, то их следует закрывать заглушками (CX-CP-01) для защиты от загрязнения при работе. Как показано на рисунке, при установке заглушки она не будет препятствовать обработке при подрезке торца резцовой головкой, установленной в державке типа CX-R/ LC 2085.

Размеры, мм	f_1	l_{tz}	l_{z3}	l_{z3}
C3-R/LC 2085	22	18	-	-
C3-NC2000/3000	-	-	18	21
C4-R/LC 2085	27	23	-	-
C4-NC2000/3000	-	-	20	24
C5-R/LC 2085	35	32	-	-
C5-NC2000/3000	-	-	24	29

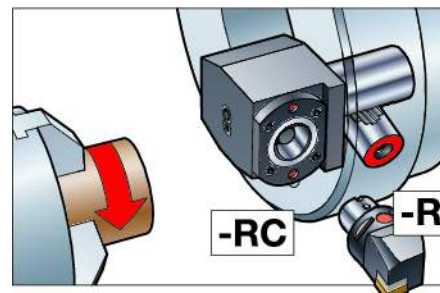
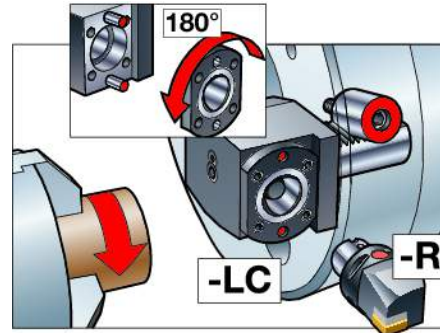
Выбор базового держателя для револьверных головок с креплением VDI

Наружная обработка



Вращение шпинделя против часовой стрелки

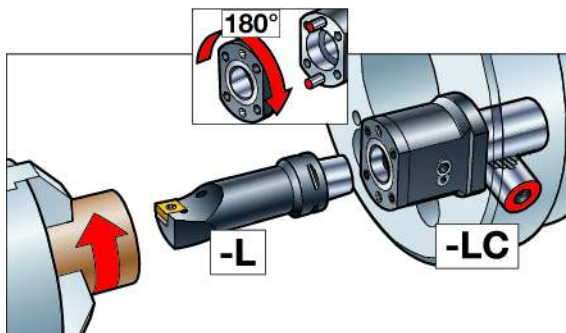
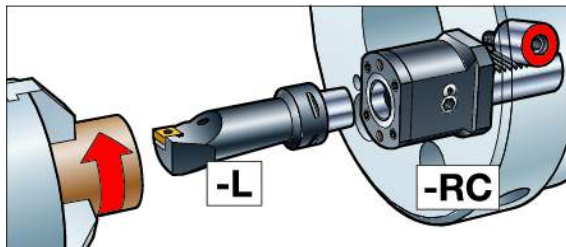
Внимание: Базирующая втулка должна быть развернута на 180°.



Вращение шпинделя по часовой стрелке

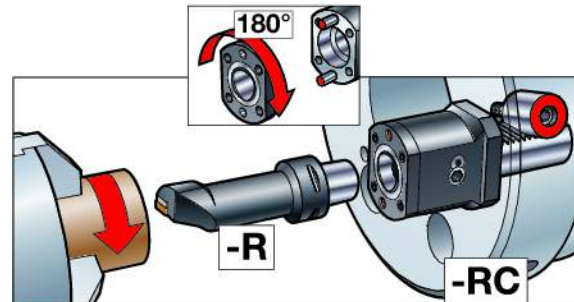
Внимание: Базирующая втулка должна быть развернута на 180°.

Внутренняя обработка

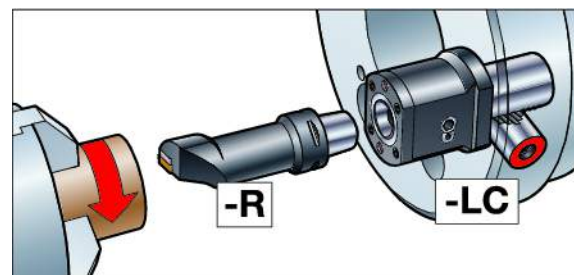


Внимание: Базирующая втулка должна быть развернута на 180°.

Вращение шпинделя против часовой стрелки



Внимание: Базирующая втулка должна быть развернута на 180°.



Вращение шпинделя по часовой стрелке

Точение

B

Отрезка и обработка канавок

C

Нарезание резьбы

D

Фрезерование

E

Сверление

F

Рассточивание

G

Инструментальная оснастка

H

Материалы

I

Информация/Указатель

Перемещение центральной тяги

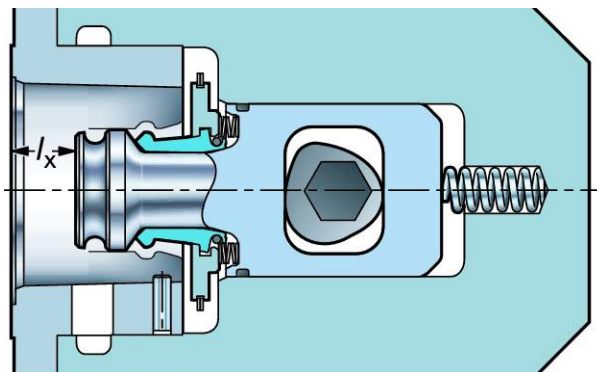
Примечание: информация относится только к базовым держателям, в которых в качестве зажимного элемента используются тяги.

Перед тем как закреплять резцовую головку в шпинделе предварительно проверьте величину перемещения центральной тяги, так как показано на рисунке.

Перед тем как проводить измерение убедитесь, что кулачок находится в крайнем положении раскрепление-закрепление соответственно.

Справедливо для новых механизмов зажима.

Размер соединения Coromant Capto	Раскрепление l_x , мм (max)	Закрепление l_x , мм (min)
C3	5.3	8.9
C4	8.2	12.3
C5	9.2	13.9
C6	10.1	16.1
C8	19.2	25.3
C10	18.8	27



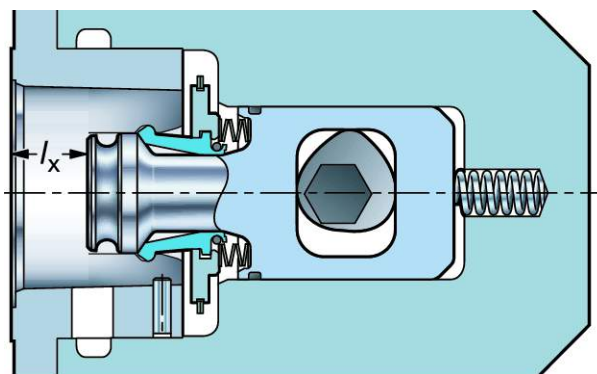
Положение раскрепления



l_x min в положении закрепления

Справедливо для механизмов, находящихся в эксплуатации, но не превысивших допустимый ее период.

Размер соединения Coromant Capto	Закрепление l_x , мм (min)
C3	8.5
C4	12.0
C5	13.6
C6	15.8
C8	25.0
C10	26.7



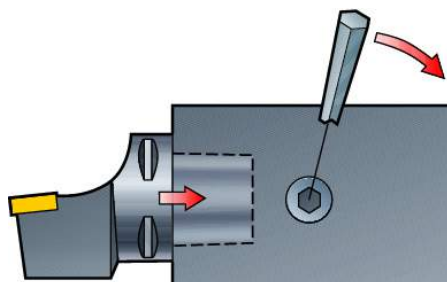
Положение закрепления

Обеспечение усилия закрепления

Для того чтобы гарантированно получить заявленное усилие закрепления резцовой головки в шпинделе необходимо затягивать винт с правильным моментом. Значения моментов приведены в таблице ниже. Более подробно об этом на стр. G81.

Рекомендуемый момент затяжки

Размер соединения	Момент Нм
C3	35
C4	50
C5	50
C6	70
C8	90
C10	285



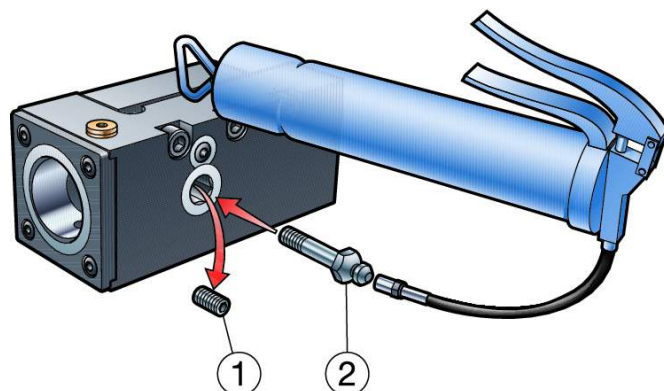
Смазка

Весь узел крепления вместе с кулачковым механизмом покрыты смазкой EP2. Смазку необходимо проверять каждые шесть месяцев. Обновить смазку можно через кулачковый вал.

1. Извлеките винт из кулачкового механизма (1).
2. Установите в это же отверстие ниппель для подачи смазки 5692 012-01 (2).
3. Убедитесь, что механизм находится в положении закрепления.
4. Закачайте смазку шприцем, пока она не заполнит полости кулачкового вала.
5. Извлеките ниппель для подачи смазки (2).
6. Закрутите винт в кулачковый механизм обратно (1).

Внимание: Механизм закрепления должен быть зажат в момент смазывания. В противном случае он будет заполнен смазкой, что приведет к невозможности закрепления инструмента. Если это все же случилось, то разберите механизм и очистите его от смазки.

Используйте смазку типа EP2 или другую универсальную смазку.



Точение инструментом, развернутым на 180° от стандартного положения

При работе инструментом, повернутым на 180°, необходимо выполнить следующие действия.

Базовый фланец должен быть повернут на 180°.

1. Выкрутите четыре винта.

Для этого рекомендуется отдельно заказать следующие ключи:

C3: 5680 046-02 (15IP)

C4: 5680 046-06 (20IP)

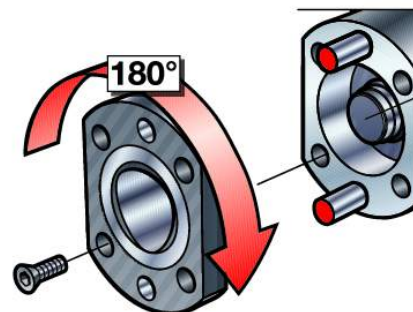
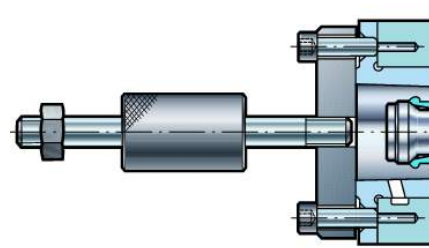
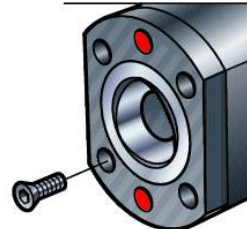
C5: 5680 046-07 (25IP)

C6: 3021 010-050 (5 мм)

C8: 3021 010-060 (6 мм)

C10: 3021 010-080 (8 мм)

2. Разберите базовый фланец. Для разборки используйте съемник.
 - Поместите съемник внутрь фланца и закрепите его, посредством четырех винтов большего размера.
 - Аккуратно извлеките съемником втулку из механизма закрепления.
3. Переместите центрирующий штифт во фланце в противоположную позицию (на 180°). Это следует делать только на механизмах старого типа. В механизмах нового типа имеется два центрирующих штифта.
4. Поверните базовый фланец на 180° и соберите механизм. Аккуратно запрессуйте резиновой киянкой.



Базовые держатели с автоматическим закреплением инструмента для точения

Гидромеханические базовые держатели рекомендованы для всех видов токарных центров и вертикальных токарных станков с автоматической сменой инструмента.

На таких блоках центральная тяга приводится в движение гидравлическим давлением. Также при смене инструмента посредством давления придается начальное движение инструменту для его высвобождения из блока.

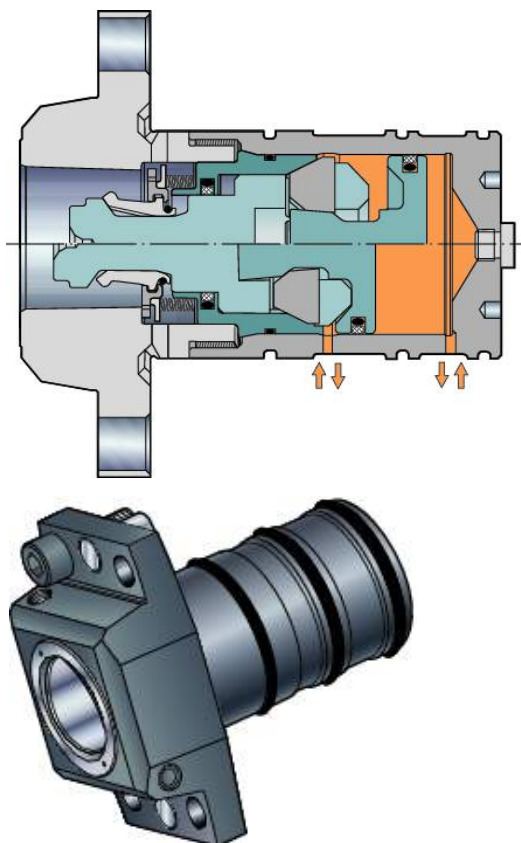
Механизм зажима самоблокирующийся, то есть гидравлическое давление не воздействует на центральную тягу в процессе обработки. К блоку подводится давление до 100 бар.

Во всех блоках серии NC5000 используются лепестковые цанги с сегментами.

Базовые держатели типа NC5000 могут изменяться под особенности станка, для которого они предназначены. Их использование возможно как в ручном режиме смены инструмента, так и в полностью автоматическом режиме смены инструмента из инструментального магазина.

Существует три типа базовых держателей с подводом СОЖ под давлением:

- до 80 бар
- до 80 бар с контактами для щупа
- от 80 до 1000 бар с системой Jetbreak™.



Кнопочный клапан

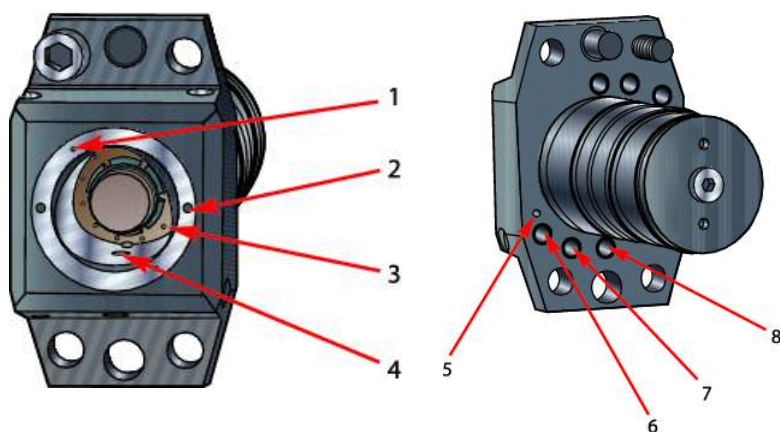
Кнопочные клапаны предназначены для встраивания в револьверные головки или в инструментальные блоки с автоматической сменой инструмента с гидравлическим приводом механизма зажима.

Так как клапан имеет форму цилиндра, то его можно легко собрать и закрепить в отверстии винтом.



Рекомендации по встраиванию в револьверные головки

Подробные рекомендации можно получить у Вашего регионального представителя Sandvik Coromant.



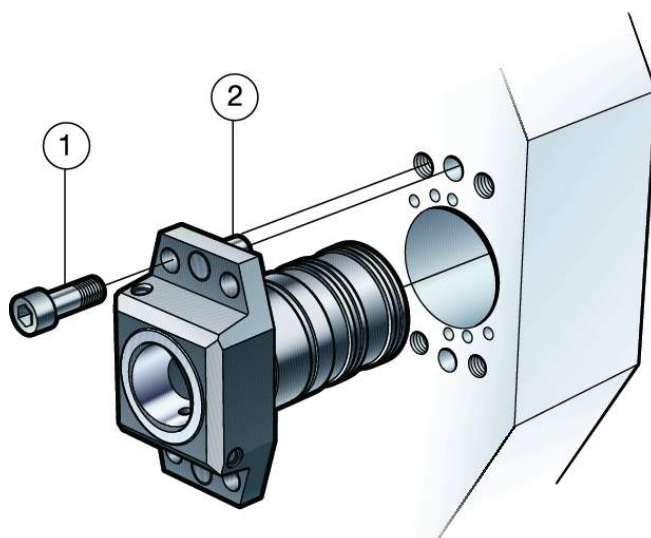
1. Воздушный контроль наличия инструмента
2. Контакт для щупа
3. Продув сжатым воздухом
4. Подвод охлаждения
5. Контакт для щупа
6. Подвод охлаждения
7. Подвод воздуха для контроля наличия инструмента
8. Подвод воздуха

Поворот блоков в револьверной головке на 180°

При работе инструментом, повернутым на 180°, необходимо выполнить следующие действия.

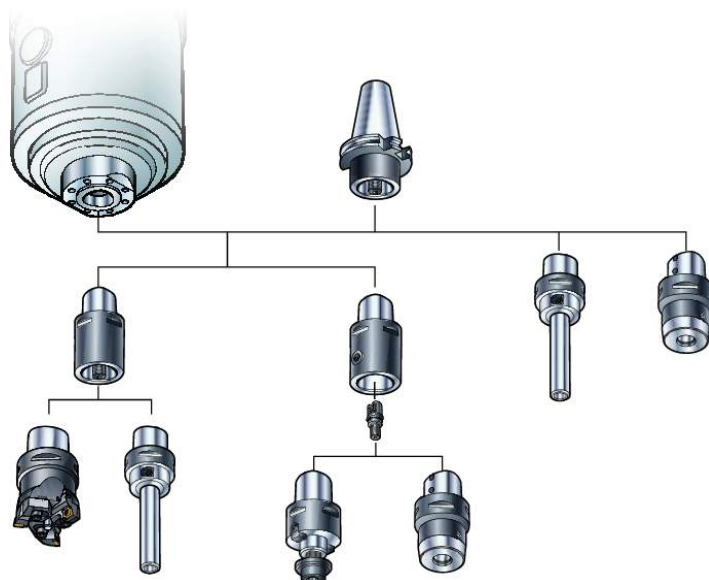
1. Извлеките винт (2) из кулачкового механизма.
2. Вытаскивайте блок, пока центрирующий штифт не выйдет из отверстия. Если извлечь блок не удастся, смотрите пункт 5.
3. Закрепите его четырьмя винтами, затягивая их с требуемым моментом.
4. Закрепите его четырьмя винтами, затягивая их с требуемым моментом.
5. Завинчивая два винта большего размера в резьбовые отверстия в блоке выпрессуйте блок из базового отверстия. Вернитесь к пункту 3.

C3: Винт M8
C4: Винт M10
C5: Винт M12
C6: Винт M14
C8: Винт M14
C10: Винт M24



Базовые держатели Coromant Capto® для вращающегося инструмента

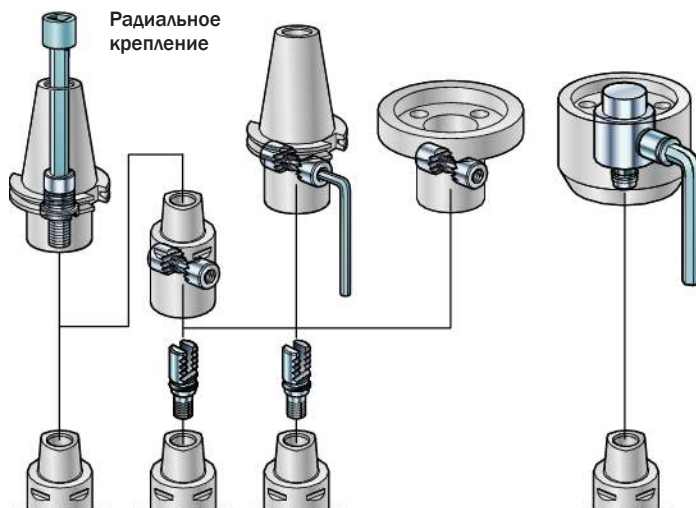
Модульная оснастка Coromant Capto открывает Вам доступ к широкой номенклатуре оснастки.



Стандартное соединение Coromant Capto крепится центральным болтом, который удерживается в базовом держателе стопорной гайкой. Относительно большой размер центрального болта позволяет выдерживать высокий крутящий момент, обеспечивая надежное закрепление любой оснастки.

Независимо от метода закрепления базовые держатели обеспечивают внутренний подвод СОЖ.

Крепление центральным болтом



Радиальное крепление

Крепление центральным болтом

Крепление центральным болтом рекомендуется, как правило, для тяжелой обработки и особенно для работы с большим вылетом.

Радиальное крепление

При радиальном креплении используется дифференциальный винт и пара сухарей с креплениями, которые захватывают затяжной болт переходника или инструмента и смещаются в осевом направлении, затягивая соединение. Радиальное крепление позволяет просто и быстро закрепить инструмент, что особенно важно при частых заменах инструмента в магазине или шпинделе станка.

Информация о базовых держателях

Основные понятия

Шпиндельная система крепления BIG-PLUS обеспечивает одновременный контакт, как по конической поверхности, так и по торцевой поверхности фланца базового держателя.

Конус шпинделя	BIG PLUS	Обычный держатель
MAS BT50	Ø 100	Ø 69.85
MAS BT40	Ø 63	Ø 44.45

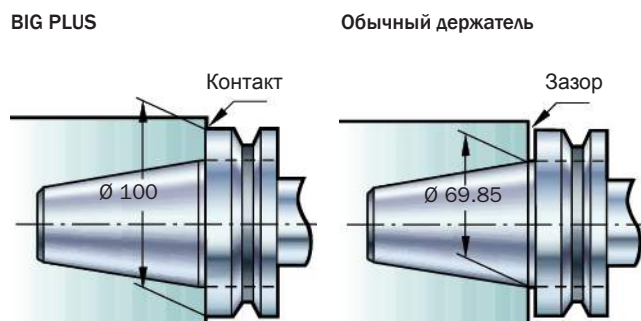
Принцип работы

Благодаря силам закрепления, прикладываемым к хвостовику держателя, базовый блок упруго деформируется в осевом направлении, при этом обеспечивается контакт по торцу шпинделя.

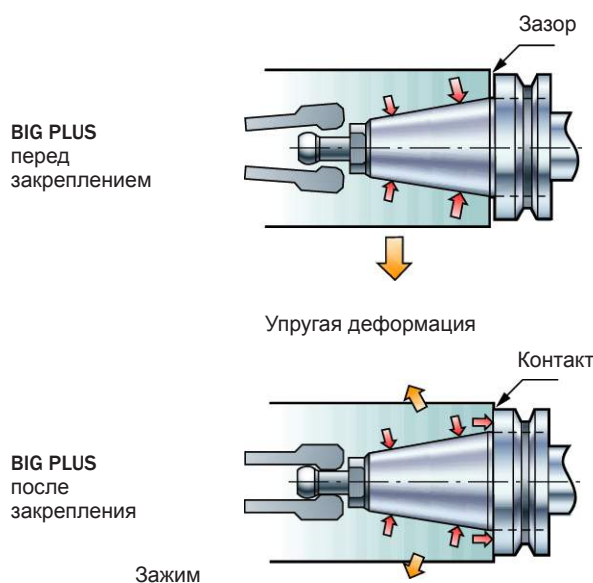
Конус шпинделя	Усилие зажима	Осевое перемещение
BT40	800 кг	20 мкм
BT50	2000 кг	29 мкм

Усилие зажима и осевое перемещение могут отличаться для различных моделей станков.

Увеличенная поверхность контакта (пример MAS BT)

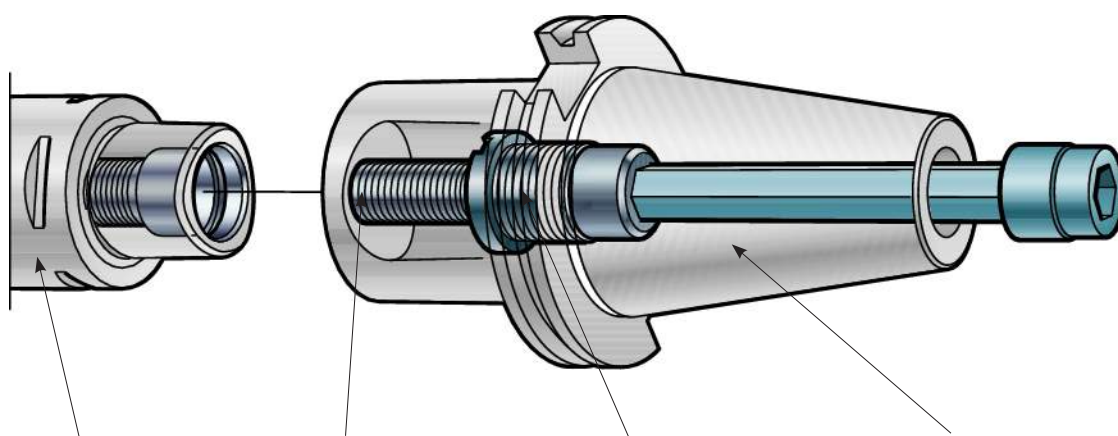


Осевое смещение необходимо для обеспечения контакта по торцу



Замена центрального болта и стопорной гайки в базовом держателе

В стандартной комплектации базовый держатель поставляется с центральным болтом и стопорной гайкой, на резьбу болта нанесена смазка Molykote 1000. При повреждении центрального болта или гайки их можно легко заменить.

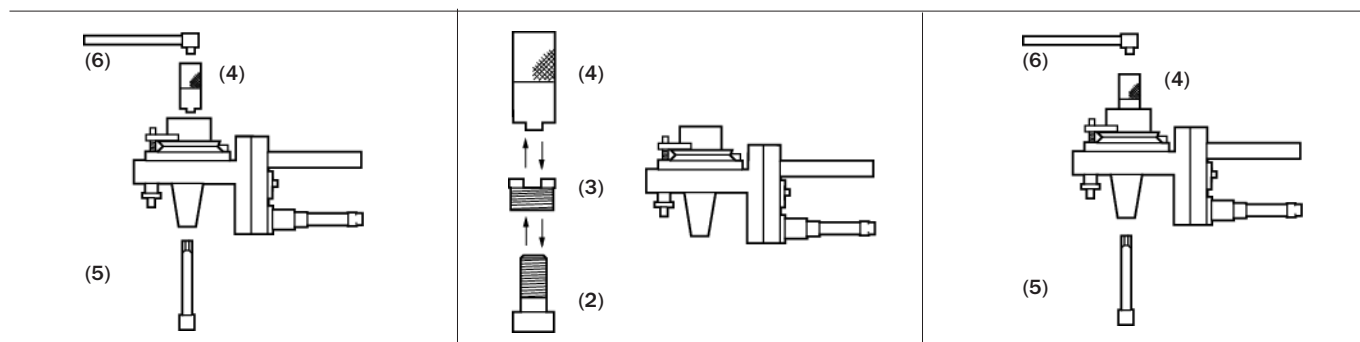


Адаптер или резцовая головка

Центральный болт

Стопорная гайка (левая резьба)

Базовый держатель



- 1 Установите ключ (4) в пазы на стопорной гайке (3). Посредством удлиненного шестигранного ключа (5) вращайте центральный болт (2) для того, чтобы убедиться в правильной ориентации ключа (4) и стопорной гайки (3). Раскрутите стопорную гайку (3) динамометрическим ключом.

Примечание: Гайка имеет левую резьбу.

- 2 Извлеките детали (2), (3) и (4) из держателя. Замените центральный болт и/или стопорную гайку. Перед сборкой резьбу на центральном болте и стопорной гайке смажьте смазкой Molykote 1000. Соберите узел.

- 3 Затяните стопорную гайку динамометрическим ключом с требуемым усилием, удерживая при этом центральный болт. После чего ослабьте центральный болт ключом (5).

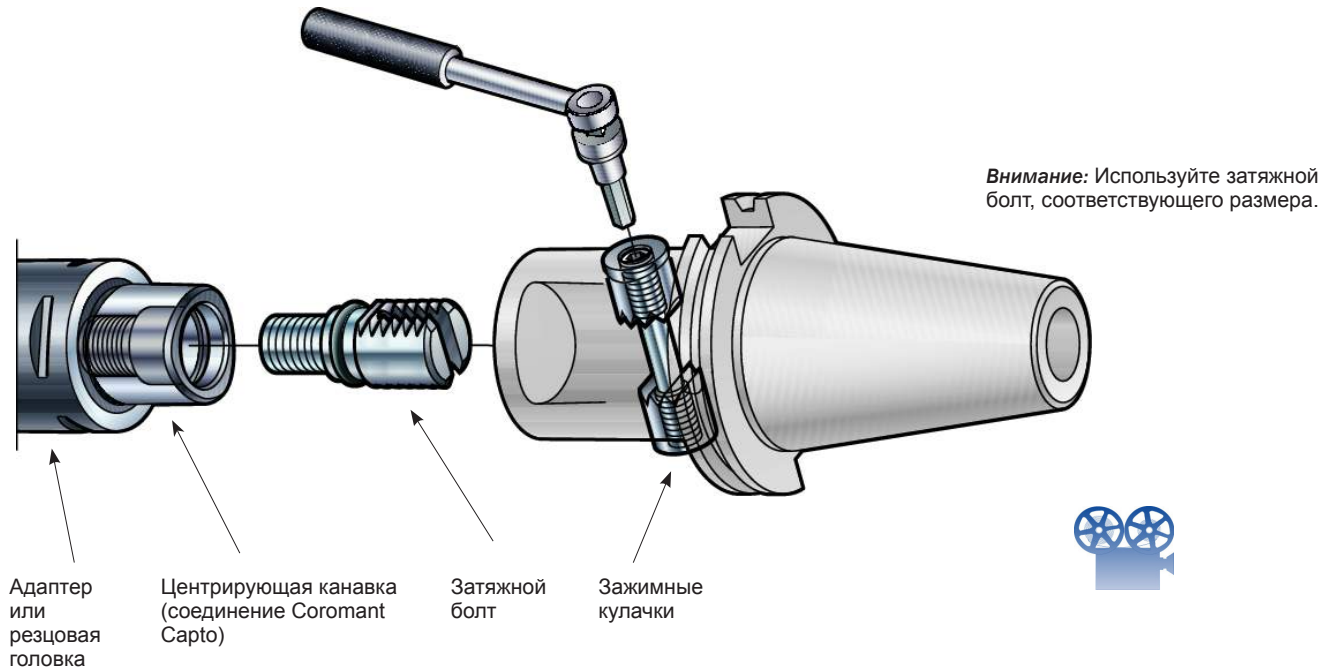
Примечание: Стопорная гайка имеет левую резьбу.

Размер соединения C3-C5: 45-55 Нм

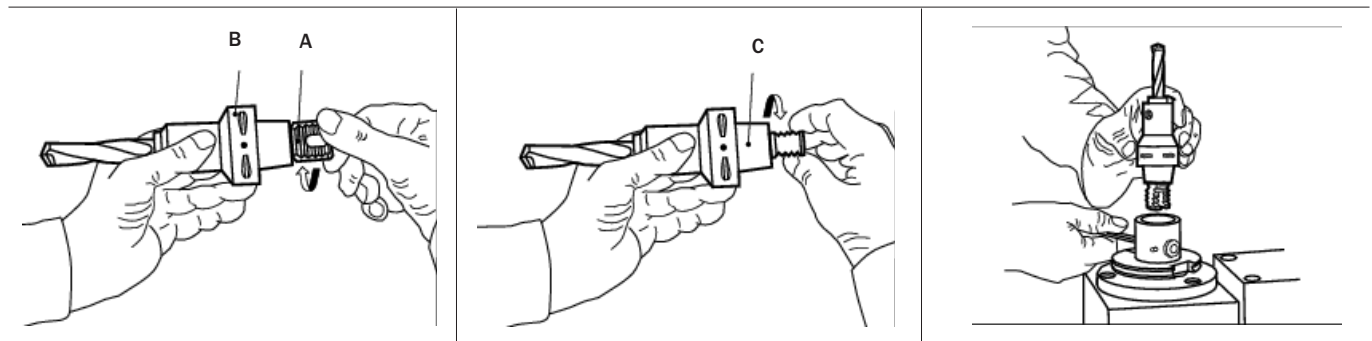
Размер соединения C6-C8: 65-75 Нм

Размер соединения C10: 145-155 Нм.

Базовый держатель Coromant Capto с радиальным расположением зажимного болта



Сборка базового держателя Coromant Capto с радиальным расположением зажимного болта



- 1** Вкрутите зажимной болт (A) полностью в хвостовик адаптера или инструмента (B).

Важно! Убедитесь, что головка болта контактирует с торцем хвостовика адаптера/инструмента.

- 2** Отверните зажимной болт, максимум на пол оборота, таким образом чтобы рифленая поверхность была параллельна центрирующей канавке соединения Coromant Capto (C).

- 3** Разведите зажимные кулачки узла крепления, ослабив винт на четыре оборота. Поместите адаптер/инструмент в базовый держатель, совмещая зажимной болт и с рифлениями зажимных кулачков.

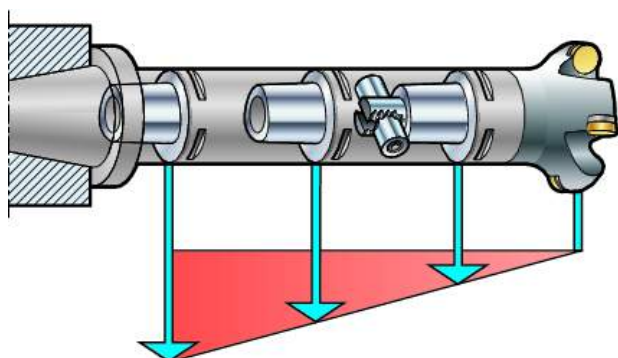
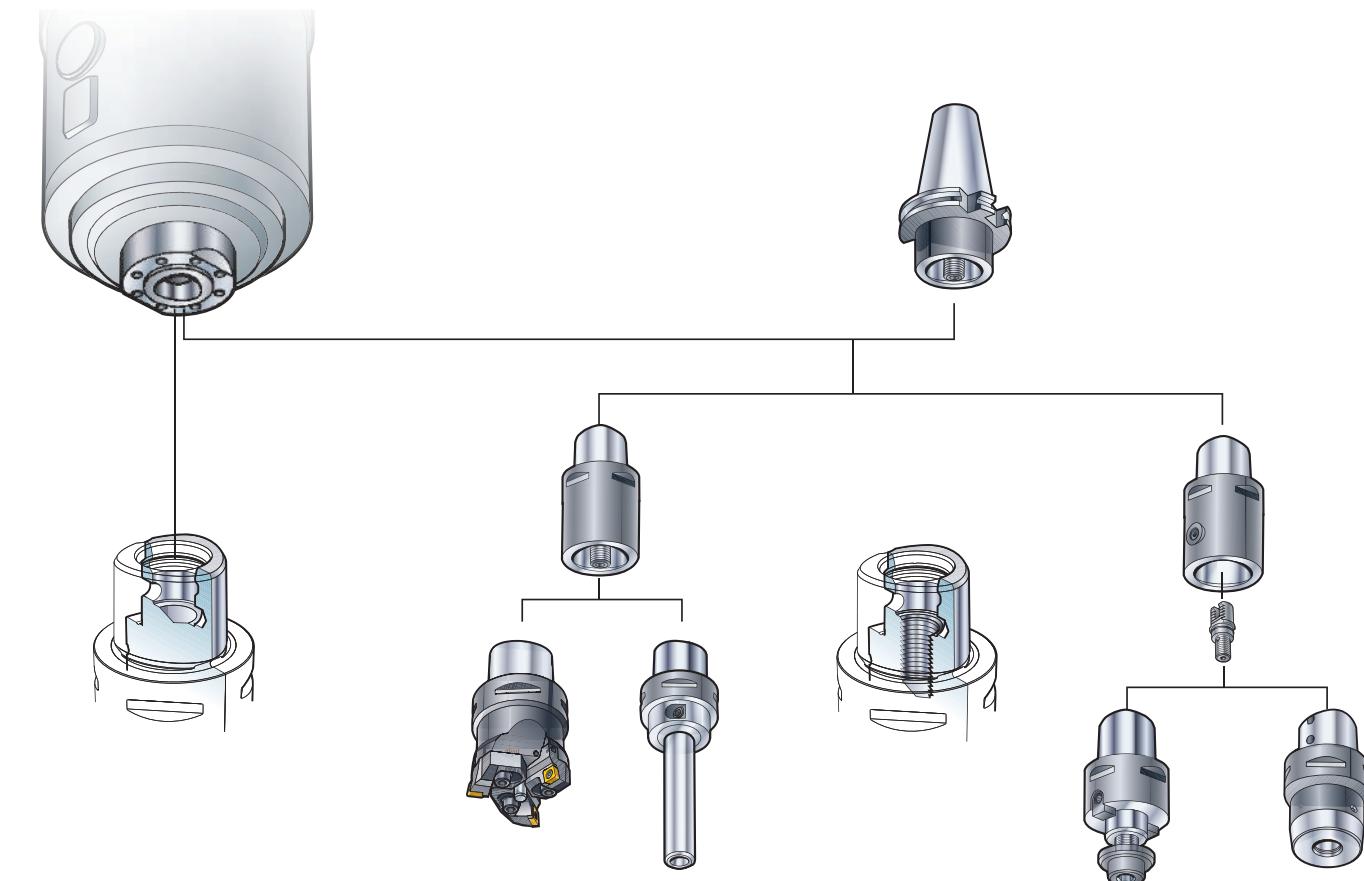
Закрепите соединение, затягивая винты с требуемым моментом, значения которых указаны на стр. G82.

Переходники и удлинители Coromant Capto®

В мелкосерийном производстве, когда приходится часто перенастраивать оборудование на обработку различных партий деталей, необходима высокая технологическая гибкость инструментальной оснастки. Оснастка должна обеспечивать возможность крепления различных типов инструментов с разными вылетами.

Программа модульного инструмента предлагает различные типы переходников и удлинителей и позволяет собирать инструмент оптимальной длины для максимальной производительности.

- Если необходимо оснастить несколько станков с различными по типу и размеру отверстиями шпинделей.
- Когда из-за сложной конфигурации заготовки требуется много специального инструмента.
- Когда модульная оснастка Coromant Capto помогает значительно сократить номенклатуру вспомогательного инструмента, за счет применения одних и тех же инструментов на различных операциях, как на токарных станках, так и на обрабатывающих центрах.



Используйте систему крепления радиальным болтом на последнем этапе настройки (как показано на рисунке), где изгибающий момент минимальный.

Удлинители/переходники короткого исполнения закрепляются в шпинделе только лепестковой цангой с сегментным зажимом. Их нельзя использовать в базовом держателе с креплением центральным болтом.

Интеграция соединения Coromant Capto® в шпиндель

Для оснащения станков компания Sandvik Coromant специально разработала газо-пружинный шпиндель, удовлетворяющий следующим требованиям:

- Высокие скорости обработки
- Долговечный срок службы
- Высокая стабильность
- Безопасная и простая сборка.

На обрабатывающих центрах, оснащенных шпинделями Coromant Capto, возможно использовать инструмент большой номенклатуры без дополнительных переходных адаптеров.

Соединение Coromant Capto обеспечивает:

- Конструкционную сбалансированность
- Возможность использования, как на обычных, так и на высокоскоростных станках
- Высокую повторяемость позиционирования – менее чем ± 2 мкм по вершине режущей пластины.

Более подробную информацию Вы получите, обратившись к Вашему региональному представителю.



Сбалансировано конструктивно для обеспечения высокой стабильности

Газовая и спиральная пружины обладают разными характеристиками с точки зрения балансировки шпинделя.

Газовая пружина:

- Сбалансирована конструктивно.
- Сборочный узел, включающий газовую пружину, не меняет своих характеристик при работе на любых оборотах, в отличие от узла со спиральной пружиной.
- Простое и быстрое достижение баланса шпинделя.

Спиральная пружина:

- Простая первоначальная балансировка.
- После нескольких циклов зажима пружина смещается, тем самым нарушая баланс конструкции шпинделя.



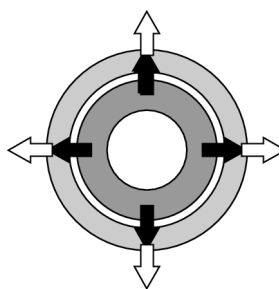
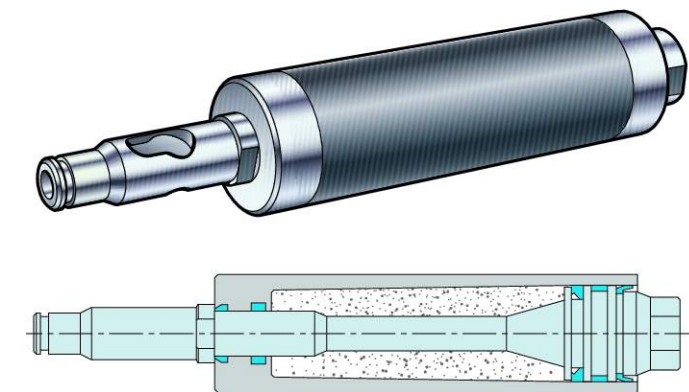
Как работает газовая пружина

Усилие зажима создается за счёт азота, нагнетенного под давлением в рабочую камеру. Уплотнения с обеих сторон надежно герметизируют камеру.

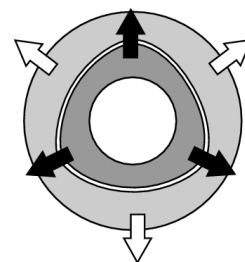
Усилие, развиваемое газовым механизмом равноценно усилию спиральной пружины. Благодаря использованию газа удалось значительно уменьшить размеры механизма как по длине, так и по диаметру по сравнению с пружинным механизмом.

Надежность системы и простота обслуживания склоняют станкостроителей к установке газовых пружин в инструментальные шпиндели.

Форма соединения и характеристики поведения полигона на высоких скоростях в сочетании с симметричной конструкцией газового механизма обладают неоспоримым преимуществом при высокоскоростной обработке. Шпиндель легко балансируется и надолго сохраняет свои рабочие характеристики.



Цилиндрический хвостовик



Соединение Coromant Capto



Зажимной механизм состоит из:

Зажимной тяги:

- Тяга захватывает хвостовик и затягивает его до надежного контакта по торцам.

Усилителя:

- Повышает усилие зажима в 3.9 раза.

Газовой пружины:

- Этот элемент создает усилие зажима.

Адаптера:

- Адаптер является элементом, через который подается СОЖ, а также он воспринимает усилие от выталкивателя.

Интеграция в шпиндель

Зажимной механизм поставляется в собранном виде и полностью готов к установке в вал шпинделя. Подробная инструкция по установке механизма в шпиндель прилагается.

Существует несколько вариантов установки в зависимости от состояния станка.

За подробной информацией по вариантам установки зажимного газового механизма обращайтесь в ближайшее представительство Sandvik.

Станкостроитель самостоятельно изготавливает адаптер для подвода СОЖ и передачи усилия от выталкивателя.

Подробную информацию можно получить из руководства по эксплуатации зажимного шпиндельного механизма Coromant Capto.



Зажимная тяга

Зажимной механизм может оснащаться зажимной тягой с функцией удержания инструмента в позиции смены инструмента. Инструмент удерживается в шпинделе до момента, пока рука манипулятора автоматического сменщика не захватит базовый держатель и не уберет его в магазин.

В случае смены инструмента в ручном режиме оператор может почувствовать залипание базового конуса в шпинделе.

Для удаления базового конуса из шпинделя вручную вдавите его в шпиндель, а затем вытянете с усилием.

Подробную информацию по величине усилия зажима можно получить из руководства по эксплуатации зажимного шпиндельного механизма Coromant Capto.

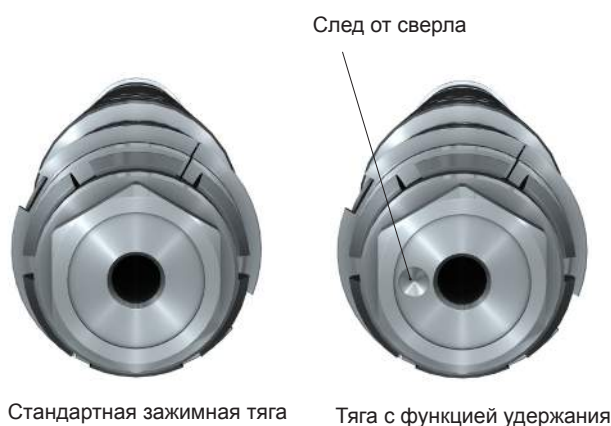


Иллюстрация показывает визуальное различие между стандартной зажимной тягой и тягой с функцией удержания (след от сверла).

Принадлежности

Приспособление для настройки автооператора

Приспособление для настройки автооператора необходимо для проверки пространственного положения Автоматического Сменщика Инструмента (АСИ) и установки руки захвата в соответствующую позицию в инструментальном магазине, а также в позицию смены инструмента в шпинделе.

Примечание: Некорректная позиция может привести к преждевременному износу базовых поверхностей соединения, ненадежному захвату, выпадению инструмента и нанесению вреда оператору и т.д.

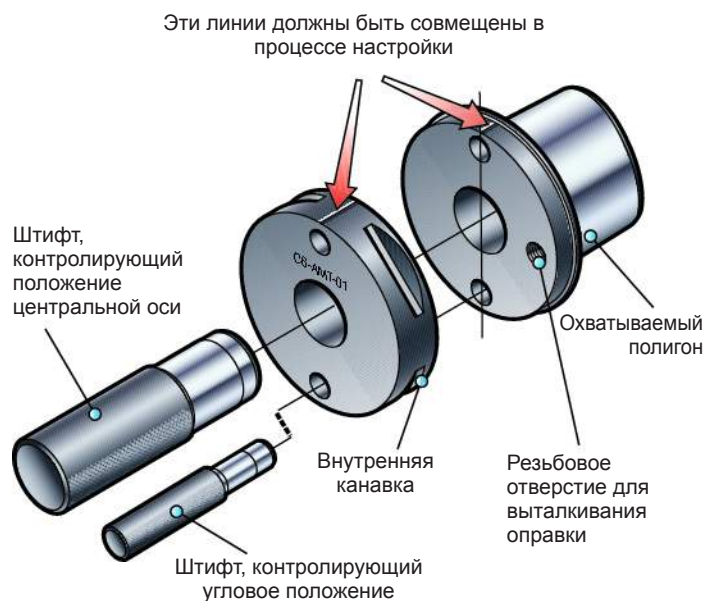
1. Очистите присоединительные поверхности и зажмите оправку (2) в шпинделе.
2. Установите контрольный шаблон в захват АСИ. Целесообразно проделать эту операцию, когда захват находится в позиции смены инструмента.
3. Запустите станок в пошаговом режиме до момента, когда АСИ совместит контрольный шаблон и оправку, закрепленную в шпинделе.
4. Контрольные штифты (1) и (4) изготовлены с разными диаметрами; штифт меньшего диаметра контролирует угловое положение закрепляемой в шпинделе головки, а штифт большего диаметра позиционирует положение центра резцовой головки.
5. Вставьте осевой контрольный штифт (1) в центральное отверстие. Если штифт прошел сквозь оба отверстия значит, осевое положение соответствует норме.
6. Вставьте угловой контрольный штифт (4) в соответствующее отверстие при условии, что осевой штифт полностью вставлен в контрольный шаблон и оправку.
7. Отрегулируйте угловое положение АСИ/шпинделя так, чтобы контрольный штифт проходил в оба отверстия.

Проверка рассогласования по плоскостям:

8. Запустите станок в пошаговом режиме до момента, когда АСИ установит контрольный шаблон (3) в позицию загрузки.
9. Вставьте щуп на отмеченную величину и измерьте зазор между плоскостями. Данные по максимальной величине зазора приведены в таблице:

Размер соединения	Максимальное отклонение (мм)
C3	0.28
C4	0.35
C5	0.44
C6	0.55
C8	0.70
C10	0.87

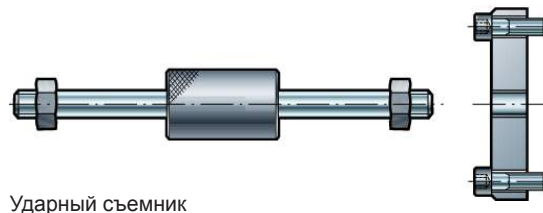
10. При необходимости отрегулируйте АСИ и/или шпиндель для того чтобы зазор был в пределах допуска.



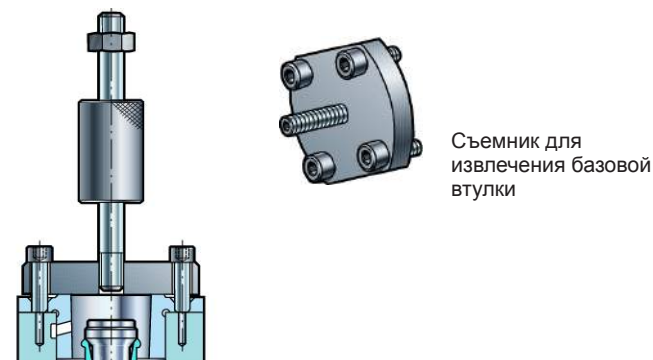
Приспособления для извлечения инструмента

Используйте ударный съемник для демонтажа базового держателя с ручным креплением.

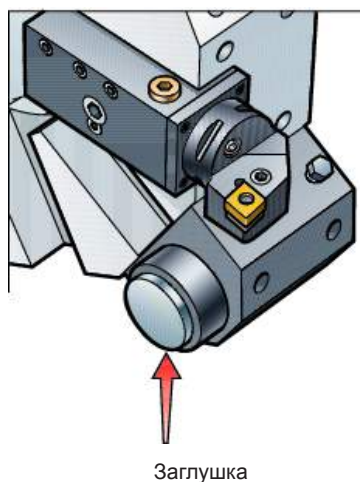
Для извлечения базовой втулки из держателя используйте съемник, с соответствующим названием.



Ударный съемник



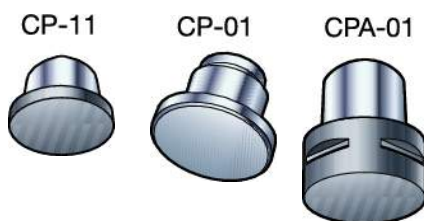
Съемник для извлечения базовой втулки



Заглушка

Заглушки

Заглушка всегда должна использоваться в базовом держателе, в котором не установлены резцовые головки. Это необходимо для того, чтобы защитить его от попадания загрязнений, стружки и СОЖ в процессе обработки.



Доступны три типа заглушек:

CP-11 для держателей типа 3000

CP-01 для ручного крепления

CPA-01 для автоматической смены

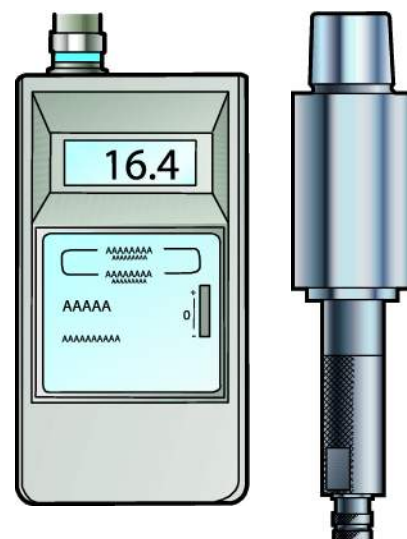
Устройство контроля

Данное устройство позволяет измерить усилие зажима, развиваемое станком. Если это усилие окажется недостаточным, то возможен износ контактных поверхностей под воздействием динамических сил резания.

Устройство контроля состоит из:

- Портативного дисплея, который может отображать информацию с разных датчиков.
- Датчика, который устанавливается в шпиндель станка и подвергается растягивающему усилию со стороны механизма зажима шпинделя. При этом он фиксирует, прикладываемое усилие. Датчик может быть заказан для соединения С3-С10.

Более подробную информацию Вы можете получить у Вашего регионального представителя Sandvik Coromant.

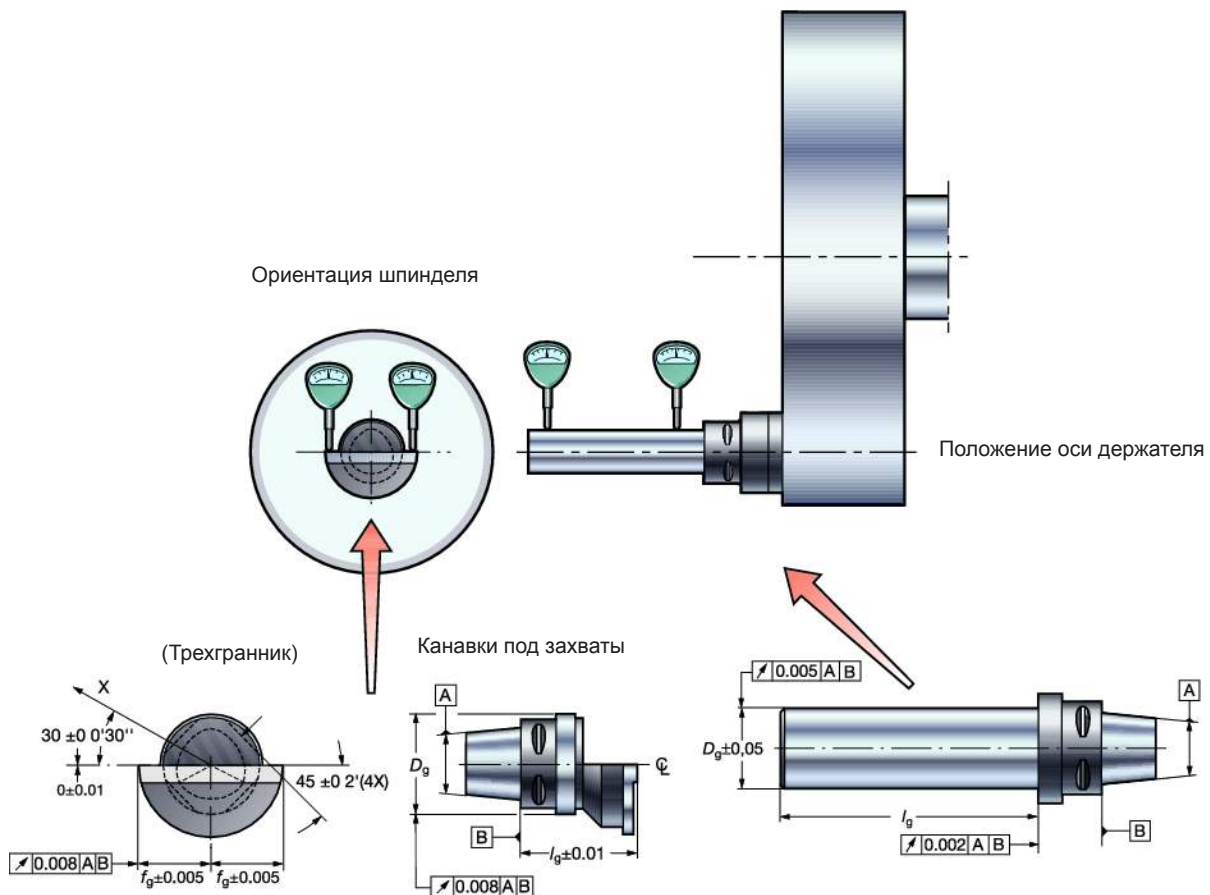


Эталонные калибры для настройки

Высокая точность, обеспечиваемая соединением Coromant Capto, теряет свою актуальность, если не выдержано относительное положение основных поверхностей станка и оснастки, влияющих на точность технологического процесса в целом.

Поэтому Sandvik Coromant предлагает использовать установочные эталоны, позволяющие выверить необходимые параметры, наиболее важными из которых являются следующие:

- Положение оси держателя и биение в шпинделе
- Положение захвата инструмента
- Высота по линии центров и положение режущей кромки
- Закрепление заготовки.



Комбинированный эталон

Установочный эталон MAS-01

Осевой эталон

Установочный эталон MAS-11

Динамометрический ключ и рекомендации по моменту затяжки

Использование динамометрического ключа для затягивания креплений любой оснастки с требуемым моментом – залог ее стабильного функционирования и долговечной службы.

Превышение рекомендованного значения момента негативно скажется на процессе обработки и может привести к повреждению самой оснастки.

Недостаточная величина момента затяжки может стать причиной вибраций и снизить точность обработки.



Рекомендуемые значения моментов для оснастки Coromant Capto

Базовые держатели для ручного закрепления типа NC2000 и NC3000

Размер соединения	Момент затяжки (Нм)	Min сила закрепления (кН) NC2000	Min сила закрепления (кН) NC3000
C3	35	16	16
C4	50	21	21
C5	70	27	27

Базовые держатели для ручной и автоматической смены инструмента с тяговым механизмом закрепления

Размер соединения	Момент затяжки (Нм)	Сила (кН)
C3	35	16
C4	50	21
C5	70	27
C6	90	30
C8	130	37
C8X	130	37
C10	285	70

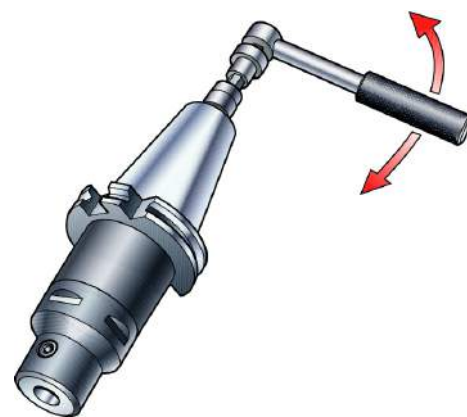
Базовые держатели с гидромеханическим механизмом закрепления типа 5000

Размер соединения	Закрепление		Раскрепление	
	Давление (бар)	Сила min/max (кН)	Давление (бар)	Min сила (кН)
C4	100	28/38	100	10
C5	80	36/50	80	12
C6	80	47/63	80	18
C8	80	64/86	80	25
C8X	80	64/86	80	25
C10	80	85/115	80	40

Требуемый расход масла в гидросистеме для всех типов держателей 6 л/мин.

Крепление центральным болтом

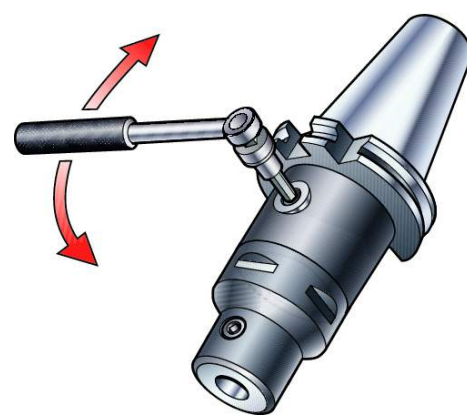
Размер соединения	Рекомендуемый момент (Нм)	Усилие закрепления (кН)
C3	45	27
C4	55	35
C5	95	37
C6	170	65
C8	170	65
C8X	170	65
C10	380	95



Базовые держатели Coromant Capto

Радиальное крепление

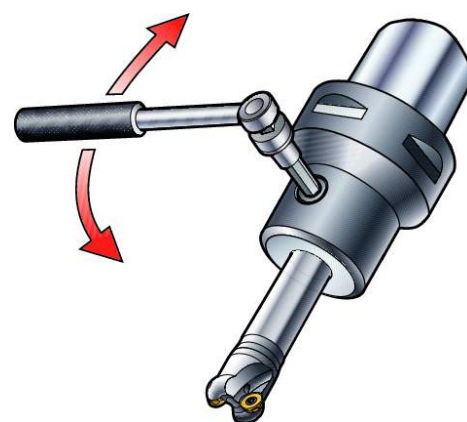
Размер соединения	Рекомендуемый момент (Нм)	Усилие закрепления (кН)
C5	30	20
C6	30	20
C8	60	35
C8X	60	35



Радиальное крепление

Рекомендуемый момент затяжки для крепления хвостовиков типа Weldon

размер Weldon (диам.)	Резьба	Рекомендуемый момент (Нм)
6	M6	3
8	M8	7
10	M10	10
12 и 14	M12	12
16 и 18	M14	15
20	M16	20
25	M18x2	25
32 и 40	M20x2	45
50	M24x2	60



Weldon

Ассортимент инструмента – Адаптеры и патроны



Адаптеры для токарных инструментов

CoroTurn® SL

CoroTurn SL – универсальная модульная система со сменными режущими головками, предназначенная для того, чтобы создавать индивидуальные инструментальные наладки для различных типов обработки.

Стальные, цельные твердосплавные и расточные оправки со встроенным демпфером и адаптеры доступны для различных операций и вылетов.

Расточные оправки CoroTurn SL доступны для диаметров от 16 до 40 мм.

Быстросменные расточные оправки CoroTurn SL доступны для диаметров от 80 до 250 мм (до 600 мм как специальный инструмент).

Оба типа крепления предлагают вылет до 14 диаметров оправки.

Все оправки Silent Tool имеют предварительную настройку и готовы для закрепления.

Крепление CoroTurn SL обеспечивает высокую стабильность и небольшой диаметр оправки.

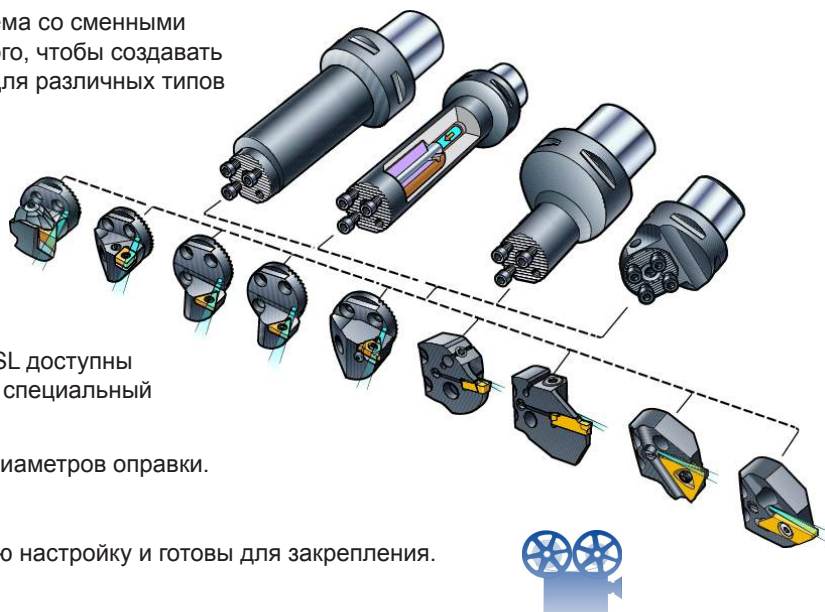
Для улучшения эксплуатационных свойств в расточных оправках диаметром 50 и 60 мм был уменьшен диаметр передней части до 40 мм, что позволило:

- снизить вибрации
- улучшить эвакуацию стружки
- получить экономию – одна маленькая режущая головка подходит для широкого спектра оправок.

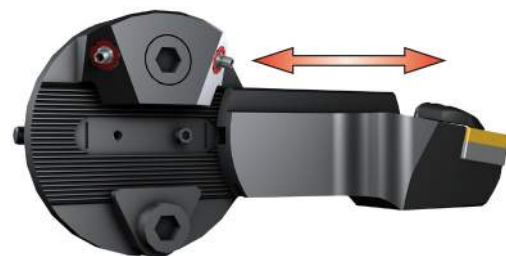
Для отверстий большего диаметра (больше 100 мм) мы рекомендуем использовать быстросменные головки CoroTurn SL, которые уменьшают время на замену инструмента, и имеют возможность радиальной настройки положения режущей кромки (размер f_1).

В рамках данного инструментального семейства представлено большое число различных оправок и адаптеров, включая державки прямоугольного сечения.

Оправки от 200 мм могут использоваться вместе с ручным блоком крепления Coromant Capto, делая возможным использовать все типы блоков Coromant Capto.



Крепление CoroTurn SL со сменными режущими головками









Быстросменное крепление CoroTurn SL с радиальной регулировкой

Расточные оправки

Ассортимент включает:

- оправки на Coromant Capto и традиционные оправки с цилиндрическим хвостовиком
- стальные, твердосплавные оправки и оправки Silent Tool с демпфером
- все типы оправок имеют внутренний подвод СОЖ.

	Coromant Capto® Размер C3-C8		Цилиндрический с лыской	Цилиндрический хвостовик		
	Стальной хвостовик	Антивибрационная оправка		Стальной хвостовик	Твердосплавный хвостовик	Антивибрационная оправка
						
Тип оправки		Silent Tools® *)		Для закрепления во втулках EasyFix	Silent Tools® *)	Silent Tools® *)
Размер соединения, мм	16-40	16-40	16-40	16-25	16-40	16-40
Диаметр оправки, мм	16-60	16-60	16-40	16-25	16-60	16-60
Мах вылет, мм	4 x dm_m	до 10 x dm_m	4 x dm_m	6 x dm_m	от 7 до 10 x dm_m	от 10 до 14 x dm_m

Быстросменная система CoroTurn® SL



	Антивибрационная оправка	Антивибрационная оправка	Антивибрационная оправка	Усиленная антивибрационная оправка
				
Тип оправки	Silent Tools® *)	Silent Tools® *)	Silent Tools® *)	Silent Tools® *)
Размер соединения, мм	80	120-150	200-250	80
Диаметр оправки, мм	80-100	120-150	200-250	80-100
Мах вылет, мм	7x dm_m	10x dm_m	10 x dm_m	12-14 x dm_m

*) Подробная информация на стр. G98.

Адаптеры

Сменные адаптеры делают CoroTurn SL эффективной системой для большинства операций.

	Переходник на меньший размер соединения	Быстросменные адаптеры для режущих головок			Быстросменные адаптеры для хвостовиков прямоугольного сечения		Адаптер для 580 оправок
							
Размер соединения, мм	от 50 до 32 от 50 до 40 от 60 до 40	32-40	40	80	2020	2525-4040	80
Размер соединения, мм	50-60	32-40	80	-	80	-	-

CoroPlex™ SL - многопозиционные адаптеры

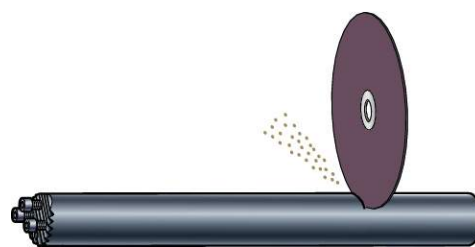
Адаптеры, предназначенные для закрепления нескольких режущих головок семейства SL.

	Крепление под углом 5°	Осевое крепление
		
Крепление адаптера, мм	25-32	25-32
Размер соединения, мм	40	40

Укорочение оправок

Иногда бывает необходимо укоротить державку. Минимальные длины от рифлений после отрезки показаны в таблице внизу:

Диаметр оправки d_{m_m}	Конструкция 570-3С	
	Короткая	Длинная
16	100	155
20	125	200
25	155	255
32	190	320
40	240	410
50	305	520
60	380	630



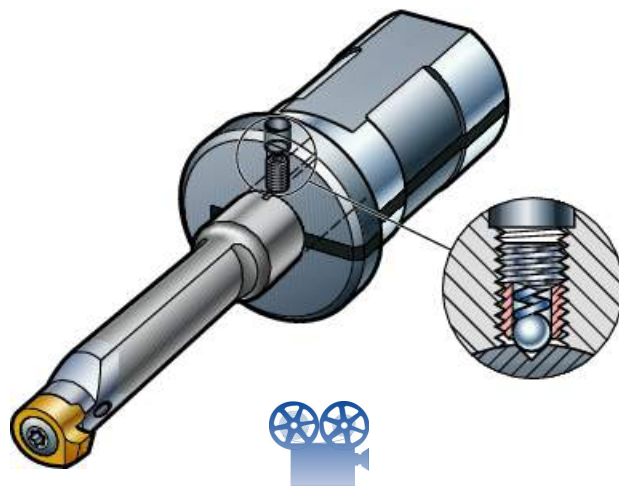
Примечание: Данные длины включают длину для крепления оправки, составляющую 4 диаметра.




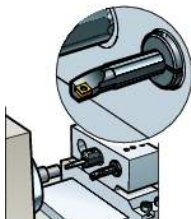
Втулки EasyFix

Втулки EasyFix – это простой и быстрый путь достичь корректного положения режущей кромки относительно высоты центров станка при закреплении расточных оправок.

Столь высокую точность позиционирования обеспечивает встроенный шариковый фиксатор, который защелкивается в пазу расточной оправки.

В пазу втулок размещено силиконовое уплотнение, что позволяет использовать эти втулки совместно с внутренним подводом СОЖ.

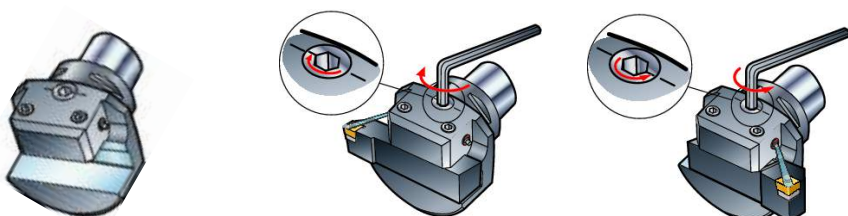


Тип крепления в станке					
Тип EasyFix	131	132L ISO 9766	132W ISO 9766	132L ISO 9766	132L

Адаптеры для державок прямоугольного сечения

Адаптеры Coromant Capto для установки инструментов с призматическим хвостовиком на многоцелевые станки. Это может быть инструмент для общего точения, резьбонарезания, обработки канавок или отрезки.

Уже имеющиеся на заводе инструменты могут быть использованы в станках с креплением Coromant Capto. Однако в этом случае инструментальная система не будет обеспечивать максимальной жесткости и время смены инструмента будет достаточно большим. Для оптимизации процесса замены кромки рекомендуется установить инструмент-дублёр в магазине станка.



Радиальное крепление

Адаптер радиального крепления с функцией регулирования направления подачи СОЖ.

Простота изменения направления подачи СОЖ; работает при давлении 80 бар.

1. Используйте шестигранный ключ для поворота клапана.
2. Соедините метки на клапане и на адаптере для обеспечения желаемого направления подачи СОЖ.



Осевое крепление



Осевое крепление

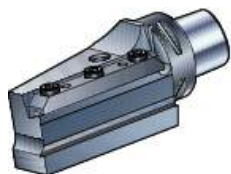


Угловое крепление

Адаптеры для CoroCut® и T-Max Q-Cut®

Универсальные адаптеры могут использоваться совместно с отрезными лезвиями CoroCut и T-Max Q-Cut для выполнения операций отрезки и обработки канавок.

Это обеспечивает возможность использовать уже имеющиеся на заводе инструменты на станках с системой крепления Coromant Capto. Однако в этом случае система Coromant Capto не будет обеспечивать максимальной жесткости и время смены инструмента будет достаточно большим. Для оптимизации процесса замены кромки рекомендуется установить инструмент-дублёр в магазине станка.



Осевое крепление



Радиальное крепление

Внимание!

Эти адаптеры предполагают ручную настройку положения и автоматическую смену инструмента:

- Измеряйте положение инструмента вручную и используйте полученные величины для программирования обработки на стойке ЧПУ. Убедитесь, что нет риска столкновения инструмента и заготовки.
- Убедитесь, что нет риска столкновений в инструментальном магазине в процессе смены инструмента.

Адаптеры для расточных оправок

Данные адаптеры предназначены для закрепления оправок с цилиндрическим хвостовиком для общего точения, обработки канавок, отрезки и резьбонарезания.

Адаптер для закрепления расточных оправок на многоцелевых станках отличается наличием клапана управления подачей СОЖ, который имеет три различных положения:

C = Подача СОЖ через центр

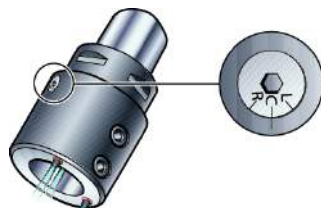
L = Подача СОЖ слева

R = Подача СОЖ справа

Всегда используйте цилиндрические втулки для закрепления расточных оправок диаметром от 6 до 32 мм в многоцелевых станках.



Адаптер для оправок с цилиндрическим хвостовиком



Адаптер для установки расточных оправок на многоцелевые станки

Адаптеры для вращающегося инструмента

Дисковые и торцевые фрезы

Крепление торцевых и дисковых фрез на оправке является экономичной альтернативой при фрезеровании, когда требование по величине биения не так высоко.



Оправка для дисковых фрез

Оправка для торцевых фрез

Код:	dm_t	Max момент: (Нм)
C3-391.05-16 XXX	16	22 (M8)
C4-391.05-22 XXX	22	45 (M10)
C6-391.05-27 XXX	27	80 (M12)
C8-391.05-32 XXX	32	180 (M16)
C10-391.05-40 XXX	40	80 (M12)
C10-391.05-60 XXX	60	180 (M16)
C3-A391.05-19 XXX	19 (0,75")	25
C4-A391.05-25 XXX	25 (1,00")	65
C5-A391.05-31 XXX	31 (1,25")	120
C6-A391.05-38 XXX	38 (1,50")	220
C8-A391.05-50 XXX	50 (2,00")	120
C10-A391.05-63 XXX	63 (2,50")	120

Патрон с креплением Weldon

Патрон с креплением Weldon также является возможным вариантом закрепления фрез с соответствующим типом хвостовика, когда не предъявляются высокие требования к биению инструмента.

Каждый патрон соответствует определенному диаметру хвостовика инструмента.



Патрон с типом крепления Weldon

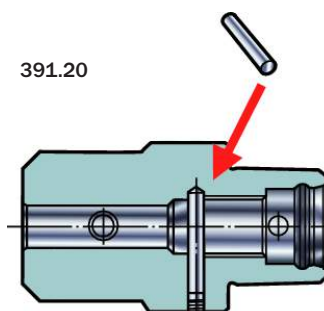
Рекомендуемые величины моментов при затяжке винтов для патронов Weldon

Фронтальное закрепление:

Размер Weldon (диам.)	Резьба	Рекомендуемый момент (Нм)
6	M6	3
8	M8	7
10	M10	10
12 и 14	M12	12
16 и 18	M14	15
20	M16	20
25	M18x2	25
32 и 40	M20x2	45
50	M24x2	60

Постоянные ограничители для патронов Weldon

Во все новые патроны типа 391.20, выпускающиеся с января 2002 года, установлены постоянные ограничители. Нет необходимости использовать ограничительные винты-пробки.



Патрон с креплением Whistle Notch

Патрон с креплением Whistle Notch является универсальной альтернативой для закрепления сверл с соответствующим типом хвостовика. Данный способ закрепления подойдет для тех операций, на которых нет высоких требований по точности.

Каждый патрон соответствует одному диаметру хвостовика.



Для хвостовиков, выполненных по DIN 6535-HE



Для хвостовиков Coromant Whistle Notch

Патрон для сверл CoroDrill® 880 и Coromant Delta®

Предназначен для закрепления инструмента с цилиндрическим хвостовиком с лыской, выполненным по ISO 9766.

Каждый патрон соответствует одному диаметру хвостовика.



Ø	Nm
16	10
20	12
25	20
32	30
40	40
50	45

Патрон для сверл

Регулируемый патрон для сверл CoroDrill® 880

Регулируемый патрон предназначен для закрепления сверл с хвостовиком по ISO 9766 и позволяет обрабатывать отверстия большего размера, чем номинальный диаметр сверла. Диапазон регулировки диаметра обработки от 0 до +1.4 мм с дискретностью 0.05 мм.



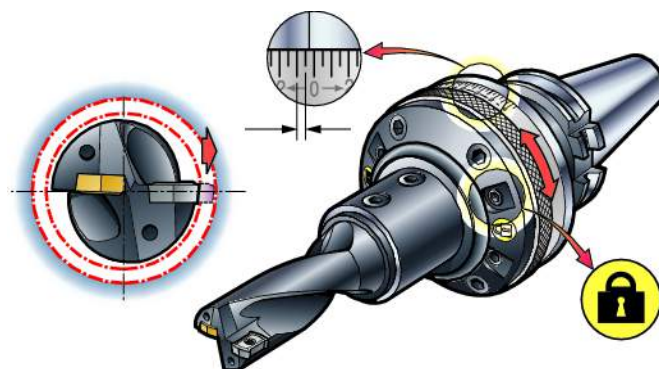
Настройка регулируемого патрона

Регулировка диаметра производится простым поворотом кольца с лимбом относительно корпуса. Настройка патрона может производиться на специальном приспособлении, оборудованном проекционным оптическим устройством. Перед процедурой настройки необходимо ослабить четыре замковых винта.

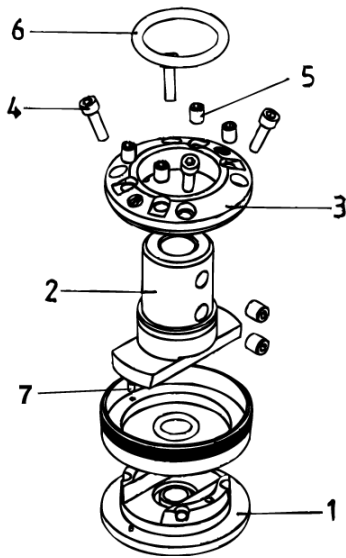
1. Перед началом всегда необходимо измерить номинальный диаметр сверла.

Обратите внимание: При использовании патрона не следует выходить за границы диапазона рекомендуемых диаметров обработки, указанных в "Основном каталоге" в таблицах заказа сверла.

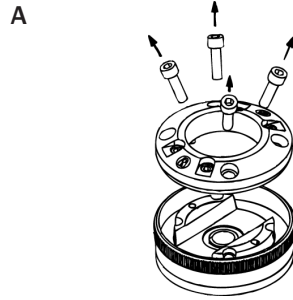
2. Дальнейшая регулировка сверла после настройки в приспособлении должна производиться путем пробных проходов. Если вы не планируете эксплуатировать патрон в течение длительного времени, то из него необходимо вынимать ползун.



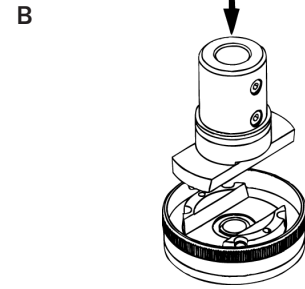
Сборка регулируемого патрона с ползуном типоразмера 1 и 2



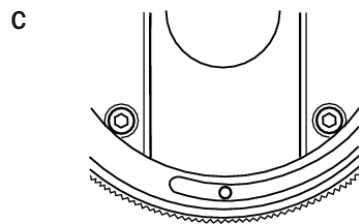
1. Корпус
2. Ползун
3. Крышка
4. Крепежные винты
5. Замковые винты
6. Кольцо
7. Штифт



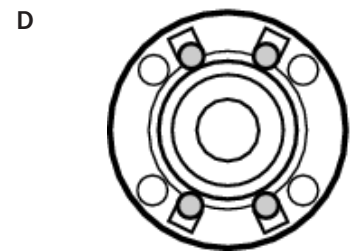
Снимите крышку, предварительно выкрутив винты. Протрите крышку, ползун и корпус патрона кусочком неворсистой ткани. Нанесите небольшое количество смазки на контактные поверхности узла сборки.



Вставьте ползун в корпус патрона.

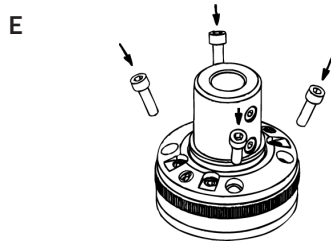


Убедитесь, что штифт попал в канавку на корпусе.



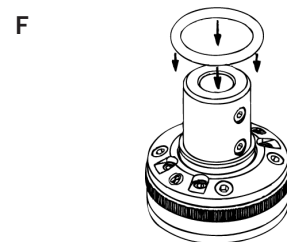
Слегка выкрутите замковые винты с наружной стороны крышки.

Примечание: При этом винты не должны выступать за поверхность крышки.



Установите крышку на патрон и затяните крепежные винты крест-накрест с моментом 10-12 Нм.

Примечание: Эти винты должны быть затянуты при регулировке диаметра.

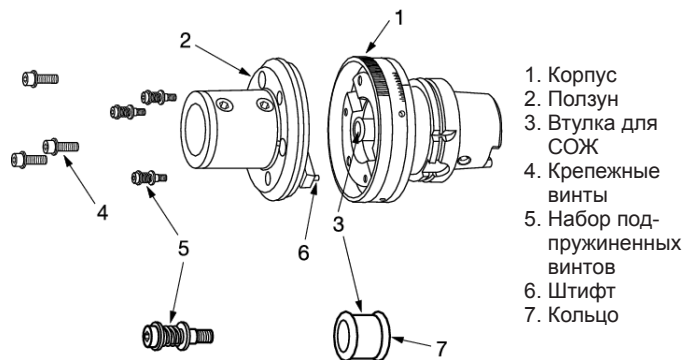


Наденьте защитное кольцо на ползун и плотно установите его в крышке.

Сборка регулируемого патрона с ползуном типоразмера 3

1. Выкрутите подпружиненные винты. Очистите ползун (2) и корпус (1) посредством неворсистой ткани.
2. Нанесите тонкий слой смазки на контактные поверхности.
3. Вставьте ползун (2) в корпус (1). Убедитесь что штифт (6) попал в канавку на корпусе патрона и что втулка для СОЖ (3) установлена правильно в корпусе и ползуне.
4. Затяните винты (4) крест-накрест с моментом 10-12 Нм.
5. Установите подпружиненные винты (5) и слегка притяните их.

Примечание: Подпружиненные винты должны быть затянуты при регулировке диаметра.



1. Корпус
2. Ползун
3. Втулка для СОЖ
4. Крепежные винты
5. Набор подпружиненных винтов
6. Штифт
7. Кольцо

Резьбовые патроны и оснастка к ним

Виды патронов для метчиков:

- Патрон цангового типа для станков с синхронизацией
- Патрон цангового типа
- Резьбовой патрон с адаптером.



Патрон для станков с синхронизацией, цангового типа

При необходимости патрон может обеспечивать внутренний подвод СОЖ.

Посредством использования разных цанг возможно закрепление в одном патроне метчиков разного диаметра.



Патрон для станков с синхронизацией

Внимание:

Для обоих типов патронов, для станков с синхронизацией и без, на странице G53 указаны размеры цанг и величины крутящих моментов.

- Всегда используйте для каждого метчика цангу подходящего размера
- Для затяжки гайки следует использовать динамометрический ключ.

Резьбовой патрон цангового типа (без синхронизации)

Выпускается двух типов:

- Укороченное исполнение (для токарных центров)
- Утонченное исполнение (для обрабатывающих центров)

Оба исполнения должны использоваться при наружном подводе СОЖ.

Для различных размеров метчиков используйте разные цанги.



Укороченное исполнение для токарных центров



Утонченное исполнение для обрабатывающих центров

Резьбовой патрон с адаптером

Резьбовой патрон используется совместно с адаптером как с предохранительной фрикционной муфтой для ограничения крутящего момента (тип SES), так и без предохранительной муфты (тип SE).

Адаптер типа SES при достижении заранее установленного момента будет проскальзывать.

Резьбовой патрон, также как и оба типа адаптеров к нему, могут работать как с внутренним, так и с внешним подводом СОЖ.



Резьбовой патрон



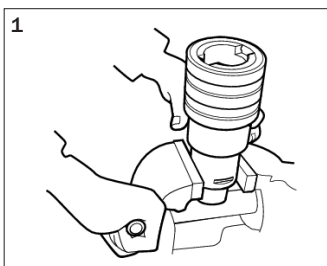
Адаптер для метчиков с фрикционной муфтой (тип SES)



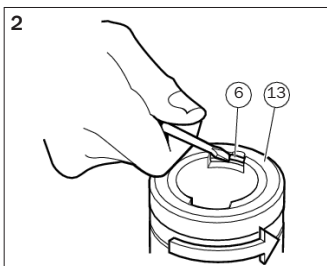
Адаптер для метчиков без фрикционной муфты (тип SE)

Разборка резьбового патрона типа 391.60

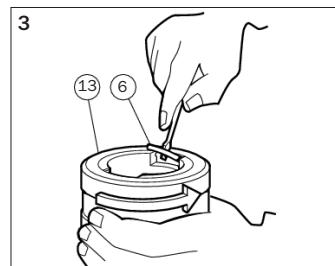
1. Закрепите патрон в тиски с мягкими губками.



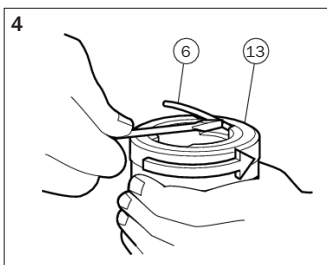
2. Вращайте втулку (13) пока не покажется конец стопорного кольца (6). Удерживайте стопорное кольцо (6) маленькой отверткой и продолжайте вращать втулку (13) пока конец стопорного кольца (6) не будет выступать в пазу втулки (13) на 10 мм.



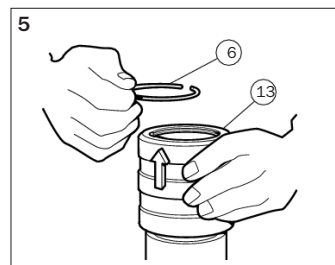
3. Поместите отвертку в паз втулки (13), отогните конец кольца (6) и продолжайте вращать втулку.



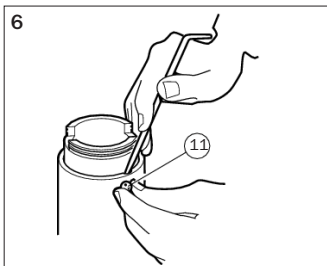
4. Используйте отвертку в качестве рычага и, продолжая вращать втулку, извлеките стопорное кольцо наружу.



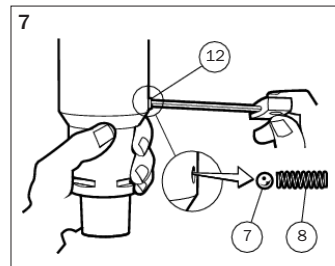
5. Снимите втулку (13).



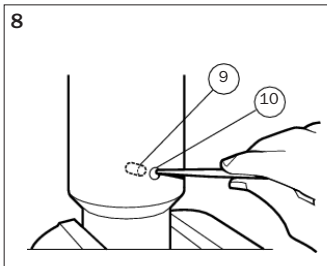
6. Извлеките три шарика (для типоразмера корпуса 2-3) (11) или крепежное кольцо (для типоразмера корпуса 1) (11).



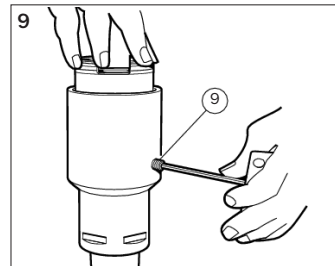
7. Извлеките винт (12), пружину сжатия (8) и шарик (7).



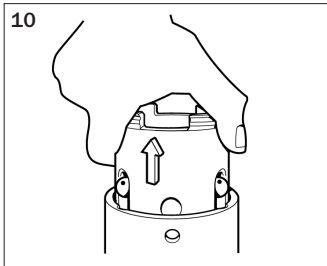
8. Снимите пластиковую заглушку (10) для обеспечения доступа к стопорному винту (9).



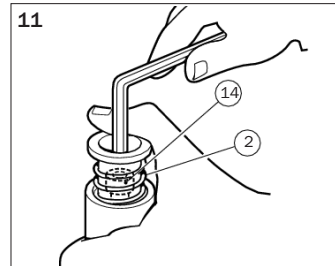
9. Надавите на внутреннюю часть патрона и извлеките стопорный винт (9).



10. Вытяните внутреннюю часть патрона.

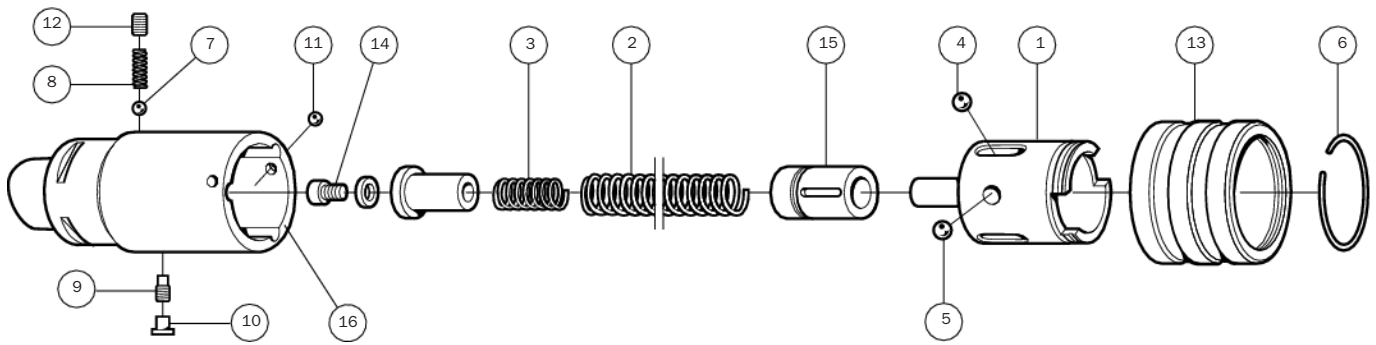


11. Для того чтобы освободить пружины (2 и 3) извлеките винт (14). Важно перед полным ослаблением винта надавить на заднюю часть конструкции.

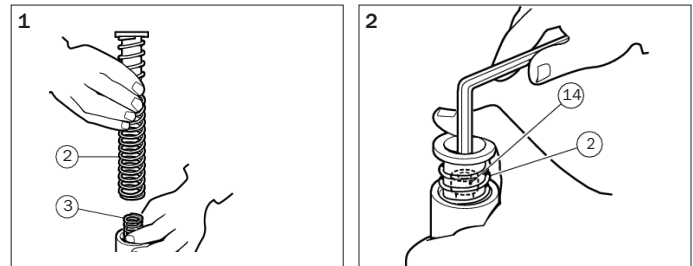
**Внимание:**

Удерживайте пружины в сжатом состоянии в процессе извлечения винта (14), в противном случае пружины могут выскочить и нанести повреждение.

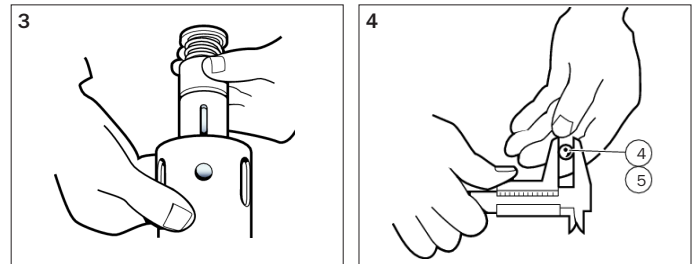
Сборка резьбового патрона 391.60



1. Поместите пружины во втулку (15). Сначала вставьте маленькую пружину (3), а затем сверху вставьте большую (2).
2. Сожмите пружины и затяните винт (14).

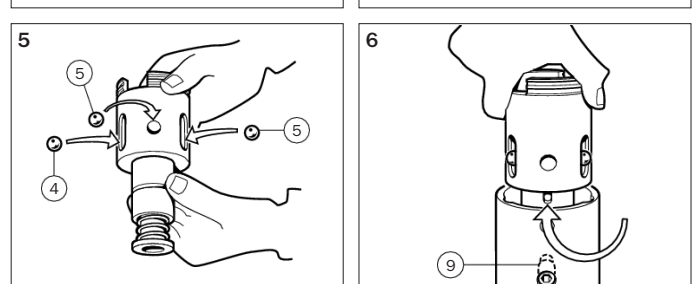


3. Расположите паз для стопорного винта (9) напротив центральной линии отверстия для шарика (5).
4. Установите три шарика (4) и (5), выдвинув из них предварительно шарик меньшего размера (4).

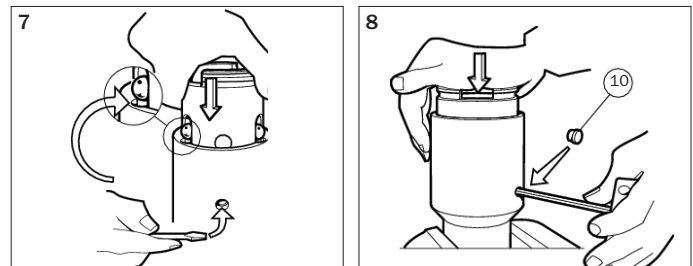


Внимание: Размеры шариков указаны внизу на странице G96.

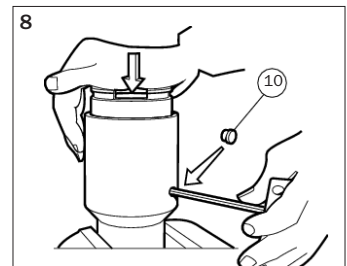
5. Поместите смазку в отверстия и пазы во внутреннем цилиндре (1) для удержания шариков.
6. Отрегулируйте взаимное расположение внутреннего цилиндра и корпуса таким образом, чтобы ось паза с шариком (4) на внутреннем цилиндре совпала с осью паза для стопорного винта на корпусе (16). После чего вставьте две детали друг в друга.



7. Надавите на внутренний цилиндр и убедитесь, что паз для стопорного винта виден через резьбовое отверстие.
- При необходимости выполните дополнительную регулировку.



8. Утопите внутренний цилиндр на половину и затяните стопорный винт. Ослабьте винт на ¼ оборота и вставьте пластиковую заглушку (10).



Сборка резьбового патрона 391.60

9. Проверьте правильность сборки перемещением внутренней части.

10. Поместите шарики или стопорное кольцо (11) и плавно вставьте втулку (13).

11. Совместите канавки для стопорного кольца во втулке (13) и во внутреннем цилиндре (убедитесь в отсутствии заусенцев). Поворачивайте втулку (13) и одновременно надавливайте на стопорное кольцо вниз.

12. Надавите отверткой на стопорное кольцо (6), направляя его в канавку на втулке (13) и одновременно вращайте втулку, пока кольцо не займет место в канавке.

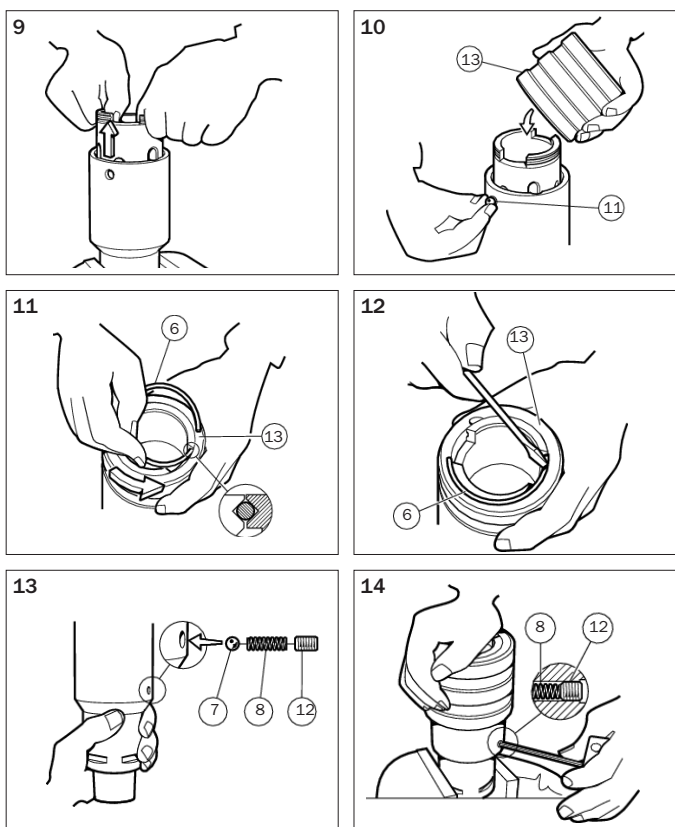
13. Сборка основного узла сжатия. Сборка осуществляется в следующей последовательности: шарик (7), пружина (8) и фиксация винтом (12).

14. Отрегулируйте начальное давление, сжимая пружину (8) при затягивании винта (12). Проверьте давление нажатием на патрон.

Техническое обслуживание

Патрон следует регулярно осматривать на наличие повреждений, очищать от грязи и смазывать.

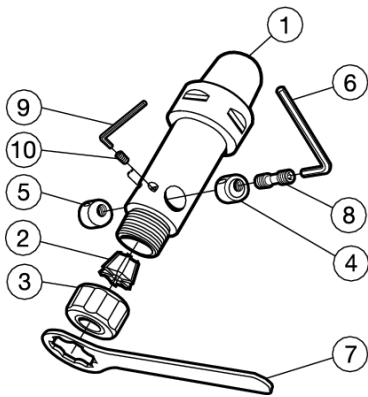
Специальные проверки следует проводить при повреждении корпуса патрона, при наличии задиров на нем и при поломке винтов.



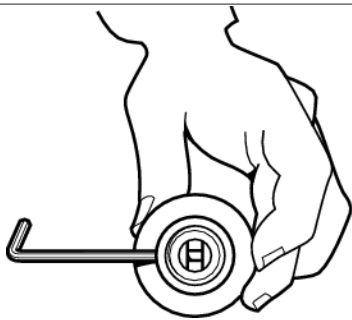
Размер шариков

Типоразмер корпуса	Диаметр шарика, мм	
	Поз. No. 4	Поз. No. 5
1	5.0	5.2
2	6.5	6.5
3	8.0	9.0

Инструкция для сборки резьбового патрона цангового типа.



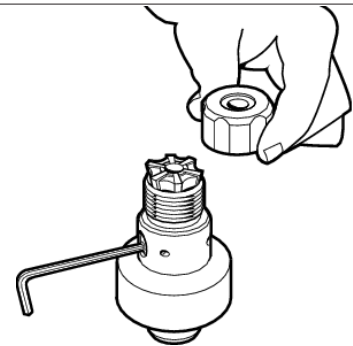
1. Патрон
2. Цанга
3. Зажимная гайка
4. Кулачок
5. Кулачок
6. Ключ
7. Накладной ключ
8. Регулировочный винт
9. Ключ
10. Винт с внутренним шестигранником



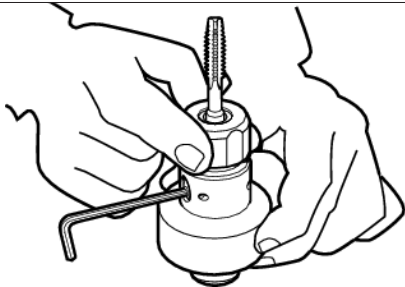
Откройте кулачки (4) и (5) для хвостовика метчика квадратного сечения.



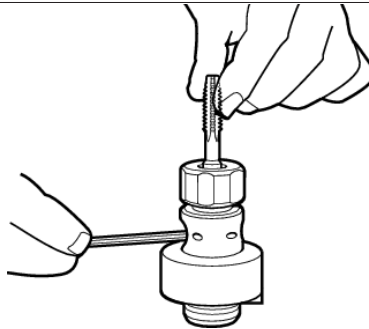
Вставьте цангу (2) в патрон (1).



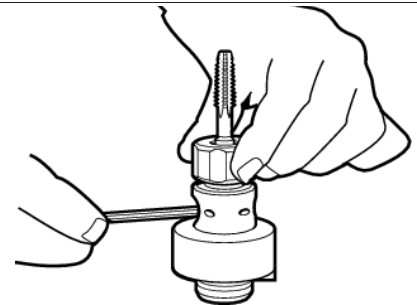
Накрутите гайку на патрон.



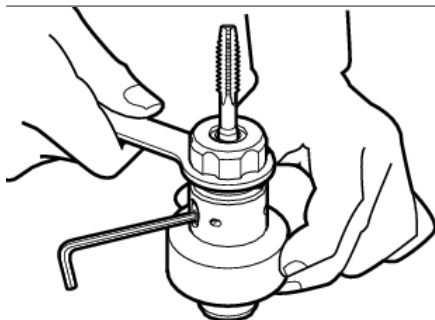
Вставьте метчик в цангу. Затяните гайку до момента охватывания хвостовика цангой.



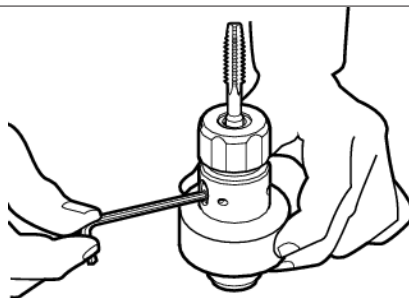
Повернув метчик в нужное положение, зажмите кулачки (4) и (5).



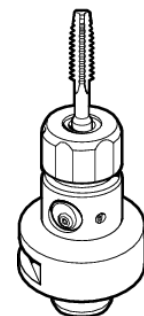
Приоткройте кулачки для избежания перекоса метчика.



Закрепите метчик, закрутив гайку цанги.



Слегка затяните кулачки для выборки зазора.



Сборка завершена.

Демпфирующие оправки

Обработка инструментом с большим вылетом получает все большее и большее распространение и особенно часто используется в обрабатывающих центрах.

Вибрации, возникшие при работе инструментом с большим вылетом, можно значительно уменьшить, используя антивибрационные оправки (со встроенным демпфером или Silent Tool).

Наилучшие результаты достигаются при использовании хвостовика Coromant Capto, обеспечивающего высокую повторяемость закрепления и наивысшую жесткость соединения на рынке..

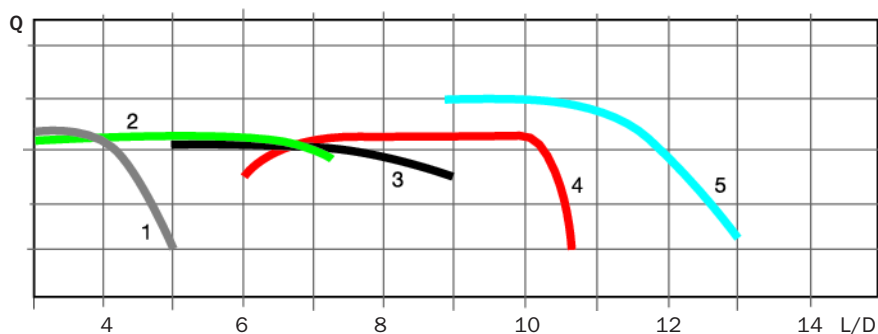
Принцип действия

Принцип работы заключается в поглощении вибраций инерционным телом, упруго подвешенным в полости оправки на двух резиновых втулках. Все свободное пространство внутри оправки заполнено вязкой жидкостью. В случае возникновения колебаний в системе инерционное тело приходит в движение и кинетическая энергия колебаний оправки поглощается.

Использование антивибрационных оправок для работы с большим вылетом

При вылетах инструмента более четырех диаметров тенденция к появлению вибраций значительно возрастает.

Но при использовании антивибрационной оправки обработка может быть произведена с отличным результатом даже на глубину до 13-ти диаметров. Для правильного выбора оправки смотрите иллюстрацию ниже.



Q = скорость снятия материала (см³/мин)

1. Стальные расточные оправки
2. Твердосплавные расточные оправки
3. Стальные антивибрационные оправки короткого исполнения
4. Стальные антивибрационные оправки длинного исполнения
5. Усиленные твердосплавные антивибрационные оправки



Максимальный вылет антивибрационной оправки – 7 диаметров для короткого исполнения и 10 диаметров для длинного исполнения.

Silent Tools®



Основные детали антивибрационной оправки:

- A: инерционное тело
- B: резиновые втулки
- C: специальная вязкая жидкость

Антивибрационные оправки для растачивания

Ассортимент инструмента для растачивания предусматривает антивибрационные оправки Coromant Capto с торцевым креплением. Они предназначены для закрепления расточных головок Duobore с двумя режущими кромками для ступенчатого растачивания и растачивания одной режущей кромкой.

Размер соединения	Посадочный диаметр оправки (мм)	Длина (мм)
C8	27	320
C8	32	320



Антивибрационная фрезерная оправка с торцевой шпонкой



Расточная головка Duobore с креплением на оправке

Антивибрационные оправки для фрезерования

Среди антивибрационных фрезерных оправок Coromant Capto представлены два типа соединения:

- Крепление торцевой шпонкой
- Резьбовое крепление

Крепление на оправке с торцевой шпонкой рекомендуется использовать для фрезерования плоскостей и уступов.

Размер соединения	Посадочный диаметр оправки (мм)	Длина (мм)
C5	22	220
C6	22	260
C8	27	320
C8	32	320



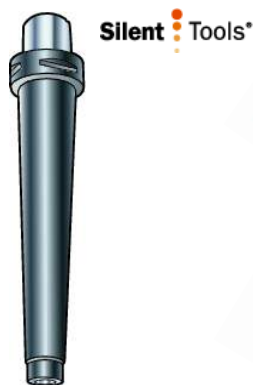
Антивибрационная фрезерная оправка с торцевой шпонкой



Фреза CoroMill 490 с креплением на оправке

Резьбовое крепление фрезерных головок CoroMill часто используется при обработке штампов и пресс-форм.

Размер соединения	Размер резьбы	Длина (мм)
C4	M10	175
C5	M12	186
C5	M16	279
C6	M16	279



Антивибрационная фрезерная оправка с резьбовым креплением



CoroMill 390



CoroMill 300

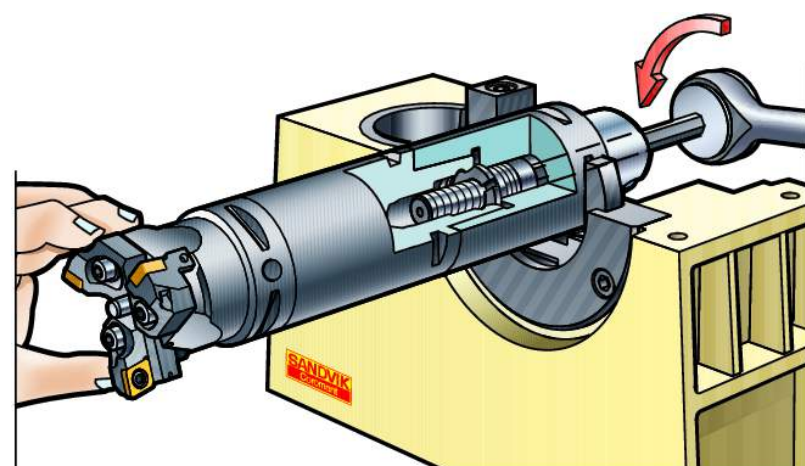
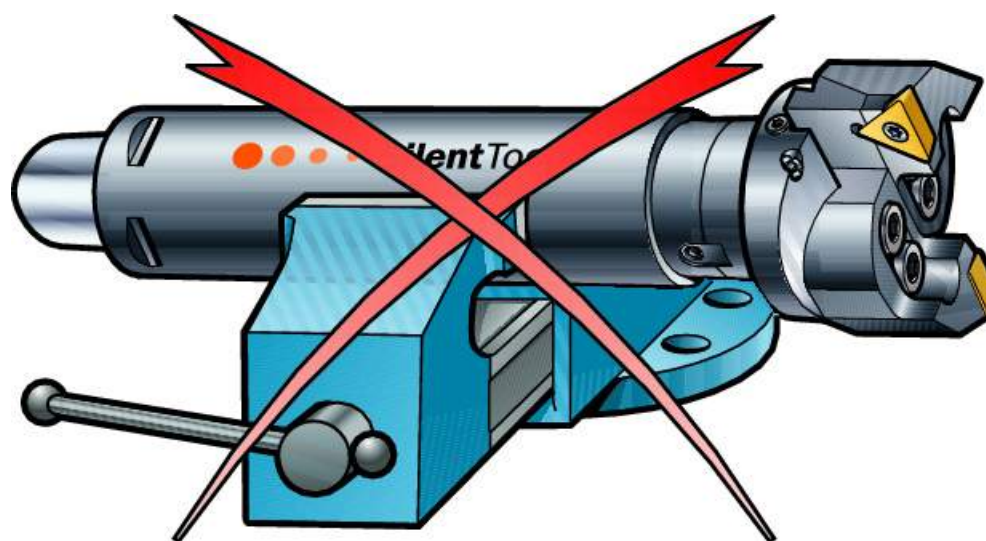
Антивибрационные оправки для точения

Программа модульного инструмента CoroTurn SL представлена на стр. G84.

Сборка антивибрационных оправок

Антивибрационные оправки требуют бережного обращения: будьте осторожны при сборке, не повредите их.

Особые меры предосторожности по обращению с антивибрационными оправками вызваны их тонкостенной конструкцией, которая может быть легко повреждена.



Для сборки антивибрационного инструмента используйте специальные сборочные приспособления.

Патрон CoroGrip®

Прецизионный гидромеханический патрон CoroGrip универсален по своему применению. Он подходит для закрепления фрезерного и сверлильного инструмента, для выполнения как чистовых, так и черновых операций. В патроны могут зажиматься инструменты с хвостовиками от 6 до 32 мм, а при использовании разрезных цанг – от 3 мм. Типы зажимаемых хвостовиков могут быть различны, а сами патроны подходят к большинству инструментальных систем станков. Патроны CoroGrip обеспечивают высокую гибкость применения за счет наличия двух исполнений: универсального (HMD) и укороченного (HMS). Также ассортимент патронов включает патрон-удлинитель с цилиндрическим хвостовиком. Закрепление инструмента в этих патронах основано на гидравлическом воздействии на зажимную коническую втулку.

Каждый патрон отбалансирован по классу G2.5. В комплекте с патроном имеется индивидуальный паспорт о балансировке.



Патрон CoroGrip® - надежное закрепление инструмента, как для чистовых, так и для черновых операций.

Возможность передачи очень высокого крутящего момента предотвращает инструмент от проворачивания, даже на черновых операциях. К тому же механизм самоблокирующийся и во время обработки не испытывает гидравлического давления. Усилие зажима остается постоянным длительное время, пока инструмент не будет извлечен.

Патроны CoroGrip изготавливаются с высокой точностью, благодаря чему их радиальное биение, измеренное на расстоянии трех диаметров от торца патрона, составляет 0.002 – 0.006 мм. Точность патрона сохраняется даже при интенсивной эксплуатации, что увеличивает стойкость инструмента и качество обработки.

В патроне CoroGrip надежно закрепляется инструмент с любым типом хвостовика: цилиндрическим, Whistle Notch или Weldon. Все типы хвостовиков могут зажиматься как с переходными цангами так и без.

Патроны сочетают в себе высокую точность и очень высокие силы закрепления. Точность закрепления в патроне также зависит от точности изготовления хвостовика. Удовлетворительным считается хвостовик, выполненный в пределах допуска по h7.



Рукоятка золотника в положении Т при установке и снятии инструмента.

Нагнетание давления для зажима патрона, рукоятка в положении А.

После закрепления инструмента рукоятка должна быть переведена в положение Т.

Нагнетание давления для разжима патрона, рукоятка в положении В.

Цилиндрические цанги

Для закрепления инструмента в патронах CoroGrip могут быть использованы цанги: разрезные и для внутреннего подвода СОЖ. Цанги с патроном не поставляются, их необходимо заказывать отдельно.

Удобство эксплуатации

Заменить инструмент можно менее чем за 20 секунд. Высокие усилия зажима патрона CoroGrip создаются внешним гидравлическим насосом, который обеспечивает давление 500 бар при закреплении и до 800 бар при раскреплении инструмента. И поскольку механизм закрепления самоблокирующийся, то после закрепления механизма при работе гидравлическое давление отсутствует.

Для патронов CoroGrip выпускаются два вида насосов: с ручным приводом и с пневмомотором. Последний тип насоса использует сжатый воздух из централизованной системы (минимальное давление 6 бар). Использование любого из указанных типов удобно для оператора и позволяет легко сменить инструмент меньше чем за 20 секунд, при этом стабильность усилия, зажимающего хвостовик, обеспечивается автоматически.

Увеличение вылета инструмента

Карандашные цанги (сверхдлинное исполнение) для патронов CoroGrip позволяют работать с еще большим вылетом, что бывает необходимо при обработке штампов и пресс-форм. В программу включены цанги с наружным диаметром 20 мм для инструментов с хвостовиками четырех типоразмеров: 6, 8, 10 и 12 мм.

Использование карандашных цанг обеспечивает следующие преимущества:

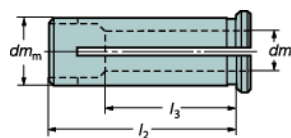
- Повышение производительности обработки выборок и карманов
- Несмотря на увеличенный вылет, повышение общей изгибной прочности.
- Увеличение стойкости инструмента.

Лазерная маркировка на цангах указывает максимальный вылет, при котором не происходит снижение усилия зажима. Не превышайте значение рекомендуемого вылета.

Предварительная настройка

Предварительная настройка инструмента в патроне на заданную длину не вызывает трудностей. Используя оптическое устройство соответствующей точности, вылет инструмента можно настроить с точностью ± 5 мкм, причем осевое положение остается неизменным при закреплении.

Цанги с прорезями 393.CG



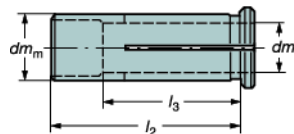
Цанги с прорезями 393.CG



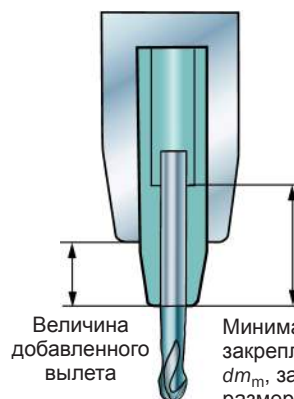
Цанги для внутреннего подвода СОЖ 393.CGS



Цанги для внутреннего подвода СОЖ 393.CGS



Карандашные цанги для патронов CoroGrip®



Величина добавленного вылета

Минимальная длина закрепления 3-6 x dm_m , зависит от размера инструмента

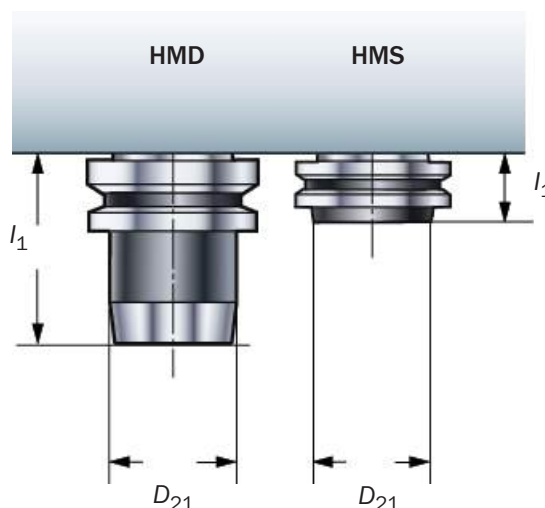


Жесткость на изгиб

Конструкция патрона CoroGrip постоянно совершенствуется, и самая последняя его версия характеризуется наивысшей степенью надежности и точности, с обеспечением биения при закреплении в несколько микрон. Большая площадь контакта по торцу и диаметру патрона обеспечивает увеличение изгибной прочности в десятки раз. Изгибная прочность играет важную роль в предотвращении отклонений инструмента в процессе обработки. Процесс закрепления и разжима инструмента достаточно прост и осуществляется поворотом рукоятки золотника с использованием насоса.

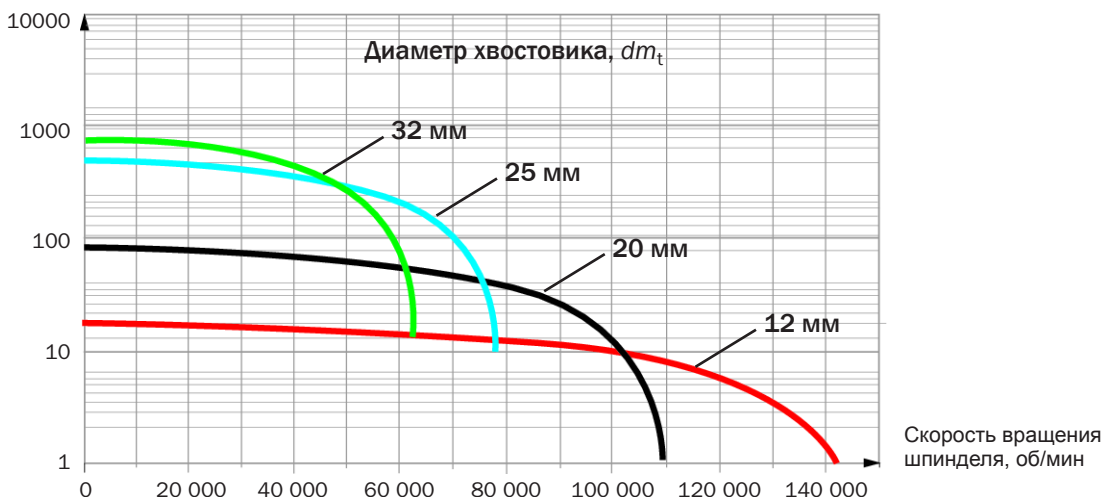
Патроны HMD обеспечивают большой вылет инструмента по сравнению с другими типами патронов, а патроны HMS предназначены для работы с минимальным вылетом. У таких патронов сокращено расстояние от торца шпинделя до торца самого патрона, что способствует прочности патрона и стабильности под действием радиальных сил. Патроны HMS предполагают использование инструмента с большим вылетом на повышенных режимах резания.

Применение цилиндрических цанг в патронах CoroGrip приводит к увеличению передаваемого ими крутящего момента. Например, инструмент с диаметром хвостовика 12 мм может быть закреплен непосредственно в патроне такого же диаметра или в патроне диаметром 20 мм с переходной цангой диаметром 12 мм. Предпочтительным, с точки зрения передаваемого момента, является последний вариант применения. Однако использование переходных цанг увеличивает на несколько микрон величину биения патрона.



Передаваемый патронами CoroGrip® крутящий момент в зависимости от скорости вращения шпинделя

(Допуск хвостовика инструмента h6)



Силовые характеристики патрона CoroGrip®

Максимально рекомендуемая частота вращения шпинделя зависит от типоразмера патрона. Высокие усилия и точность закрепления, в сочетании с индивидуальной балансировкой патронов делает их наиболее эффективными при высокоскоростной обработке.

Существуют минимальные значения крутящих моментов, которые необходимо обеспечить для выполнения разных типов обработки.

Силовые характеристики патрона CoroGrip®

Максимально рекомендуемая частота вращения шпинделя зависит от типоразмера патрона. Высокие усилия и точность закрепления, в сочетании с индивидуальной балансировкой патронов делает их наиболее эффективными при высокоскоростной обработке.

Минимальные требования по передаваемому моменту

Обрабатываемый материал: низколегированная сталь (СМС02.2)
Тип операции: фрезерование полного паза
Инструмент: концевая фреза CoroMill 390 со сменными пластинами
Крутящий момент в Нм

	Диаметр, мм									
	12	12	16	16	20	20	25	25	32	32
	Черновая	Чистовая	Черновая	Чистовая	Черновая	Чистовая	Черновая	Чистовая	Черновая	Чистовая
f_z (мм/об)	0.2	0.15	0.2	0.15	0.2	0.15	0.35	0.15	0.35	0.15
a_p (мм)	10	10	10	10	10	10	15.7	15.7	15.7	15.7
Z=1	13	10	x	x	x	x	x	x	x	x
Z=2	x	x	34	27	43	34	127	67	163	86
Z=3	x	x	x	x	64	52	191	101	244	129

Инструмент: цельная твердосплавная фреза CoroMill Plura

Z	Диаметр: мм / a_p			
	12 / 12	16 / 16	20 / 20	25 / 25
	f_z / Нм			
2	0.035 / 6.1	0.058 / 17	0.083 / 34	-
3	0.072 / 5.5	0.046 / 20	0.061 / 40	-
4	0.033 / 12	0.053 / 31	0.070 / 65	0.054 / 75



Для черновой обработки или при тяжелых режимах резания рекомендуется использовать патроны большего диаметра, с использованием в них цилиндрических цанг. Большой размер патрона будет способствовать большей стабильности обработки, а применение цанги значительно повысит усилие зажима. В этом случае усилие закрепления будет распределяться по большей площади цанги по сравнению с внутренним диаметром патрона и, соответственно, большее усилие будет передаваться на хвостовик инструмента.

Тип операции: сверление
Инструмент: цельное твердосплавное сверло CoroDrill Delta C

	Диаметр: мм						
	6	8	10	12	16	20	
f_n (мм/об)	0.25	0.38	0.38	0.44	0.5	0.5	
Нм	4.1	10	16	25	50	78	Номинальный момент
Нм	8.2	20	32	50	100	156	Момент при пакетировании стружки

Крутящий момент при закреплении непосредственно в патрон

Диаметр хвостовика Ø мм	500 бар
6	13
12	60
16	155
20	365
25	670
32	1220

Увеличенный момент при закреплении через переходную цангу

Диаметр хвостовика Ø мм	Диаметр хвостовика, мм				
	12	16	20	25	32
	Нм				
12	60	-	-	-	-
16	94	155	-	-	-
20	195	260	365	-	-
25	273	373	473	670	-
32	290	387	471	681	1220

Минимальный крутящий момент для закрепления инструмента с разным вылетом

Диаметр Ø мм	Длина закрепления в диаметрах					Min длина
	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	
6	3	4	5	7	8	18
12	28	38	48	58	60	21.5
16	74	100	126	152	155	28.5
20	170	231	292	353	365	36
25	322	433	545	657	670	44.5
32	610	813	1017	1220	1220	56

*) Min длина = минимально рекомендуемая длина закрепления

Ручной насос – установка системы

При установке системы должны строго соблюдаться все предписанные рекомендации. Месторасположение операции сборки патрона должно быть оборудовано надлежащим образом, например, пол не должен иметь каких либо неровностей. Сборка рабочих частей насоса должна осуществляться по инструкции для обеспечения его надежной и долговечной службы. За сборку эксплуатацию и хранение насоса должны отвечать только обученные и ознакомленные с инструкцией люди.

Система должна быть установлена на строго горизонтальном полу/основании. Система спроектирована и должна использоваться в помещениях не подверженных влиянию погодных условий. Хранение системы в условия агрессивных сред или на открытом воздухе может привести к коррозии или другим повреждениям, не попадающим под гарантийные обязательства.

Высокоточный силовой патрон с установленной скобой



Ручной насос высокого давления

Скоба

Золотник

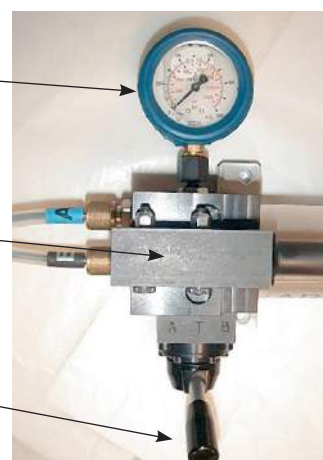
Основные элементы – ручной насос



Втулка (винт)

Скоба для патронов HMD или HMS

Манометр



Золотник

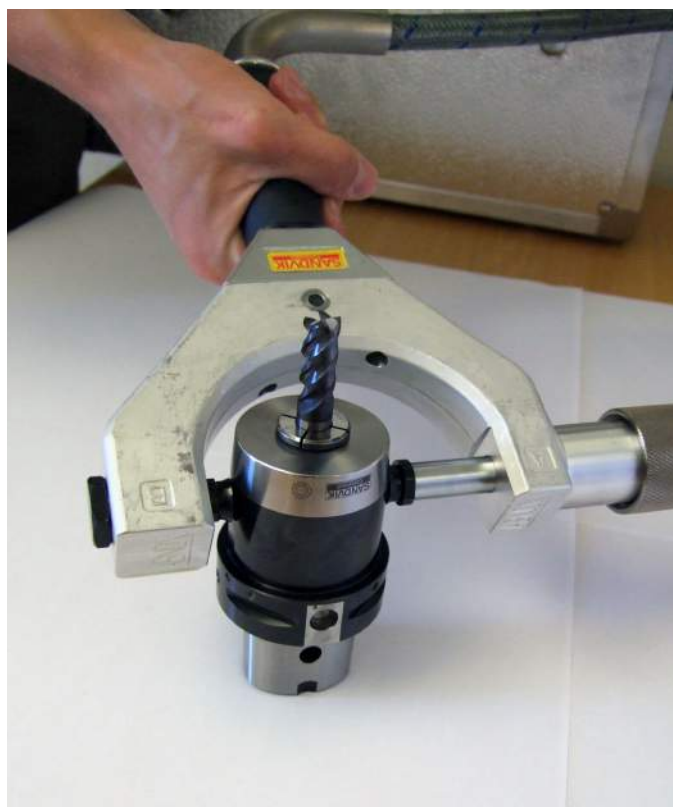
Рычаг

Закрепление (раскрепление) инструмента

- Скоба должна быть установлена так, чтобы отметки A и B совпадали с такими же отметками на высокоточном силовом патроне
- Закручивайте рукоятку, чтобы слегка зафиксировать скобу. Давление насоса зафиксирует ниппеля на патроне автоматически.
- Вставьте инструмент в патрон
- Установите поворотный рычаг в положение A. (Положение разжима B)
- Накачивайте давление насосом до тех пор, пока оно не достигнет 500 бар. (В положение разжима B давление составляет 800 бар)
- Установите рычаг в положение T. Давление упадет до нуля
- Снимите скобу с патрона
- Патрон готов к эксплуатации на станке.

Решение проблем – ручной насос

Неисправность	Возможные причины	Способы устранения
Насос не развивает требуемого давления	Низкий уровень масла	Долейте масло до середины смотрового окна. Используйте трансмиссионное масло типа SAE 80 W
	Протечки	Проверьте и при необходимости замените шланги и соединения
	Загрязненное масло	Прочистите насос, заполните новое профильтрованное масло и выпустите воздух
	Неверное положение поворотного рычага	Переведите рычаг в положение A или B
Инструмент не зажимается	Неверное положение поворотного рычага	Переведите рычаг в положение A
	Неправильное присоединение скобы к патрону	Отметки на скобе должны совпадать с отметками на патроне
	Нарушена работоспособность клапана на патроне	Проверьте патрон
Инструмент не разжимается	Неверное положение поворотного рычага	Переведите рычаг в положение B
	Неправильное присоединение скобы к патрону	Отметки на скобе должны совпадать с отметками на патроне
	Нарушена работоспособность клапана на патроне	Проверьте патрон



Стационарный пневмогидравлический насос – установка системы

Все имеющиеся инструкции к системе должны строго соблюдаться. Перед установкой системы необходимо проверить требуемое пространство для беспрепятственной работы, как персонала, так и самой системы.

Насос высокого давления должен быть смонтирован таким образом, чтобы обеспечивалась надежная и гарантированная работоспособность. Все уязвимые элементы и шланги должны быть смонтированы так, чтобы им не было причинено вреда. Только специально подготовленный персонал имеет право собирать, подготавливать к работе и хранению систему.

Для правильной работы насоса, он должен быть смонтирован на плоской, горизонтальной поверхности в помещении, где отсутствует влияние внешних факторов.

Хранение системы под влиянием агрессивных сред или на открытом воздухе может привести к коррозии или другим повреждениям, не попадающим под гарантийные обязательства.

Примечание: Более подробная информация приведена в руководстве по обслуживанию и кратком руководстве по применению.

Пневмогидравлический насос высокого давления

Золотник



Высокоточный силовой патрон в сборе со скобой (скоба не входит в комплект поставки и должна быть заказана отдельно)

Основные элементы – стационарный насос

Кнопка включения вакуума

Пневматический манометр

Раскрепление

Контрольный пневмоклапан настроен на давление 800 бар.

Поверните регулировочную ручку для изменения давления

➔ повышение давления

➤ уменьшение давления



Рычаг и гидравлический манометр

Закрепление

Контрольный пневмоклапан настроен на давление 500 бар.

Поверните регулировочную ручку для изменения давления

➔ повышение давления

➤ уменьшение давления

Закрепление (раскрепление) инструмента

- Скоба должна быть расположена в соответствии с маркировкой А и В на патроне и скобе
- Закручивайте рукоятку, чтобы слегка зафиксировать скобу. Давление насоса фиксирует ниппеля на патроне автоматически
- Вставьте инструмент в патрон
- Стационарный насос начинает работу автоматически и накачивает давление до требуемых 500 бар (при раскреплении 800 бар)
- Поверните рычаг в положение Т. Гидравлическое давление снижается до 0
- Нажмите кнопку включения вакуума на 10 секунд для создания вакуума в шлангах
- Снимите скобу с патрона
- Патрон готов к эксплуатации на станке.

Примечание: Более подробная информация приведена в руководстве по обслуживанию и кратком руководстве по применению.



Втулка (Винт)



Если возникают проблемы при эксплуатации стационарного насоса

Неисправность	Возможные причины	Способы устранения
Насос не включается	Нет давления воздуха	Проверьте подачу воздуха
	Нарушена герметичность соединения	Уплотните соединения
	Засор в системе подачи воздуха	Почистите или замените фильтр
Насос не развивает требуемого давления	Неправильно настроена ручка, регулирующая усилие зажима	Настройте клапан на давление 3.5 бар (поднимайте давление) для получения 500 бар
	Неправильно настроена ручка, регулирующая усилие разжима	Настройте клапан на давление 5.6 бар (поднимайте давление) для получения 800 бар
	Низкий уровень (трансмиссионного) масла	Долейте масло до максимума
	Засор в системе подачи воздуха	Почистите или замените фильтр
	Протечка	Проверьте герметичность шлангов и соединений
	Загрязненное масло	Очистите емкость, замените масло и выпустите воздух
	Загрязнен масляный фильтр	Очистите масляный фильтр
	Не достаточное давление воздуха	Проверьте давление воздуха
	Перепутаны положения золотника	Переведите золотник в положение А или В
Насос не останавливается	Зажат клапан выключения	Проверьте клапан выключения
Инструмент не зажимается	Перепутаны положения золотника	Установите золотник в положение А
	Неверное крепление скобы к патрону	Отметки на скобе и патроне должны совпадать
Инструмент не разжимается	Поврежден высокоточный силовой патрон	Проверьте патрон
	Перепутаны положения золотника	Установите золотник в положение В
	Неверное крепление скобы к патрону	Отметки на скобе и патроне должны совпадать

Рекомендации по обслуживанию патрона CoroGrip®

- Прежде чем вставлять инструмент в патрон убедитесь, что хвостовик не поврежден, его размер соответствует размеру патрона и на хвостовике и, особенно в патроне, нет загрязнений.
- По возможности вставляйте хвостовик инструмента до конца, уменьшение длины крепления снижает величину передаваемого момента.
- При хранении патрона предохраняйте его от коррозии, смазывая маслом.
- Никогда не прикладывайте чрезмерную силу для того, чтобы вставить хвостовик инструмента в патрон.
- Эти патроны являются высокоточными изделиями и должны обслуживаться аккуратно.
- Патроны не должны нагреваться до температуры выше 75°. В противном случае могут быть повреждены уплотнения.
- Не превышайте давление 500 бар при зажиме патронов CoroGrip. Это может вызвать залипание патрона. Если требуется большая сила зажима, примените патрон большего размера с переходной втулкой.

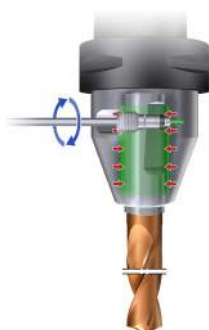


Патрон HydroGrip®

Патрон HydroGrip развивает давление зажима в три раза превышающее давление, развиваемое традиционной оснасткой. Это означает, что патрон может использоваться на всех типах сверлильных операций и при чистовом и получистовом фрезеровании.

В сравнении с цанговыми патронами, оснасткой Weldon и Whistle Notch, где биение измеряется в сотых миллиметра, патроны HydroGrip обеспечивают биение, измеряемое в микронах.

Каждый патрон индивидуально отбалансирован по классу G2.5. К каждому патрону прилагается паспорт измерений.



Прецизионные патроны

Патроны HydroGrip предлагают лучшую точность в комбинации с максимальной стабильностью.

Ассортимент коротких, удлиненных патронов и патронов карандашного типа обеспечивает выполнение всех основных сверлильных и фрезерных операций.

Хорошо дополняет программу высокоточных патронов HydroGrip патрон с цилиндрическим хвостовиком.



Короткое исполнение



Цилиндрический хвостовик

Патрон удлиненного исполнения, находящийся в диапазоне между коротким и карандашным исполнением, рекомендуется для сверления и ненагруженного фрезерования.

Функциональность и простота эксплуатации соответствует всей гамме оснастки HydroGrip.



HydroGrip® HD



Удлиненное исполнение

Карандашные патроны HydroGrip обеспечивают сочетание высокой геометрической проходимости и стабильности, необходимое при обработке глубоких полостей штампов и пресс-форм, а также для всех других операций, когда требуется большой вылет инструмента. Индивидуальная балансировка обеспечивает обработку с наилучшими результатами.

Ассортимент коротких, удлиненных и карандашных патронов позволяет выбрать лучший вариант при обработке с самыми высокими требованиями, а также при жестких требованиях, предъявляемых высокоскоростными станками.

Карандашные патроны HydroGrip созданы для обработки в труднодоступных местах и при ограничениях, налагаемых приспособлениями. Многие сложные детали имеют глубокие полости, требующие инструмента с большим вылетом. Одна из основных особенностей, позволяющая выбрать длину патрона и соответственно вылет инструмента. Для лучшего крепления инструмента используйте инструмент с хвостовиками с допуском по h6.



Короткое, удлиненное и сверхдлинное исполнения патрона.

Оправка для торцевых фрез HydroGrip®

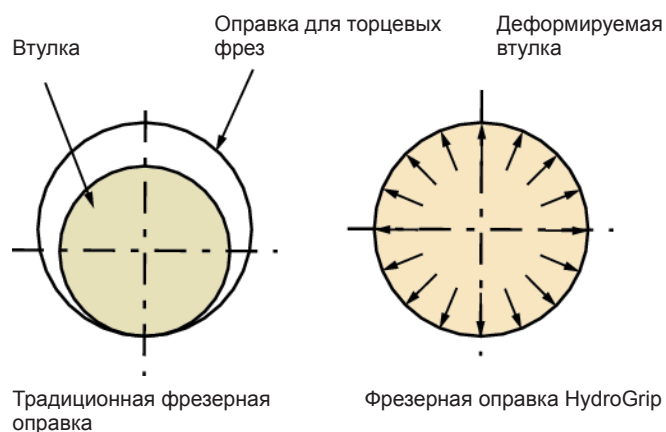
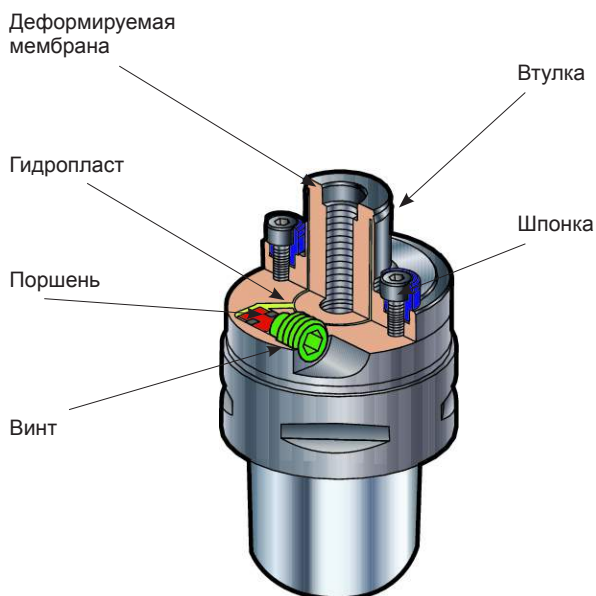
Оправка HydroGrip прекрасно подходит для операций фрезерования, где требуется высокое качество обработанной поверхности и минимальное радиальное биение фрезы. Это в целом позволяет повысить надежность процесса, стойкость и качество обработки, как при торцевой обработке, так и при обработке уступов.



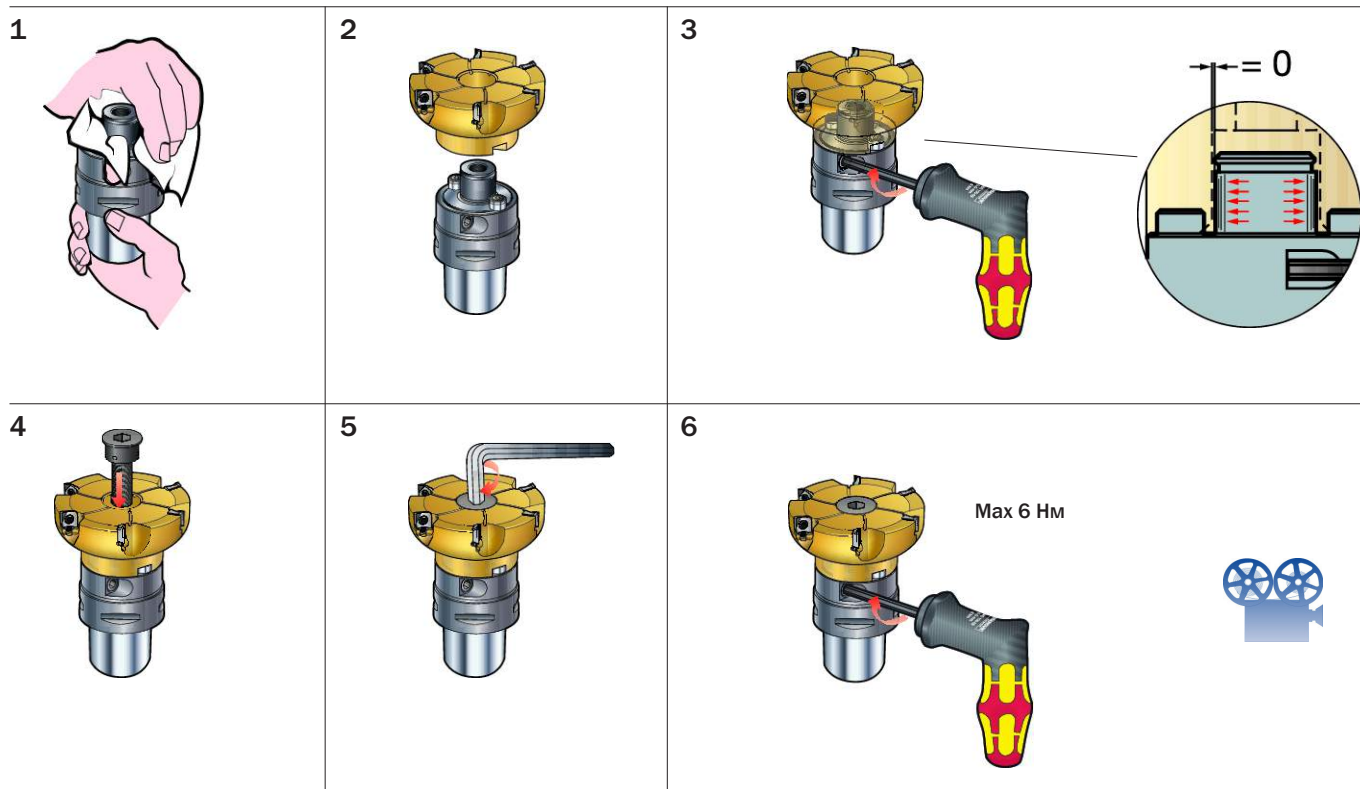
Фрезерная оправка HydroGrip

Гидравлическая оправка, расширяясь, обеспечивает центрирование фрезы, что исключает радиальное биение.

Каждая оправка индивидуально отбалансирована по классу G2.5, паспорт измерений входит в комплект к каждой оправке. Смотрите индивидуально отбалансированную оснастку для высокоскоростной обработки на стр. G15.



Торцевая оправка HydroGrip® – сборка узла



1. Убедитесь, что посадочные поверхности фрезы и оправки очищены от грязи и не имеют заусенцев.
2. Ослабьте винт на оправке.
3. Насадите фрезу на оправку.
4. Закрутите винт крепления фрезы.
5. Затяните винт крепления фрезы.
6. Затяните винт на гидравлической оправке динамометрическим ключом (max момент 6 Нм).

Рекомендации по закреплению

Для обеспечения правильной силы зажима используйте динамометрический ключ.

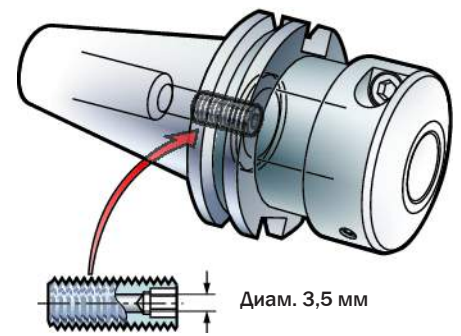


HydroGrip® 6 Nm

HydroGrip® HD 10 Nm

Осевой фиксатор инструмента

Осевой фиксатор инструмента может применяться, если оправка имеет резьбовое центральное отверстие. В этом случае вкрученная шпилька М8 может служить фиксатором инструмента. При подаче СОЖ через фланец, шпилька будет играть роль уплотнителя шпинделя. Если подача СОЖ осуществляется через центральное отверстие, в шпильке должно быть просверлено отверстие диаметром 3,5 мм.



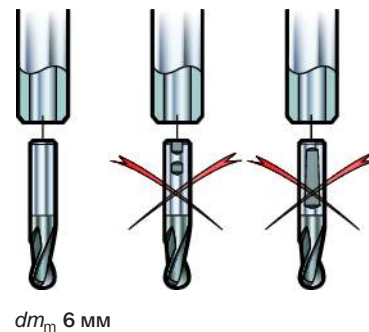
Закрепление хвостовиков различного исполнения

Высокая сила зажима определяет надежность крепления инструмента и величину передаваемого крутящего момента во время обработки. При воздействии сил резания на инструмент он стремится сместиться в патроне. Возможности патрона определяют, насколько сильно инструмент будет зажат в нем.

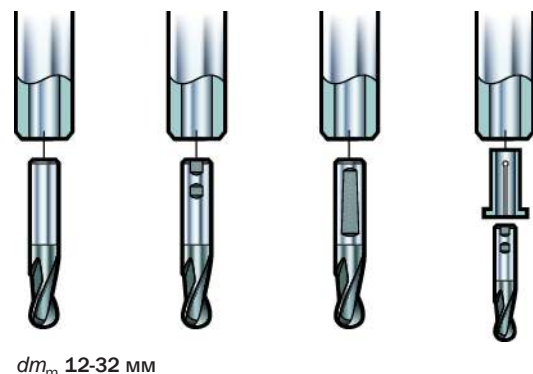
Патроны HydroGrip по силе закрепления превосходят традиционные цанговые патроны в три раза. Это означает, что ассортимент патронов HydroGrip может зажать любой инструмент с хвостовиком с допуском до h7.

Примечание! Патроны диаметром 6 мм нельзя зажимать:

- без инструмента в патроне
- с инструментом с хвостовиком Weldon или Whistle Notch.



dm_m 6 мм

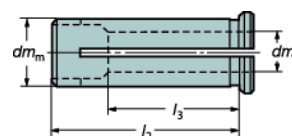


dm_m 12-32 мм

Все патроны HydroGrip за исключением насадных фрезерных оправок можно использовать с переходными цангами. Цанги выпускаются с пазами для СОЖ и заглушенные и должны быть заказаны отдельно.

Всегда используйте цанги соответствующие диаметру инструмента.

С прорезями 393.CG



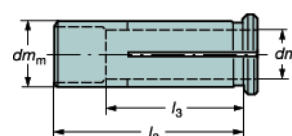
С прорезями 393.CG



Для внутреннего подвода СОЖ 393.CGS



Для внутреннего подвода СОЖ 393.CGS



Силовые характеристики патрона HydroGrip®

Максимально рекомендуемая частота вращения шпинделя зависит от типоразмера патрона. Высокие усилия и точность закрепления, в сочетании с индивидуальной балансировкой патронов делает их наиболее эффективными при высокоскоростной обработке.

Минимальные требования по передаваемому моменту

Обрабатываемый материал: низколегированная сталь (СМC02.2)

Тип операции: фрезерование полного паза

Инструмент: концевая фреза CoroMill 390 со сменными пластинами

Крутящий момент в Нм

	Диаметр: мм									
	12	12	16	16	20	20	25	25	32	32
	Черновая	Чистовая	Черновая	Чистовая	Черновая	Чистовая	Черновая	Чистовая	Черновая	Чистовая
f_z (мм/об)	0.2	0.15	0.2	0.15	0.2	0.15	0.35	0.15	0.35	0.15
a_p (мм)	10	10	10	10	10	10	15.7	15.7	15.7	15.7
Z=1	13	10	x	x	x	x	x	x	x	x
Z=2	x	x	34	27	43	34	127	67	163	86
Z=3	x	x	x	x	64	52	191	101	244	129

Инструмент: цельная твердосплавная фреза CoroMill Plura

	Диаметр: мм / a_p			
	12/12	16 / 16	20 / 20	25 / 25
Z	f_z / Нм			
2	0.035 / 6.1	0.058 / 17	0.083 / 34	-
3	0.072 / 5.5	0.046 / 20	0.061 / 40	-
4	0.033 / 12	0.053 / 31	0.070 / 65	0.054 / 75

Тип операции: сверление

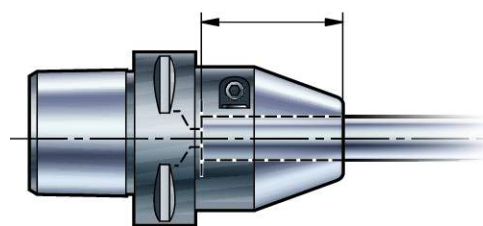
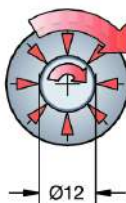
Инструмент: цельное твердосплавное сверло CoroDrill Delta C

	Диаметр: мм						
	6	8	10	12	16	20	
f_n (мм/об)	0.25	0.38	0.38	0.44	0.5	0.5	
Нм	4.1	10	16	25	50	78	Номинальный момент
Нм	8.2	20	32	50	100	156	Момент при пакетировании стружки

Крутящий момент при закреплении непосредственно в патрон

Диаметр \varnothing мм	Крутящий момент, Нм	
12	60	
20	260	400 *)
25	480	700 *)
32	820	1300 *)

*) HydroGrip HD



Увеличенный момент при закреплении через переходную цангу

Диаметр \varnothing мм	Диаметр хвостовика, мм			
	12	20	25	32
	Нм			
12	60	-	-	-
20	95	260	-	-
25	140	235	480	-
32	190	350	520	820

Минимальный крутящий момент для закрепления инструмента с разным вылетом

Диаметр \varnothing мм	Длина закрепления в диаметрах					Min длина
	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	
12	5	15	25	40	60	35
20	45	100	175	260	260	46.5
25	110	235	440	480	480	50.5
32	260	585	820	820	820	53.5

*) Min длина = минимально рекомендуемая длина закрепления.

Рекомендации по обслуживанию патрона HydroGrip®

- Прежде чем вставлять хвостовик инструмента в патрон убедитесь, что хвостовик не поврежден, имеет соответствующий размер, а так же отсутствуют загрязнения на хвостовике и, особенно в отверстии патрона.
- При возможности вставляйте хвостовик инструмента до упора. Уменьшение длины крепления снижает величину передаваемого момента.
- При хранении патрона предохраняйте его от коррозии смазывая маслом.
- Никогда не прикладывайте чрезмерную силу для того, чтобы вставить хвостовик инструмента в патрон.
- Эти патроны являются высокоточными изделиями и должны обслуживаться аккуратно.
- Винт на патронах HydroGrip затягивайте при помощи динамометрического ключа.
- Держите патроны HydroGrip в вертикальном положении и слегка проверните фрезу во время зажима винта (Это позволит добиться максимальной точности).
- Если хвостовик инструмента соответствует патрону HydroGrip, но инструмент, полностью вставленный в патрон, при этом не зажимается менее чем за один оборот ключа – патрон необходимо ремонтировать.
- Никогда не используйте патроны HydroGrip при температуре выше 50°C. (Это может увеличить внутреннее давление в патроне, что вызовет негативные последствия).
- Никогда не выкручивайте полностью винт крепления инструмента. Для разжима инструмента достаточно всего несколько оборотов.
- Никогда не крутите маленький винт (M6) стравливания воздуха на патронах HydroGrip, т.к. это приведет в выходу патрона из строя.



Цанговый патрон

Цанговые патроны применяются для операций сверления и фрезерования; доступны в коротком, удлиненном и карандашном исполнении.

Закрепление происходит по всей окружности хвостовика в определенном диапазоне диаметров.

Для обработки труднодоступных мест используйте цанговый патрон карандашного исполнения.



Цанговый патрон



Цанговый патрон-удлинитель



Благодаря наличию цанговых патронов различных размеров возможно закрепление инструмента любых диаметров. Всегда используйте цанги, соответствующие размеру хвостовика инструмента. Используйте динамометрический ключ для затягивания гайки.

Рекомендованные значения моментов закрепления для цанговых патронов ER.

Зажимная гайка	Размер цанги	ER с обнижением				ER стандартные				ER для метчиков	
		Ø мм	Ø дюйм	Момент	Момент	Ø мм	Ø дюйм	Момент	Момент	Момент	Момент
5533 050-07	ER11	Ø1.0-2.5	.039 - .098	7 фут-фунт	9 Нм	Ø3.0-5.0	.118 - .197	18 фут-фунт	24Нм	12 фут-фунт	16Нм
5533 050-06 5533 051-01	ER16	Ø1.0 Ø1.5-3.5 Ø4.0-4.5	.039 .059 - .138 .157 - 177	5 фут-фунт 16 фут-фунт 32 фут-фунт	8 Нм 22 Нм 43 Нм	Ø5.0-10.0	.197 - .394	40 фут-фунт	54Нм	32 фут-фунт	43Нм
5533 050-08 5533 051-02	ER20	Ø1.0 Ø1.5-6.5	.039 .59 - .256	12 фут-фунт 24 фут-фунт	16 Нм 32 Нм	Ø7.0-13.0	.276 - .512	60 фут-фунт	80Нм	24 фут-фунт	32Нм
5533 050-02 5533 051-03	ER25	Ø1.0-3.5 Ø4.0-4.5 Ø5.0-7.5	.039 - .138 .157 - .177 .196 - 295"	16фут-фунт 40 фут-фунт 60 фут-фунт	21 Нм 54 Нм 81 Нм	Ø8.0-16.0	.315 - .630	80 фут-фунт	108Нм	80 фут-фунт	108Нм
5533 050-03 5533 051-04	ER32	Ø2.0 2.5 Ø3.0-7.5	.078 - .098 .118 - .291	16 фут-фунт 100 фут-фунт	22 Нм 135 Нм	Ø8.0-20.0	.315 - .787	100 фут-фунт	135Нм	100 фут-фунт	135Нм
5533 050-04 5533 051-05	ER40	Ø3.0-8.5	.118 - .335	125 фут-фунт	170 Нм	Ø9.0-26.0	.354 - 1.023	125 фут-фунт	170Нм	125 фут-фунт	170Нм
5533 050-05	ER50	Ø6.0-10.0	.236 - .394	175 фут-фунт	237Нм	Ø12.0-34.0	.472 - 1.338	175 фут-фунт	237Нм	—	—
	ER8	Ø1.0-1.25 Ø2.0-2.5	.039 - .049 .079 - .098	1 фут-фунт 3 фут-фунт	1.4 Нм 4 Нм	Ø3.0-5.0	.118 - .197	4 фут-фунт	5Нм	—	—
5533-065-02	ER11	Ø1.0-2.5	.039 - .098	6 фут-фунт	8 Нм	Ø3.0-5.0	.118 - .197	12 фут-фунт	16Нм	9 фут-фунт	12Нм
5533 065-03	ER16	Ø1.0 Ø1.5-3.5 Ø4.0-4.5	.039 .059 - .138 .157 - 177	6 фут-фунт 14 фут-фунт 18 фут-фунт	8 Нм 19 Нм 24 Нм	Ø5.0-10.0	.197 - .394	18 фут-фунт	24Нм	18 фут-фунт	24Нм
5533 065-01	ER20	Ø1.0 Ø1.5-6.5	.039 .59 - .256	12 фут-фунт 21 фут-фунт	16 Нм 28 Нм	Ø7.0-13.0	.276 - .512	21 фут-фунт	28Нм	21 фут-фунт	28Нм
	ER25	Ø1.0-3.5 Ø4.0-7.5	.039 - .138 .157 - .295	17 фут-фунт 24 фут-фунт	23 Нм 33 Нм	Ø8.0-16.0	.315 - .630	24 фут-фунт	33Нм	24 фут-фунт	33Нм

Уплотнительные диски для подачи СОЖ через инструмент

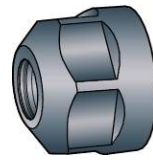
Цанговый патрон может обеспечить подачу СОЖ через инструмент. Для этого необходимо заменить стандартную гайку гайкой с уплотнительным диском.

Сборка:

1. Совместите диск с гайкой меньшим наружным диаметром.
2. Вставьте диск меньшим наружным диаметром в гайку и зафиксируйте его там.

Разборка:

1. Просто выдавите диск из гайки.



Размер 16 и 20



Размер 25, 32 и 40

Гайки для внутреннего подвода СОЖ

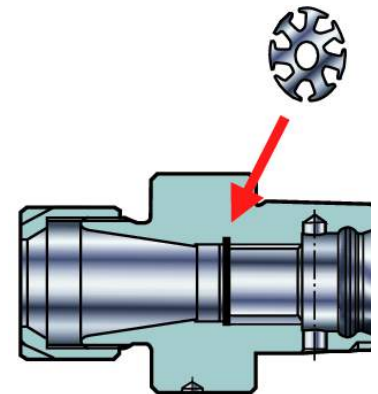


Уплотнительный винт

Постоянный осевой ограничитель инструмента

Все цанговые патроны типов 391.14 и 391.15, выпускающиеся после января 2002 года, имеют постоянные ограничители. Нет необходимости использовать ограничительные винты-пробки.

391.14
391.15



Патроны типов 391.14 и 391.15 имеют встроенный ограничитель

Патрон с термозажимом

Патроны с термозажимом могут применяться для всех типов сверлильных и фрезерных операций. Патроны доступны для хвостовиков от 6 мм до 32 мм с размером соединения С4, С5 и С6.

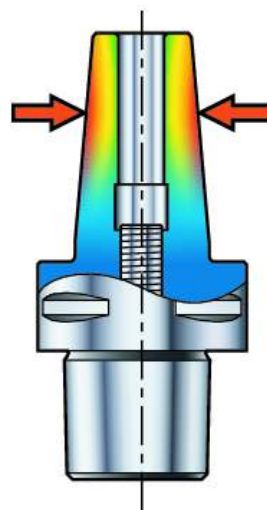
Примечание: В каждый размер патрона устанавливается инструмент только с соответствующим размером, диаметр хвостовика должен иметь точность h6 или выше.

Принцип работы патрона основан на его расширении при подаче тепла. При охлаждении патрон сжимается, что и обеспечивает крепление инструмента.

В данных патронах переходные втулки не применяются.

При эксплуатации патрона избегайте заусенцев или попадания грязи

Цилиндрический хвостовик инструмента должен быть очищен от грязи и не иметь заусенцев. В этом случае обеспечивается длительная эксплуатация и надежное закрепление инструмента.



Патрон с термозажимом



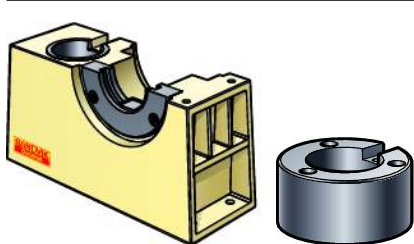
Сверлильный патрон

Применяется как альтернатива для сверлильных операций, когда нет высоких требований по биению инструмента. Патрон зажимает широкий диапазон диаметров без применения цанг.



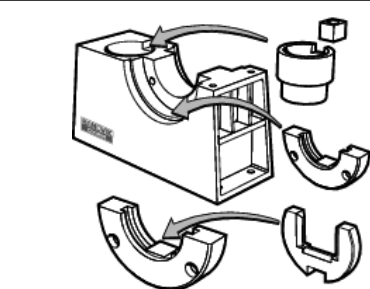
Приспособление для сборки

Для сборки и разборки модульного инструмента используйте специально разработанное для этого приспособление.

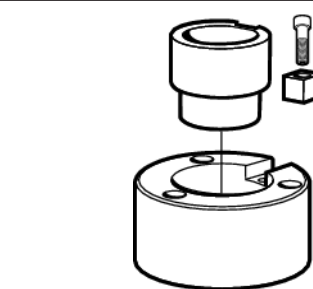


Внешний вид приспособления

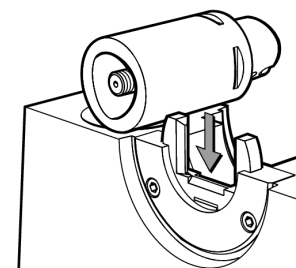
Мы рекомендуем использовать для сборки модульного инструмента специальное приспособление.



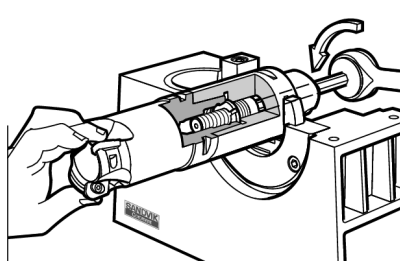
1. Выберите фланец, скобу и втулку, соответствующие размеру собираемого инструмента.



2. Выберите втулку для закрепления. Закрепите ее в приспособлении при помощи трех винтов.



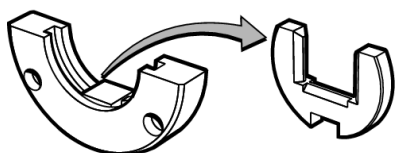
3. Поместите патрон или адаптер в приспособление. Расположите канавки для автозамены инструмента в скобе надлежащим образом.



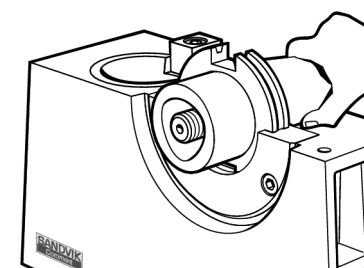
4. Затяните болт при помощи динамометрического ключа.

Рекомендуемые значения моментов для соединений Coromant Capto®:

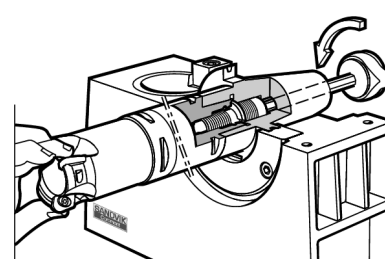
C3	45 Нм
C4	55 Нм
C5	95 Нм
C6	170 Нм
C8	170 Нм
C10	380 Нм



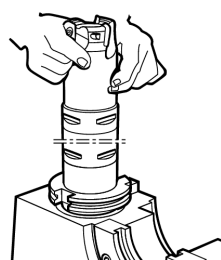
5. Вынуть скобу из фланца.



6. Поместите базовый держатель во фланец. Совместите паз на держателе и шпонку на фланце.

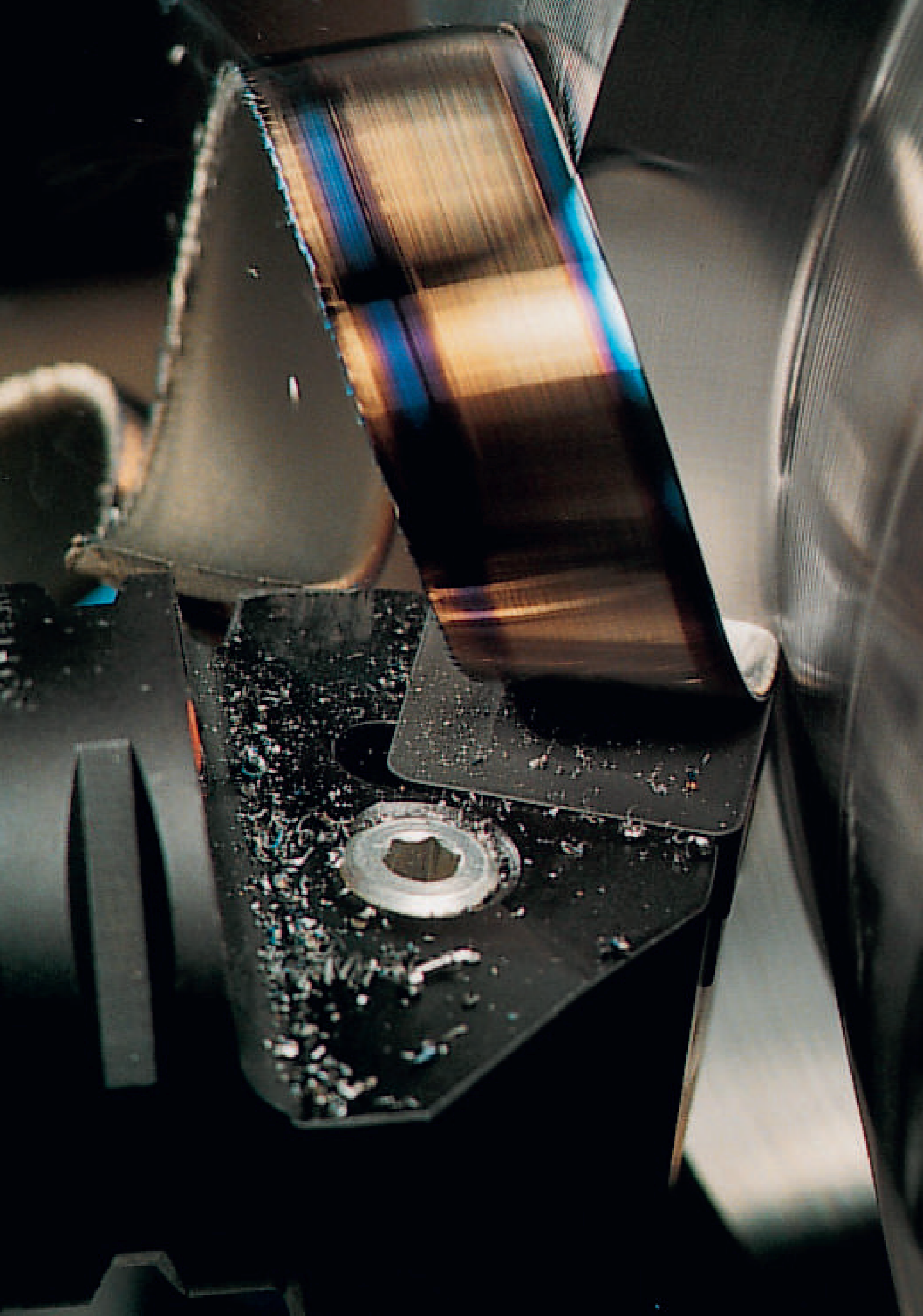


7. Затяните болт при помощи динамометрического ключа.



8. Для закрепления пластин и настройки диаметра установите собранный узел во втулку.





МАТЕРИАЛЫ

Введение Н 2

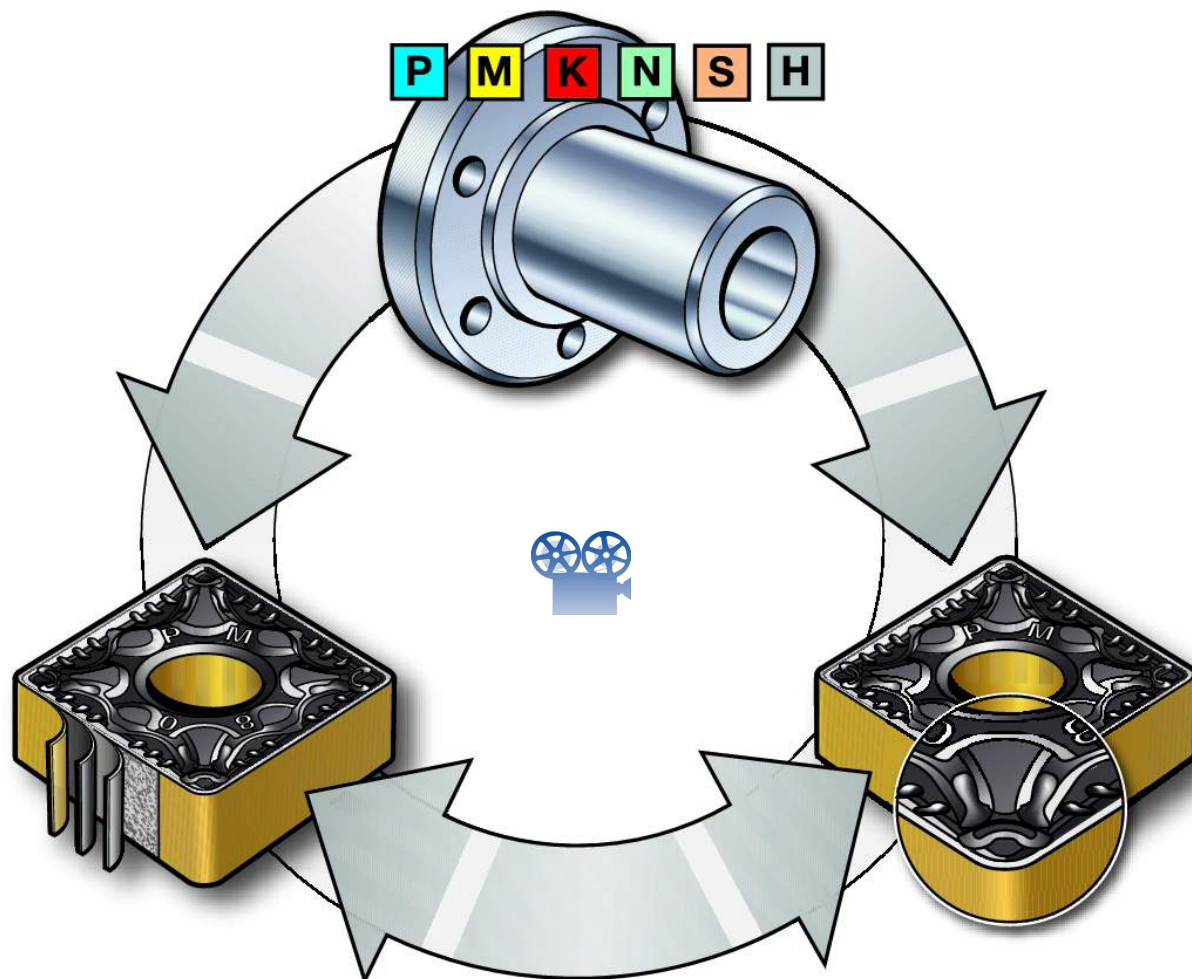
Инструментальные материалы

Введение и определения	Н 3
Твердый сплав с покрытием (НС)	Н 4
Кермет (НТ, НС)	Н 7
Керамика (СА, СN, СС)	Н 8
Поликристаллический кубический нитрид бора, СBN (BN)	Н 9
Поликристаллический алмаз, РСD (DP)	Н 9
Износ режущих кромок	Н 10
Сплавы Sandvik Coromant	Н 11



Обрабатываемые материалы

Классификация материалов	Н 16
ISO P = Сталь	Н 18
ISO M = Нержавеющая сталь	Н 22
ISO K = Чугун	Н 26
ISO N = Цветные металлы	Н 31
ISO S = Жаропрочные и титановые сплавы	Н 32
ISO H = Закалённая сталь	Н 35
Определение обрабатываемости материала	Н 36
Обрабатываемые материалы	Н 37



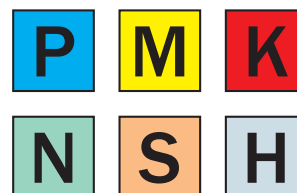
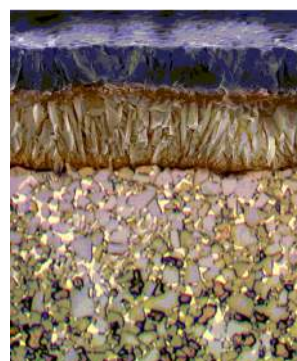
Введение

Для обеспечения надёжности и производительности обработки очень важно, чтобы материал режущего инструмента (марка сплава) и геометрия пластины соответствовали материалу заготовки. Другие параметры, такие как, например, режимы резания, траектория движения инструмента, также оказывают значительное влияние на результаты обработки.

В этой главе приведена основная информация о:

- материалах для режущих инструментов - твердых сплавах, керамике, CBN, PCD и пр.
- материалах и классификации заготовок с точки зрения обрабатываемости.

Более подробная информация об обработке различных материалов различными инструментами приведена в разделах “Основные положения” главы A “Точение”, главы B “Отрезка и обработка канавок”, главы D “Фрезерование” и главы E “Сверление”.



Инструментальные материалы

Выбор материала режущего инструмента - важный фактор при планировании успешной операции металлообработки.

Поэтому для правильного выбора в каждой области применения важны базовые знания о характеристиках каждого материала. При выборе последнего необходимо учитывать и материал обрабатываемой заготовки, её форму и требования по точности и качеству.

Цель этой главы - предоставить дополнительную информацию по каждому инструментальному материалу, его преимуществам, а также рекомендации по оптимальному использованию. Кроме того, приводится обзор всего ассортимента режущих материалов Sandvik Coromant для каждой области применения.



Буквенное обозначение инструментальных материалов:

Твёрдые сплавы:

NW Твёрдые сплавы без покрытия, содержащие в основном карбиды вольфрама (WC).

NT Безвольфрамовые твёрдые сплавы без покрытия (керметы), содержащие в основном карбиды (TiC) или нитриды (TiN) титана или и те, и другие вместе.

NC Вышеперечисленные твёрдые сплавы, но с покрытием.

Керамика:

CA Оксидная керамика, содержащая главным образом оксид алюминия (Al_2O_3).

CM Смешанная керамика, содержащая главным образом оксид алюминия (Al_2O_3), но также имеющая в составе помимо оксидов и другие компоненты.

CN Нитридная керамика, содержащая главным образом нитрид кремния (Si_3N_4).

CC Вышеперечисленные керамические материалы, но с покрытием.

Алмаз:

DP Поликристаллический алмаз ¹⁾

Нитрид бора:

BN Кубический нитрид бора ¹⁾

¹⁾ Поликристаллический алмаз и кубический нитрид бора называют также сверхтвёрдыми режущими материалами.

Материалы для режущих инструментов имеют различные сочетания твёрдости, прочности и износостойкости, и подразделяются по маркам сплавов, обладающих отличительными свойствами. Оптимальный материал режущего инструмента должен быть:

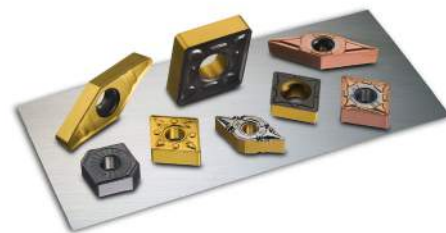
- твёрдым, устойчивым к износу по задней поверхности и деформации
- прочным, устойчивым к выкрашиваниям и поломке
- химически нейтральным по отношению к материалу заготовки
- химически стойким, устойчивым к окислению и диффузии
- устойчивым к резким изменениям температуры

Подробную информацию о различных типах износа см. в главе I “Информация/Указатель”.

Твёрдый сплав с покрытием (НС)

Твёрдый сплав с покрытием в настоящее время занимает 80-90% рынка пластин для режущих инструментов. Своим успехом он обязан уникальному сочетанию износостойкости и прочности, а также способности принимать сложные формы.

Твёрдый сплав с покрытием состоит из твердосплавной основы и покрытия. Вместе они представляют сплав, оптимизированный для конкретной области применения.



Пластины из твердого сплава с покрытием оптимально подходят для широкого спектра инструментов и областей применения.

CVD покрытие

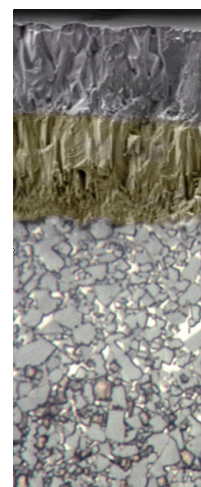
Определение и свойства

Аббревиатура CVD означает Chemical Vapor Deposition (Химическое осаждение из паровой фазы). Покрытие CVD образуется в результате химических реакций при температуре 700-1050°C.

Покрытия CVD обладают высокой износостойкостью и превосходной адгезией к твердосплавной основе.

Первый твердый сплав с покрытием CVD имел однослойное покрытие из карбида титана (TiC). Позже появились покрытия из оксида алюминия (Al_2O_3) и нитрида титана (TiN). Еще позже были разработаны современные покрытия из карбонитрида титана (MT-Ti(C,N) и MT-TiCN, называемые также MT-CVD) для улучшения свойств сплава за счет способности сохранять целостность граничного слоя твердого сплава.

В современных покрытиях CVD комбинируются слои MT-Ti(C,N), Al_2O_3 и TiN. Непрерывно улучшаются свойства покрытий в отношении адгезии, прочности и износа за счет микроструктурной оптимизации и последующей обработки.



MT-Ti(C,N) - обеспечивает стойкость к абразивному износу и, соответственно, уменьшает износ по задней поверхности.

CVD- Al_2O_3 – химически нейтральный слой, имеющий низкую теплопроводность, что обеспечивает стойкость сплава к лункообразованию. Кроме того, он служит в качестве теплового барьера, улучшая стойкость к пластической деформации.

CVD-TiN - повышает износостойкость и используется для выявления износа.

Окончательная обработка пластины - обеспечивает увеличенную прочность кромок при прерывистом резании и снижает образование нароста.

Области применения

Сплавы с покрытием CVD - идеальный выбор для широкого спектра областей применения, где важна износостойкость. Например, токарная обработка и растачивание отверстий в деталях из стали, где толстое CVD покрытие обеспечивает стойкость к лункообразованию; токарная обработка нержавеющей стали. Во фрезеровании CVD сплавы рекомендуется использовать при обработке материалов групп ISO P, ISO M, ISO K. При сверлении сплавы CVD обычно используются в периферийной пластине.

PVD покрытие

Определение и свойства

Аббревиатура PVD означает Physical Vapor Deposition (Конденсация из паровой фазы). Оно формируется при относительно невысоких температурах (400-600°C). Процесс включает в себя испарение металла, реагирующего, например, с азотом. В результате на поверхности режущего инструмента образуется твёрдое нитридное покрытие.

Покрyтия PVD увеличивают износостойкость сплава за счет своей твёрдости. Их компрессионное воздействие также увеличивает прочность кромок и стойкость к образованию трещин.



Точение

B

Отрезка и обработка канавок

C

Резьбонарезание

D

Фрезерование

E

Сверление

F

Рассточивание

G

Инструментальная оснастка

H

Материалы

I

Информация/Указатель

Ниже описаны основные слои покрытия PVD. Современные покрытия представляют собой комбинации этих слоев. В слоистых покрытиях имеется множество тонких слоев - толщины миллимикронного порядка. Это делает покрытие еще тверже.

PVD-TiN - нитрид титана, из которого состояло первое PVD покрытие. Он обладает универсальными свойствами и имеет золотистый цвет.

PVD-Ti(C,N) - карбонитрид титана тверже нитрида и увеличивает стойкость к износу по задней поверхности.

PVD-(Ti,Al)N - нитрид титана алюминия имеет высокую твердость в сочетании со стойкостью к окислению, что улучшает общую износостойкость.

PVD-оксид - используется из-за своей химической инертности и повышенной стойкости к лункообразованию.

Области применения

Сплавы с покрытием PVD рекомендуются для получения прочных, но острых режущих кромок, а также для обработки материалов, подверженных образованию нароста. Сплавы имеют широкую область применения: все цельные концевые фрезы и сверла, а также большинство пластин для обработки канавок, резьбы и фрезерования. Сплавы с покрытием PVD также широко используются в чистовой обработке и в качестве материала центральной пластины сверл.

Твёрдые сплавы

Определение и свойства

Твердый сплав - продукт порошковой металлургии, состоящий из частиц карбида вольфрама (WC) и кобальтовой связки (Co). В твердых сплавах количество карбидов вольфрама (WC) достигает 80%. Также в состав твердого сплава входят карбиды других элементов, играющих особую роль при формировании градиентной основы.

Определенная форма твердому сплаву традиционно придается путем прессования порошка, либо методом экструзии. Затем полученная заготовка пластины или инструмента спекается до максимальной плотности.

Размер зерна WC является одним из важнейших параметров для корректировки соотношения “твёрдость-прочность”; чем меньше размер зерна, тем выше твёрдость при заданном содержании связующего вещества.

Количество и состав связки управляет прочностью сплава и его стойкостью к пластической деформации. При одинаковом размере зерна WC увеличение количества связки приведет к повышению прочности, что обуславливает предрасположенность к износу в виде пластической деформации. Слишком низкое содержание кобальта может привести к повышению хрупкости материала.

Кубические карбонитриды, иначе называемые γ -фазой, обычно добавляются для повышения красностойкости и формирования градиента.

Градиентное спекание способствует повышенной стойкости к пластической деформации и прочности кромки одновременно. Кубические карбонитриды, сконцентрированные в непосредственной близости к режущей кромке, повышают красностойкость там, где это необходимо. Кроме прочего, сочетание кобальтовой связки и карбидов вольфрама обеспечивает стойкость к образованию трещин и выкрашиваний.

Области применения

Зёрна WC среднего и крупного размера

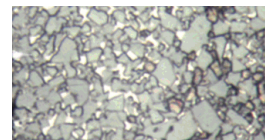
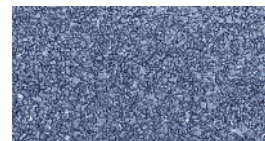
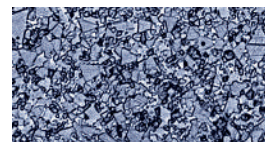
Зёрна WC средних и крупных размеров обеспечивают твердому сплаву превосходное сочетание прочности и высокой красностойкости. Сплавы с таким размером зёрен могут использоваться в комбинации с CVD или PVD покрытиями для любых областей применения.

Зёрна WC мелкого и субмикронного размера

Твёрдые сплавы с размером зерна WC от мелкого до субмикронного используются при необходимости получения острой режущей кромки. Повышение прочности режущей кромки достигается за счет использования PVD покрытия. Данные сплавы обладают превосходной стойкостью к циклическим тепловым и механическим нагрузкам. Типичные области применения - цельные твёрдосплавные свёрла, цельные твёрдосплавные концевые фрезы, пластины для отрезки и обработки канавок, фрезерования и различных чистовых операций.

Твердый сплав с градиентной основой

Преимущества градиентного спекания основы сплава в сочетании с CVD покрытием успешно применяются во многих сплавах для точения, отрезки и обработки канавок при обработке конструкционной и нержавеющей стали.



Твёрдый сплав без покрытия (HW)

Определение и свойства

Твердые сплавы без покрытия составляют весьма незначительную часть от всего ассортимента инструментальных материалов. Эти сплавы являются либо “безпримесными”, состоящими только из карбидов вольфрама и кобальтовой связки (WC/Co), либо имеют очень большую долю кубических карбонитридов.



Области применения

Типичные области применения - обработка жаропрочных сплавов и сплавов на основе титана, а также токарная обработка закалённых материалов на невысокой скорости.

Период стойкости пластин из сплавов без покрытия очень низкий. Но быстрый износ пластины может быть компенсирован за счет эффекта самозатачивания кромки.

Кермет (СТ)

Определение и свойства

Кермет - это твердый сплав, основу которого составляют твёрдые частицы карбида титана. Кермет, как показывает его название, представляет собой комбинацию керамики и металла. Первоначально керметы состояли из карбидов титана (TiC) и никелевой связки. А современные керметы уже не содержат никеля, а состоят из частиц карбонитрида титана Ti(C,N), второй твёрдой фазы (Ti,Nb,W)(C,N) и обогащённой вольфрамом кобальтовой связки.

Ti(C,N) обеспечивает износостойкость сплава, вторая твёрдая фаза повышает стойкость к пластической деформации, а содержащийся в нем кобальт контролирует прочность.

По сравнению с твёрдым сплавом у керметов выше износостойкость и ниже тенденция к наростообразованию. С другой стороны, керметы хуже работают на сжатие и обладают пониженной стойкостью к термическому удару. Для повышения износостойкости на керметы можно наносить покрытия, используя PVD метод.

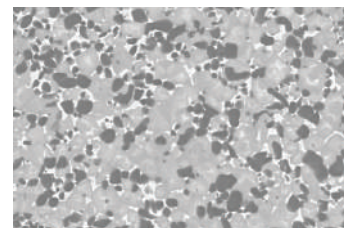
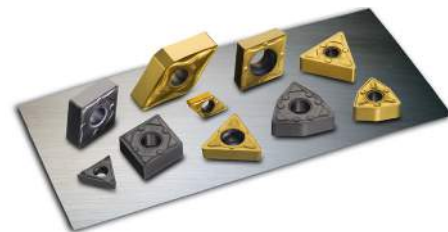
Области применения

Керметы рекомендуется использовать в случае возникновения проблем с образованием нароста на режущей кромке. При их использовании усилия резания, за счёт эффекта самозатачивания, сохраняются на низком уровне даже после длительного резания. При чистовой обработке это позволяет продлить срок службы инструмента и добиться жестких допусков и блестящей поверхности.

Типичные области применения - чистовая обработка нержавеющей сталей, чугуна с шаровидным графитом, низкоуглеродистых и ферритных сталей. Керметы можно также рассматривать в качестве оптимизированного решения для всех черных металлов.

Рекомендации:

- используйте небольшую подачу и глубину резания.
- меняйте кромку пластины, когда износ по задней поверхности достигнет 0,3 мм.
- избегайте возникновения термических трещин и выкрашиваний путем обработки без СОЖ.



- GC1525** Прочный кермет с покрытием для точения в условиях прерывистого резания.
- СТ5015** Износостойкий кермет для точения в условиях непрерывного резания.
- СТ530** Фрезерный сплав, обеспечивающий блестящую поверхность.
- СТ525** Сплав для чистовой отрезки и обработки канавок.

Керамика (CA, CM, CN, CC)

Определение и свойства

Все режущие инструменты из керамики отличаются высокой износостойкостью при одновременной возможности работы с высокой скоростью резания. Существует несколько видов керамики, предназначенных для различных областей применения.



Основу оксидной керамики составляет оксид алюминия (Al_2O_3), с добавлением оксида циркония (ZrO_2), предотвращающего образование трещин. В результате соединения этих элементов образуется материал с повышенной химической стойкостью, но имеющий недостаточную термостойкость.

(1) Смешанная керамика усилена такими соединениями как карбиды или карбонитриды титана (TiC, Ti(C,N)). Данная керамика обладает повышенной прочностью и теплопроводностью.

(2) Керамика, армированная нитевидными кристаллами карбида кремния (SiC_w), обладает повышенной прочностью и при её использовании допускается применение СОЖ. Такая керамика идеально подходит для обработки сплавов на основе никеля.

(3) Керамика на основе нитрида кремния (Si_3N_4) представляет собой еще одну группу керамических материалов. Её удлиненные кристаллы образуют самоармирующийся материал высокой прочности. Пластины из керамики с нитридами кремния успешно применяются для обработки серого чугуна, однако недостаточная химическая стойкость ограничивает их применение для обработки других материалов.

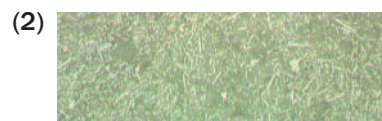
Керамика сиалон (SiAlON) сочетают в себе прочность самоармирующейся структуры из нитрида кремния и улучшенную химостойкость. Сиалоновые сплавы идеально подходят для обработки жаропрочных сплавов.

Области применения

Керамические сплавы можно применять для широкого спектра операций и материалов. Чаще всего пластины из керамики используются для высокоскоростного точения, а также для обработки канавок и фрезерования.

Специфические свойства каждого керамического сплава при правильном применении обеспечивают высокую производительность. Для достижения успеха важно знать, когда и как использовать пластины из керамики.

Основные ограничения по применению керамики связаны с недостаточной стойкостью к термическому шоку и выкрашиваниям.



CC620	Оксидная керамика обеспечивает высокую скорость обработки серого чугуна в стабильных условиях без применения СОЖ.
CC6050	Смешанная керамика рекомендуется для легкой, непрерывной обработки закалённых материалов.
CC650	Смешанная керамика для высокоскоростной обработки серого чугуна и закалённых материалов и для полустойкой обработки жаропрочных сплавов с невысокими требованиями к прочности.
CC670	Армированная керамика с высокой прочностью для точения, обработки канавок и фрезерования заготовок из сплавов на основе никеля. Ее можно также использовать для точения материалов высокой твердости в неблагоприятных условиях.
CC6190 CC6090	Керамика на основе нитрида кремния для точения, от черного до чистового, и высокоскоростного фрезерования без СОЖ разных видов чугуна.
GC1690	Керамика на основе нитрида кремния с покрытием для точения чугуна на полустойкой и чистовой этапах.
CC6060	Сиалоновая керамика, обеспечивающая оптимальную производительность при точении предварительно обработанных жаропрочных сплавов в стабильных условиях. Предсказуемый износ благодаря хорошей стойкости к образованию проточин.
CC6065	Усиленная сиалоновая керамика предназначенная для токарной обработки жаропрочных сплавов, на операциях, требующих повышенной прочности пластины.

Поликристаллический кубический нитрид бора, CBN (BN)

Определение и свойства

Поликристаллический кубический нитрид бора (CBN) обладает исключительной твёрдостью в горячем состоянии, что позволяет использовать его при очень высоких скоростях резания. Он также характеризуется хорошей прочностью и термостойкостью.

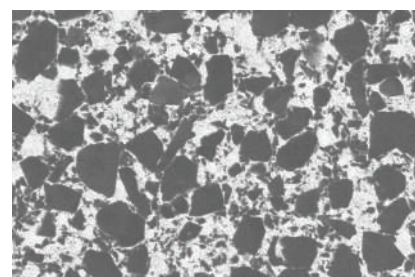
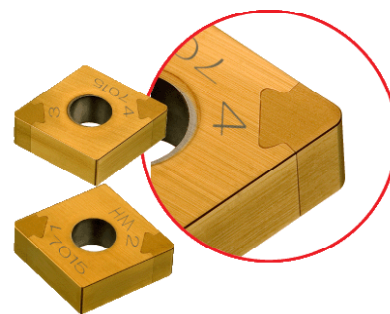
Современные материалы CBN представляют собой керамические композиты с содержанием CBN порядка 40-65%. Керамическая связка добавляет кубическому нитриду бора износостойкости, без чего этот материал был бы подвержен химическому износу. Существует группа сверхтвёрдых материалов с высоким содержанием CBN, от 85% до почти 100%. В них может применяться металлическая связка, что повышает их прочность.

Для формирования пластины CBN напаивается на заготовку из твёрдого сплава. Закрепление кубического нитрида с использованием технологии Safe-Lock™ обеспечивает высокую прочность режущих кромок на пластинах без задних углов.

Области применения

Кубический нитрид бора широко используется для чистовой токарной обработки закалённой стали, имеющей твёрдость более 45 HRC. При твёрдости обрабатываемого материала более 55 HRC пластины из CBN становятся единственно возможным решением, способным заменить традиционно используемые методы шлифования. В более мягкой стали (твёрдостью ниже 45 HRC) содержится больше феррита, негативно влияющего на износостойкость CBN.

CBN можно также использовать для высокоскоростной черновой обработки серого чугуна как на токарных, так и на фрезерных операциях.

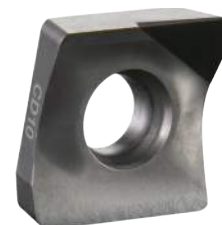


CB7015	Пластина с вставками из CBN с покрытием PVD с керамической связкой для непрерывного точения и легкой прерывистой обработки закалённой стали.
CB7025	Пластина с вставками из CBN с керамической связкой для обработки в условиях прерывистого резания и для точения закалённых материалов при высоких требованиях к прочности режущей кромки.
CB7050	Пластина с повышенным содержанием CBN с PVD покрытием и на металлической связке. Рекомендуется для тяжёлой прерывистой обработки закалённой стали и чистовой обработки серого чугуна.

Поликристаллический алмаз, PCD (DP)

Определение и свойства

Поликристаллический алмаз является композитным материалом, состоящим из частиц алмаза, объединённых металлической связкой. Алмаз является самым твёрдым и, следовательно, самым стойким к износу материалом. Как режущий инструмент, он имеет хорошую износостойкость, но ему не хватает химической стойкости при высоких температурах и он легко растворяется в железе.



Области применения

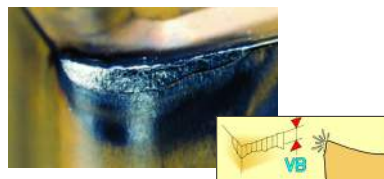
Инструмент со вставками из поликристаллического алмаза применяют для обработки цветных металлов, например, алюминия с высоким содержанием кремния, а также таких материалов как металло-матричные композитные материалы (ММС) и пластмассы, армированные углеродным волокном (CFRP). Использование PCD также возможно для суперфинишной обработки титана при условии подвода СОЖ.

CD10	Пластина со вставками из PCD для чистовой и получистовой обработки цветных металлов и неметаллических материалов точением и фрезерованием.
------	--

Износ режущих кромок

Чтобы понять преимущества и недостатки каждого инструментального материала, важно иметь представление о различных механизмах износа, которым подвержены изготовленные из них режущие инструменты.

Абразивный



Износ по задней поверхности

Самый распространенный и самый предпочтительный тип износа, так как срок службы инструмента при таком износе обычно предсказуемый и стабильный. Износ по задней поверхности происходит из-за истирания, вызываемого твердыми компонентами материала заготовки.

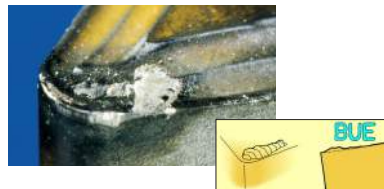
Химический



Лункообразование

Лункообразование локализуется на передней поверхности пластины. Оно возникает из-за химической реакции между материалом заготовки и режущим инструментом и усиливается с ростом скорости резания. Чрезмерное лункообразование ослабляет режущую кромку и может привести к поломке.

Адгезионный



Наростообразование

Этот тип износа возникает из-за приваривания стружки в пластичном состоянии к пластине. Наиболее распространён при обработке вязких материалов, таких как низкоуглеродистая сталь, нержавеющая сталь и алюминий. Наростообразование повышается с уменьшением скорости резания.

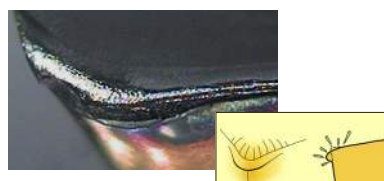
Адгезионный



Образование проточин

Износ пластин характеризуется избыточными локализованными повреждениями как на передней, так и на задней поверхностях пластины на уровне глубины резания. Возникает из-за адгезии (наваривание расплавленной стружки) и деформации закалённой поверхности. Распространенный тип износа при обработке нержавеющей стали и жаропрочных сплавов.

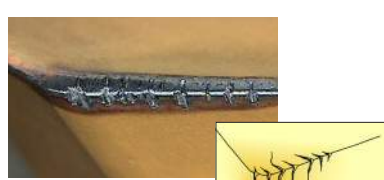
Термический



Пластическая деформация

Пластическая деформация имеет место при размягчении материала инструмента. Это происходит тогда, когда температура резания оказывается слишком высокой для определенного сплава. Как правило, стойкость к пластической деформации повышается при использовании более твердых сплавов и более толстых покрытий.

Термический



Термотрещины

Когда температура режущей кромки быстро изменяется с высокой на низкую, то перпендикулярно режущей кромке могут возникать трещины. Термотрещины нередко появляются при прерывистом резании, часто возникают при фрезеровании и усугубляются при использовании СОЖ.

Механический



Сколы на режущих кромках

Сколы на режущих кромках это результат механических перегрузок на растяжение. Перегрузки на растяжение могут возникать по ряду причин, таких как слишком большая глубина резания или слишком высокая подача, твердые включения в материале заготовки, наростообразование, вибрации, чрезмерный износ пластины.

Сплавы Sandvik Coromant

В приведенных ниже таблицах дан обзор ассортимента сплавов Sandvik Coromant. В них представлена информация об областях применения и свойствах инструментальных материалов, упрощающая выбор необходимого сплава. Жирным шрифтом выделены области применения для сплавов первого выбора, обычным шрифтом - для сплавов универсального применения.



Буквенное обозначение инструментальных материалов:

Твёрдые сплавы:

- HW** Твёрдые сплавы без покрытия, содержащие в основном карбиды вольфрама (WC).
- HT** Безвольфрамовые твёрдые сплавы без покрытия (керметы), содержащие в основном карбиды (TiC) или нитриды (TiN) титана или и те, и другие вместе.
- HC** Вышеперечисленные твёрдые сплавы, но с покрытием.

Керамика:

- CA** Оксидная керамика, содержащая главным образом оксид алюминия (Al_2O_3).
- CM** Смешанная керамика, содержащая главным образом оксид алюминия (Al_2O_3), а также и другие компоненты.
- CN** Нитридная керамика, содержащая главным образом нитрид кремния (Si_3N_4).
- CC** Вышеперечисленные керамические материалы, но с покрытием.

Алмаз:

- DP** Поликристаллический алмаз.¹⁾

Нитрид бора:





- VN** Кубический нитрид бора.¹⁾
- ¹⁾ Поликристаллический алмаз и кубический нитрид бора называют также сверхтвёрдыми режущими материалами.

Обозначения:



Области применения по ISO

- P** ISO P = Сталь
- M** ISO M = Нержавеющая сталь
- K** ISO K = Чугун
- N** ISO N = Цветные металлы
- S** ISO S = Жаропрочные сплавы
- H** ISO H = Материалы высокой твёрдости

Твёрдые сплавы

-  Субмикронные зёрна карбида вольфрама (WC) (очень мелкие)
-  Мелкие зёрна карбида вольфрама (WC)
-  Зёрна размером от среднего до крупного
-  Сплав с градиентной основой

Толщина покрытия

-  Малая
-  Средняя
-  Большая

Сплавы для точения

Марка сплава	Область применения по ISO						Режущий материал	Структура твёрдого сплава	Состав покрытия		Толщина покрытия	Цвет
	P	M	K	N	S	H						
GC1005		M15		N10	S15		HC	▲	PVD	(Ti,Al)N+TiN	—	
GC1025	P25	M15			S15		HC	▲	PVD	(Ti,Al)N+TiN	—	
GC1105		M15			S15		HC	▲	PVD	(Ti,Al)N	—	
GC1115		M15		N15	S20		HC	●●●	PVD	Оксид	—	
GC1125	P25	M25		N25	S25		HC	●●●	PVD	Оксид	—	
GC1515	P25	M20	K25				HC	●●●	CVD	MT-Ti(C,N)+Al ₂ O ₃ +TiN	—	
GC2015	P25	M15					HC	■	CVD	MT-Ti(C,N)+Al ₂ O ₃ +TiN	—	
GC2025	P35	M25					HC	▲	CVD	MT-Ti(C,N)+Al ₂ O ₃ +TiN	—	
GC2035		M35					HC	▲	PVD	(Ti,Al)N+TiN	—	
GC235	P45	M40					HC	▲	CVD	Ti(C,N)+TiN	—	
GC3005	P10		K10				HC	▲	CVD	MT-Ti(C,N)+Al ₂ O ₃ +TiN	—	
GC3205			K05				HC	▲	CVD	MT-Ti(C,N)+Al ₂ O ₃ +TiN	—	
GC3210			K05				HC	▲	CVD	MT-Ti(C,N)+Al ₂ O ₃ +TiN	—	
GC3215			K05				HC	▲	CVD	MT-Ti(C,N)+Al ₂ O ₃ +TiN	—	
GC4205	P05		K10			H15	HC	■	CVD	MT-Ti(C,N)+Al ₂ O ₃ +TiN	—	
GC4215	P15		K15			H15	HC	■	CVD	MT-Ti(C,N)+Al ₂ O ₃ +TiN	—	
GC4225	P25	M15					HC	■	CVD	MT-Ti(C,N)+Al ₂ O ₃ +TiN	—	
GC4235	P35	M25					HC	■	CVD	MT-Ti(C,N)+Al ₂ O ₃ +TiN	—	
S05F					S05		HC	▲	CVD	MT-Ti(C,N)+Al ₂ O ₃ +TiN	—	
H10				N15			HW	▲				
H10A					S10		HW	▲				
H10F					S15		HW	▲				
H13A			K20	N15	S15	H20	HW	▲				
GC1525	P15	M10					CT		PVD	Ti(C,N)	—	
CT5015	P10		K05				HT					
CC620			K01				CA					
CC650			K01		S05	H05	CM					
CC6050			K01			H05	CM		PVD	TiN	—	
CC670					S15	H10	CM					
CC6090			K10				CN					
CC6190			K10				CN					
CC6060					S10		CN					
CC6065					S15		CN					
GC1690			K10				CC		CVD	Al ₂ O ₃ +TiN	—	
CB7015						H15	BN		PVD	TiN	—	
CB7025						H20	BN					
CB7050/CB50			K05			H05	BN		PVD	TiN	—	
CB20						H01	BN					
CD10				N05			DP					
GC1810				N10			HC	▲	CVD	Алмаз	—	

Сплавы для отрезки, обработки канавок и нарезания резьбы

Марка сплава	Область применения по ISO						Режущий материал	Структура твёрдого сплава	Состав покрытия	Толщина покрытия	Цвет
	P	M	K	N	S	H					
Отрезка и обработка канавок (пластины CoroCut):											
GC1005		M10		N10	S15		HC	▲	PVD (Ti,Al)N+TiN	—	
GC1025	P25	M25	K30	N25	S25		HC	▲	PVD (Ti,Al)N+TiN	—	
GC1105		M15			S15		HC	▲	PVD (Ti,Al)N	—	
GC1125	P30	M25	K30	N25	S25		HC	⬢	PVD (Ti,Al)N	—	
GC1145	P45	M40			S40		HC	▲	PVD Оксид	—	
GC2135	P35	M30			S30		HC	▲	CVD MT-Ti(C,N)+Al ₂ O ₃ +TiN	—	
GC2145	P45	M40			S40		HC	▲	PVD (Ti,Al)N	—	
GC235	P45	M35			S30		HC	▲	CVD Ti(C,N)+TiN	—	
GC3020	P15		K15				HC	▲	CVD MT-Ti(C,N)-Al ₂ O ₃	—	
GC3115	P15		K15				HC	▲	CVD MT-Ti(C,N)-Al ₂ O ₃	—	
GC4125	P30	M25	K30		S25		HC	▲	PVD (Ti,Al)N	—	
GC4225	P20		K25				HC	■	CVD MT-Ti(C,N)+Al ₂ O ₃ +TiN	—	
S05F					S10		HC	▲	CVD MT-Ti(C,N)+Al ₂ O ₃ +TiN	—	
CT525	P10	M10					HT				
H13A		M15	K20	N20	S15		HW	▲			
H10				N10	S30		HW	▲			
CB7015						H15	BN		PVD TiN	—	
CB20						H01	BN				
CC670					S10	H10	CM				
CD10				N01			DP				
CD1810				N10			HC	▲	CVD Алмаз	—	
Нарезание резьбы:											
GC1020	P20	M20	K15	N25	S20	H20	HC	▲	PVD TiN	—	
GC1125	P20	M20	K15		S20	H20	HC	⬢	PVD (Ti,Al)N	—	
GC4125	P20	M20	K15		S20	H20	HC	▲	PVD (Ti,Al)N	—	
H13A		M25	K20	N25	S25		HW	▲			
CB20						H10	BN				

Точение

B

Отрезка и обработка канавок

C

Резьбонарезание

D

Фрезерование

E

Сверление

F

Расширение

G

Инструментальная оснастка

H

Материалы

I

Информация/Указатель







Сплавы для фрезерования

Марка сплава	Область применения по ISO						Режущий материал	Структура твёрдого сплава	Состав покрытия	Толщина покрытия	Цвет
	P	M	K	N	S	H					
Сменные пластины											
GC1010	P10		K10			H10	HC		PVD (Ti,Al)N	—	
GC1020			K20				HC		PVD (Ti,Al)N	—	
GC1025	P10	M15		N15	S15	H15	HC		PVD Ti(C,N)+TiN	—	
GC1030	P30	M15		N15	S15	H10	HC		PVD (Ti,Al)N+TiN	—	
GC2030	P25	M25			S25		HC		PVD (Ti,Al)N+TiN	—	
GC2040	P40	M30			S30		HC		CVD MT-Ti(C,N)+Al ₂ O ₃ +TiN	—	
GC3040	P20		K30			H25	HC		CVD MT-Ti(C,N)+Al ₂ O ₃	—	
GC3220			K20				HC		CVD MT-Ti(C,N)+Al ₂ O ₃ +TiN	—	
GC4220	P15		K25			H25	HC		CVD MT-Ti(C,N)+Al ₂ O ₃ +TiN	—	
GC4230	P25	M15	K30				HC		CVD MT-Ti(C,N)+Al ₂ O ₃ +TiN	—	
GC4240	P40	M40	K35				HC		CVD MT-Ti(C,N)+Al ₂ O ₃ +TiN	—	
K15W			K15				HC		CVD MT-Ti(C,N)+Al ₂ O ₃ +TiN	—	
K20D			K20				HC		CVD MT-Ti(C,N)+Al ₂ O ₃	—	
K20W			K25				HC		CVD MT-Ti(C,N)+Al ₂ O ₃ +TiN	—	
H13A			K25	N15	S20		HW				
H10				N10			HW				
H10F				N20	S30		HW				
CT530	P20	M20		N15		H15	HT				
CB50			K05			H05	BN				
CC6190			K10				CN				
CD10				N05			DP				
Цельные концевые фрезы											
GC1610						H	HC		PVD (Ti,Al)N	—	
GC1620	P	M	K		S	H	HC		PVD (Ti,Al)N	—	
GC1630	P	M	K		S		HC		PVD (Ti,Al)N	—	
GC1640	P	M	K		S		HC		PVD (Ti,Al)N	—	
H10F				N			HW				

Сплавы для сверления

Марка сплава	Область применения по ISO						Режущий материал	Структура твёрдого сплава	Состав покрытия	Толщина покрытия	Цвет	
	P	M	K	N	S	H						
Цельные твёрдосплавные свёрла/свёрла с напаянными твёрдосплавными пластинами												
GC1020	P20		K20	N20	S20	H20	HC	▲	PVD	Ti(C,N)+TiN	—	
GC1210	P10		K10				HC	▲	PVD	AlCrN	—	
GC1220	P20	M20	K20	N20	S30	H20	HC	▲	PVD	(Ti,Al)N	—	
K20		M30	K20	N15		K15	HC	▲	PVD	TiN	—	
N20D				N20			HC	▲	PVD	(Ti,Al)N	—	
P20	P20						HC	▲	PVD	TiN	—	
H10F	P25		K25	N20	S25		HW	▲				
Свёрла со сменными твёрдосплавными пластинами												
GC1020	P40	M35	K20	N20	S35	H20	HC	▲	PVD	TiN	—	
GC1044	P40	M35	K25	N20	S35	H20	HC	▲	PVD	(Ti,Al)N	—	
GC1120	P40	M35	K20	N20	S35	H20	HC	▲	PVD	Ti(C,N)	—	
GC235	P40	M35					HC	▲	CVD	Ti(C,N)+TiN	—	
GC1144		M35			S35		HC	▲	PVD	Оксид	—	
GC2044		M35			S35		HC	▲	PVD	Оксид	—	
GC3040	P20	M20	K20			H15	HC	▲	CVD	MT-Ti(C,N)+Al ₂ O ₃	—	
GC4014	P15		K15				HC	■	CVD	MT-Ti(C,N)+Al ₂ O ₃	—	
GC4024	P25	M20	K20			H15	HC	▲	CVD	MT-Ti(C,N)+Al ₂ O ₃	—	
GC4034	P30	M30	K20				HC	▲	CVD	MT-Ti(C,N)+Al ₂ O ₃ +TiN	—	
GC4044	P40	M35	K20	N20	S35	H20	HC	▲	PVD	(Ti,Al)N	—	
H13A		M20	K20	N20	S20		HW	▲				

Обрабатываемые материалы

P  Сталь	M  Нержавеющая сталь	K  Чугун	N  Алюминий	S  Жаропрочные сплавы	H  Закалённая сталь
--	---	--	---	--	---

Группы обрабатываемых материалов

В металлорежущей промышленности обрабатывается огромное множество деталей из самых различных материалов. Каждый материал имеет свои уникальные характеристики, которые зависят от состава легирующих элементов, термообработки, твёрдости и пр. Все обрабатываемые материалы группируются определенным образом, и в соответствии с принадлежностью к той или иной группе осуществляется выбор геометрии режущего инструмента, марки сплава и режимов резания.

Обрабатываемые материалы подразделяют, в соответствии со стандартом ISO, на шесть основных групп. Материалы каждой группы характеризуются уникальными свойствами в отношении обрабатываемости резанием.

- **ISO P** – Сталь. Самая большая по составу группа материалов, включающая различные сорта стали - от нелегированных до высоколегированных, включая стальные отливки, ферритную и мартенситную нержавеющую сталь. Как правило, материалы данной группы имеют хорошую обрабатываемость, но это зависит от твёрдости стали и процентного содержания в ней углерода.
- **ISO M** – Нержавеющая сталь. Сплавы с содержанием хрома не менее 12%; некоторые сплавы могут содержать никель и молибден. Различают различные виды нержавеющей стали. Например, ферритная, мартенситная, аустенитная и аустенитно-ферритная (дуплексная) сталь. Характерной особенностью для обработки всех этих сталей является интенсивный термический износ режущих кромок, износ в виде образования проточин и наростообразования.

- **ISO K** – Чугун. В отличие от стали, дает короткую, сыпучую стружку. Серые чугуны (GCI) и ковкие чугуны (MCI) обрабатываются довольно легко, а чугун с шаровидным (NCI) и вермикулярным (CGI) графитом и отпущенный ковкий чугун (ADI) поддаются обработке сложнее. В состав любого чугуна входит карбид кремния (SiC), что определяет абразивный характер износа режущей кромки.
- **ISO N** – Цветные металлы. Алюминий, медь, латунь и другие цветные металлы гораздо мягче черных. Алюминий с 13% содержанием кремния является очень абразивным материалом. В общем цветные металлы обрабатывают инструментом с острыми режущими кромками с высокой скоростью резания и продолжительным периодом стойкости.
- **ISO S** – Жаропрочные сплавы. К данной группе относится большое число высоколегированных материалов на основе железа, никеля, кобальта и титана. Все они достаточно вязкие, поэтому их обработка сопровождается наростообразованием на инструменте и выделением большого количества тепла, к тому же для них характерно упрочнение в процессе резания. По свойствам данные сплавы схожи со сталями группы ISO M, но они гораздо труднее поддаются резанию, что объясняет небольшой срок службы режущих пластин.
- **ISO H** – Материалы высокой твердости. В эту группу входят стали твёрдостью 45-65 HRC, а также отбелённый чугун твёрдостью 400-600 HB. Высокое значение твёрдости делает их трудно поддающимися обработке. Эти материалы в процессе резания выделяют много тепла и очень абразивны по отношению к режущей кромке.

Новая классификация материалов – Коды MC

Подразделение материалов на 6 групп не дает достаточной информации для выбора нужной геометрии режущего инструмента, сплава и параметров резания. Группы материалов далее приходится разбивать на подгруппы и т.д. Sandvik Coromant в течение многих лет использует так называемую систему кодов СМС (Coromant Material Classification - Классификация материалов Coromant) для идентификации и описания материалов различных поставщиков, стандартов и рынков. Система СМС включает классификацию материалов по степени обрабатываемости, что позволяет, в сочетании с рекомендациями Sandvik Coromant, выбрать оптимальный инструмент и назначить соответствующие режимы резания.

Итак, чтобы структурировать и упростить выбор инструмента, обеспечивающего максимум производительности, мы создали новую классификацию материалов. Она имеет более детальную структуру, включает больше подгрупп и предоставляет дополнительную информацию о типе материала, содержании углерода, методе получения, термической обработке, твёрдости и др.

Структура кодов МС

Структура классификации такова, что один код МС может отображать несколько свойств и характеристик материала посредством буквенно-цифровой комбинации.

Пример 1:

Код **P1.2.Z.AN**

- **P** это код ISO для стали
- **1** это группа “нелегированная сталь”
- **2** это подгруппа “содержание углерода от 0,25% до 0,55 %”
- **Z** это технология изготовления “ковка/прокат/холодная вытяжка”
- **AN** это термическая обработка - “отжиг”, и соответствующее значение твёрдости

Пример 2

Код **N1.3.C.AG**

- **N** это код ISO для цветных металлов
- **1** это группа “алюминий”
- **3** это подгруппа “алюминий с содержанием кремния от 1% до 13%”
- **C** это технология изготовления “литьё”
- **AG** это термическая обработка - “дисперсионное твердение”.

Описывая не только состав материала, но и метод его получения и последующую термообработку, вне всякого сомнения, влияющие на механические свойства, мы формируем точную картину, которую можно использовать для выбора оптимальных параметров резания.

Удельная сила резания

Для расчета мощности, крутящего момента и усилия резания используется величина удельной силы резания k_{c1} . Его можно описать как усилие, F_c , в направлении резания (см. рисунок), необходимое для отрезания участка площадью 1 мм² толщиной 1 мм. Значение k_{c1} для каждой из шести групп материалов разное и, кроме того, варьируется в пределах каждой группы.

Значение k_{c1} действительно для нейтральной пластины с углом наклона $\gamma_0 = 0$. Для пластин с иными параметрами необходима коррекция табличного значения. Например, если угол наклона положительный - больше 0 градусов, то фактическое значение k_c уменьшится, что вычисляется по формуле:

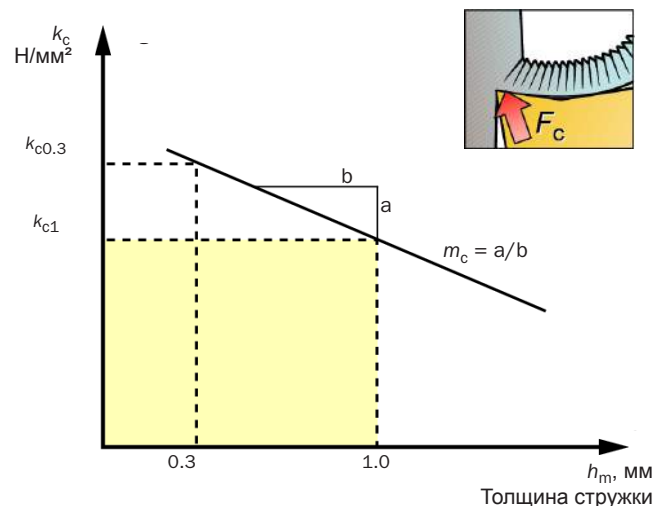
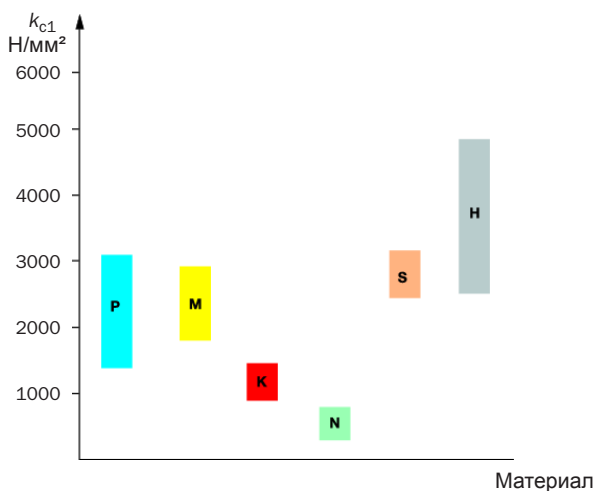
Удельная сила резания (k_c)
(Н/мм²)

$$k_c = k_{c1} \times h_m^{-m_c} \times \left(1 - \frac{\gamma_0}{100}\right)$$

Если фактическая толщина стружки h_m составляет к примеру 0,3 мм, то значение k_c будет больше, см. схему. Если фактическое значение k_c определено, то можно соответственно рассчитать требуемую на резание мощность:

Потребляемая мощность (P_c)
(кВт)

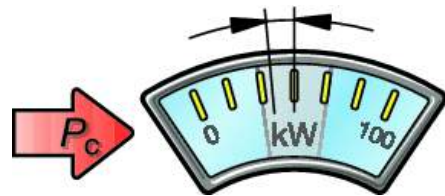
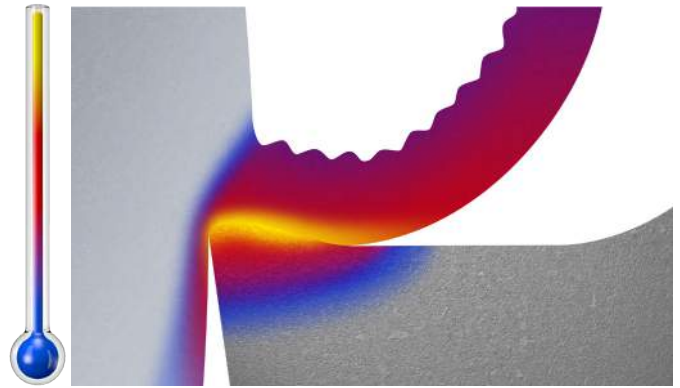
$$P_c = \frac{a_p \times a_e \times v_f \times k_c}{60 \times 10^6}$$



P Сталь

Определение

- Сталь - самая крупная по составу группа обрабатываемых материалов.
- Сталь может быть незакалённой, закалённой или отпущенной и иметь твёрдость до 400 HB. Стали твёрдостью в пределах от 48 до 65 HRC относятся к группе ISO H.
- Сталь - это сплав, основным компонентом которого является железо (Fe).
- Нелегированные стали содержат менее 0,8% углерода, остальную часть составляет железо без добавления легирующих элементов.
- Легированные стали содержат до 1,7% углерода, а также в их состав входят такие элементы как Ni, Cr, Mo, V и W.
- В низколегированных сталях содержание легирующих элементов составляет менее 5%.
- В высоколегированных сталях содержание легирующих элементов превышает 5%.



Обрабатываемость группы в целом

- Обрабатываемость стали зависит от состава легирующих элементов, термической обработки и метода получения (ковка, прокат, литьё и пр.).
- Хорошее стружкодробление и беспроблемный стружкоотвод.
- При обработке низкоуглеродистой стали, из-за ее высокой вязкости, образуется длинная, сливная стружка, что вызывает необходимость в острой режущей кромке.

- Удельная сила резания $k_{c1} = 1400-3100 \text{ Н/мм}^2$.
- Сила резания и, соответственно, необходимая для обработки мощность находятся в пределах ограниченного диапазона.

Более подробная информация по обработке материалов группы ISO P приведена в разделах "Точение" на стр. A22, "Фрезерование" на стр. D32 и "Сверление" на стр. E16.

Легирующие элементы

C - влияет на твёрдость. С увеличением содержания углерода повышается абразивный износ. Низкое содержание углерода (<0,2%) увеличивает адгезионный износ, что приводит к наростообразованию и плохому стружкодроблению.

Cr, Mo, W, V, Ti, Nb (карбидообразующие элементы) – повышают абразивный износ.

O - оказывает значительное влияние на обрабатываемость: образует неметаллические, окисные и абразивные включения.

Al, Ti, V, Nb - используются в виде мелкозернистых присадок; они делают сталь прочнее и трудно поддающейся обработке.

P, S, N снижают ковкость ферритной стали, что повышает адгезивный износ.

Положительный эффект

Pb в сталях повышенной обрабатываемости (с низкой температурой плавления) уменьшает трение между стружкой и пластиной, снижает износ и улучшает стружкодробление.

Ca, Mn (+S) образуют мягкие смазывающие сульфиды. Высокое содержание серы улучшает обрабатываемость и стружкодробление.

S - положительно сказывается на обрабатываемости.

Небольшие изменения процентного содержания - в пределах от 0,01% до 0,03% - могут оказывать существенный эффект на обрабатываемость.

Этот эффект используется в сталях повышенной обрабатываемости. Типичным является содержание серы около 0,25%. Сера образует мягкие включения сульфида марганца (MnS), создающие смазывающий слой между стружкой и режущей кромкой. Кроме того, MnS улучшает стружкодробление. Свинец (Pb) оказывает похожий эффект и часто используется в сочетании с серой в сталях повышенной обрабатываемости в концентрации около 0,25%.

Коды MC для стали

Сталь, с точки зрения обрабатываемости, делится на нелегированную, низколегированную, высоколегированную и спеченную сталь.

Код MC	Группа обрабатываемого материала	Подгруппа обрабатываемого материала	Метод получения	Термическая обработка	Твёрдость	Удельная сила резания, k_{c1} (Н/мм ²)	m_c			
P1.1.Z.AN	нелегированные, Mn<1,65	1 ≤0.25% C	Z	ковка/прокат/ холодная вытяжка	AN	отжиг	125 HB	1500	0.25	
P1.1.Z.HT			Z	ковка/прокат/ холодная вытяжка	HT	закалка+отпуск	190 HB	1770	0.25	
P1.2.Z.AN		2 >0.25... ≤0.55% C	Z	ковка/прокат/ холодная вытяжка	AN	отжиг	190 HB	1700	0.25	
P1.2.Z.HT			Z	ковка/прокат/ холодная вытяжка	HT	закалка+отпуск	210 HB	1820	0.25	
P1.3.Z.AN		3 высокоуглеродистая, >0,55% C	3	Z	ковка/прокат/ холодная вытяжка	AN	отжиг	190 HB	1750	0.25
P1.3.Z.HT				Z	ковка/прокат/ холодная вытяжка	HT	закалка+отпуск	300 HB	2000	0.25
P1.4.Z.AN		4 автоматная сталь	4	Z	ковка/прокат/ холодная вытяжка	AN	отжиг	220 HB	1180	0.21
P1.5.C.HT				C	любое содержание углерода (литьё)	UT	необработанная	150 HB	1400	0.25
P1.5.C.AN		C	литьё	HT		закалка+отпуск	300 HB	2880	0.25	
P2.1.Z.AN		низколегированные (легирующих элементов ≤ 5%)	1 ≤0.25% C	Z	ковка/прокат/ холодная вытяжка	AN	отжиг	175 HB	1700	0.25
P2.2.Z.AN	2 >0.25... ≤0.55% C									
P2.3.Z.AN	3 высокоуглеродистая, >0,55% C		Z	ковка/прокат/ холодная вытяжка	AN	отжиг	260 HB	2020	0.25	
P2.4.Z.AN	4 автоматная сталь		Z	ковка/прокат/ холодная вытяжка	AN	отжиг	225 HB			
P2.5.Z.HT	5 любое содержание углерода (закалка+отпуск)		Z	ковка/прокат/ холодная вытяжка	HT	закалка+отпуск	330 HB	2000	0.25	
P2.6.C.UT	6 любое содержание углерода (литьё)		6	C	литьё	UT	необработанная	200 HB	1600	0.25
P2.6.C.HT				C		HT	закалка+отпуск	380 HB	3200	0.25
P3.0.Z.AN	высоколегированные (легирующих элементов > 5%)		0 основная группа	Z	ковка/прокат/ холодная вытяжка	AN	отжиг	200 HB	1950	0.25
P3.0.Z.HT		Z		ковка/прокат/ холодная вытяжка	HT	закалка+отпуск	380 HB	3100	0.25	
P3.0.C.UT		0	C	литьё	UT	необработанная	200 HB	1950	0.25	
P3.0.C.HT					C	HT	закалка+отпуск	340 HB	3040	0.25
P3.1.Z.AN		1 быстрорежущая сталь (HSS)	Z	ковка/прокат/ холодная вытяжка	AN	отжиг	250 HB	2360	0.25	
P3.2.C.AQ		2 сталь с марганцем	C	литьё	AQ	отжиг/закалка или отжиг	300 HB	3000	0.25	
P4.0.S.NS	4 спеченная сталь	0 основная группа	S	спекание	NS	не указано	150 HB			

▶ Как положительное, так и отрицательное влияние Si, Al, Ca - образуют оксидные включения, повышающие вероятность износа инструмента.

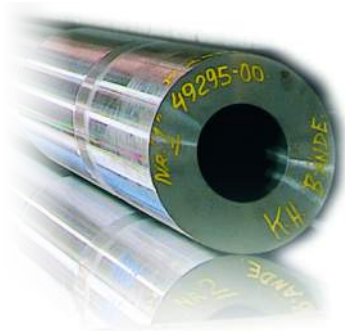
Включения в стали оказывают важное влияние на обрабатываемость, хотя и составляют в процентном отношении очень незначительные доли от общего объема. Это влияние может быть как положительным, так и отрицательным. Например, алюминий (Al) используется для раскисления расплавленного железа. В то же время, алюминий образует твёрдый абразивный оксид алюминия (Al₂O₃), отрицательно сказывающийся на обрабатываемости (похоже на покрытие из оксида алюминия на пластине). Однако этот отрицательный эффект можно компенсировать добавлением кальция (Ca), который образует мягкую оболочку вокруг абразивных частиц.

- Стальное литьё имеет грубую литейную корку, содержащую включения песка и шлака. Обработка таких заготовок предъявляет высокие требования к прочности режущей кромки.
- Стальной прокат имеет довольно большую зернистость, что делает структуру неоднородной, вызывая колебания усилий резания.
- Кованая сталь имеет меньшую зернистость и более однородную структуру, что улучшает её обрабатываемость.

Нелегированная сталь – P 1.1-1.5

Определение

В нелегированной стали максимальное содержание углерода обычно составляет 0,8%, и в отличие от легированных сортов она не содержит дополнительных легирующих элементов. Твёрдость стали варьируется от 90 до 350HV. Более высокое процентное содержание углерода (>0,2%) позволяет подвергать сталь закалке.



Обрабатываемость

Основные трудности при обработке низкоуглеродистых сталей (< 0,25%) связаны с неудовлетворительным стружкодроблением и наростообразованием. Обработка данного типа сталей характеризуется высокими скоростями резания, острокромочной геометрией пластин с положительным передним углом и тонкими покрытиями. При точении для улучшения стружкодробления рекомендуется вести обработку с глубиной резания приблизительно равной или большей радиуса при вершине пластины. Обработка сталей повышенной твердости сопровождается повышенным износом по задней поверхности пластины.

Низколегированная сталь – P 2.1-2.6

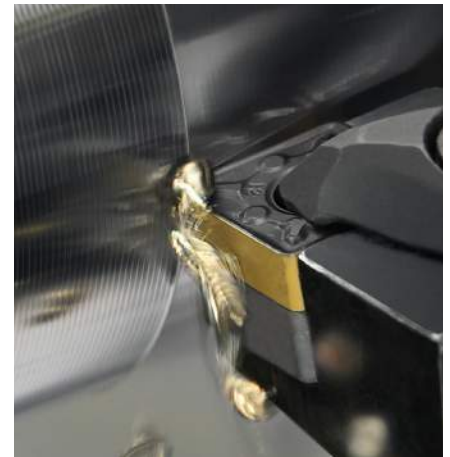
Определение

Низколегированная сталь - наиболее распространенный тип стали в металлообработке. В эту группу входят мягкие и закалённые до 50 HRC сорта стали.



Типовые детали

Основные сорта сталей: конструкционная сталь, тянутая и штампованная сталь, сталь для сосудов давления и стальные отливки. Типовые детали: оси, валы, трубы, кованные и сварные конструкции (C<0,25%).



Типовые детали

Легированная молибденом и хромом сталь используется для изготовления сосудов давления, эксплуатируемых в условиях высоких температур. Типовые детали, изготавливаемые из низколегированной стали: оси, валы, трубы и кованные изделия. В автомобильной промышленности из неё делают шатуны, распределительные валы, колёсные ступицы и рулевые шестерни.



► Низколегированная сталь – P 2.1-2.6 - продолжение

Обрабатываемость

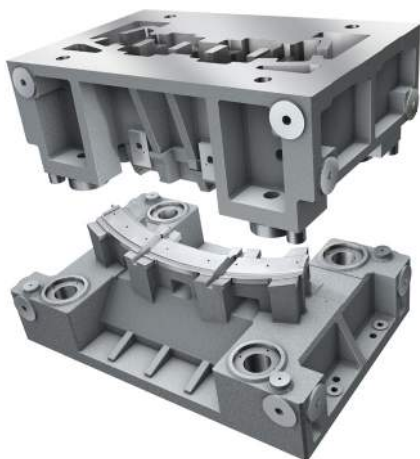
Обрабатываемость низколегированной стали зависит от содержания легирующих элементов и термической обработки (твёрдости). Для всех материалов в этой группе наиболее общими механизмами износа являются лункообразование и износ по задней поверхности. При обработке закалённых материалов в зоне резания выделяется значительное количество тепла, что может привести к пластической деформации режущей кромки.



Высоколегированная сталь – P 3.0-3.2

Определение

К высоколегированной стали относятся углеродистые стали с общим содержанием легирующих элементов более 5%. В эту группу входят и мягкие, и закалённые сорта (до 50 HRC).

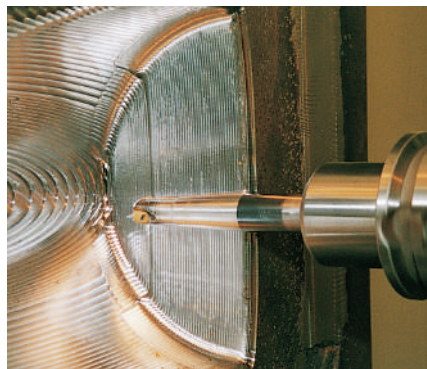


Типовые детали

Детали станков, штампы, детали гидравлики, цилиндры и режущие инструменты (HSS).

Обрабатываемость

Как правило, обрабатываемость снижается с повышением содержания легирующих элементов и твёрдости. Например, при 12-15%-м содержании легирующих элементов и твёрдости до 450 НВ режущей кромке требуется хорошая термостойкость, чтобы противостоять пластической деформации.



М Нержавеющая сталь

Определение

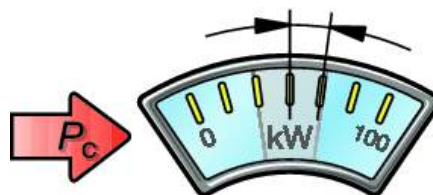
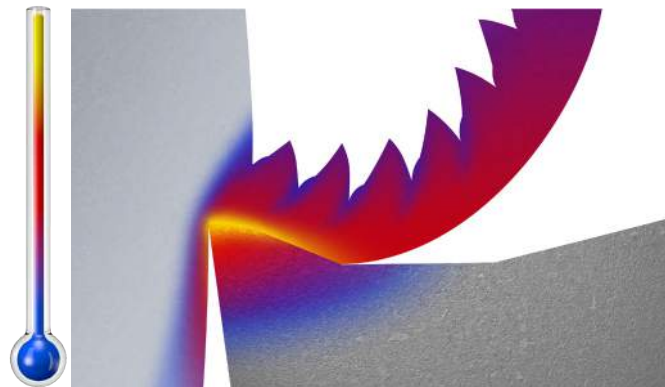
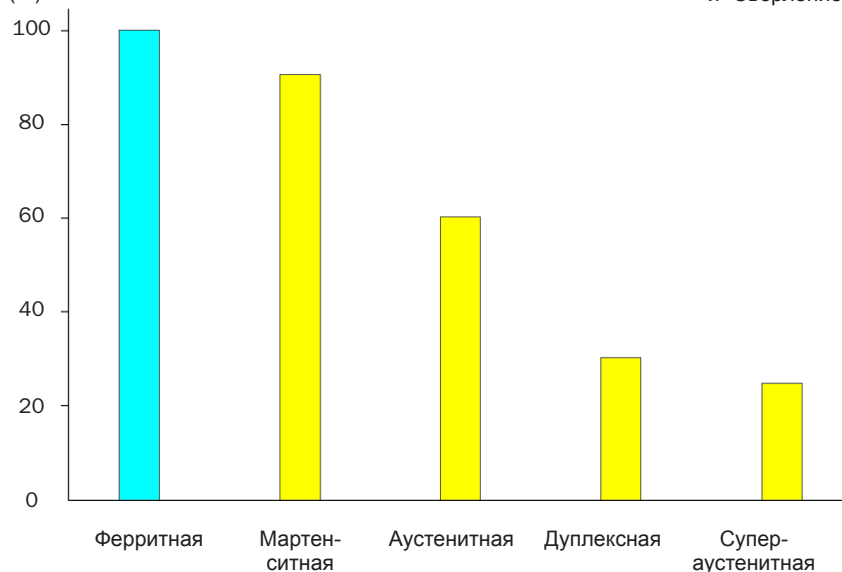
- Сплав на основе железа как основного компонента (Fe).
- Содержание хрома превышает 12%.
- Как правило, с низким содержанием углерода ($C \leq 0,05 \%$).
- Добавление элементов, таких как никель (Ni), хром (Cr), молибден (Mo), ниобий (Nb) и титан (Ti) определяет разные эксплуатационные свойства сплава, например, стойкость к коррозии или прочность при высоких температурах.
- Хром при взаимодействии с кислородом (O) образует пассивирующий слой Cr_2O_3 на поверхности стали, что придает ей стойкость к коррозии.

Обрабатываемость в целом

Обрабатываемость нержавеющей стали зависит от состава легирующих элементов, термической обработки и метода получения заготовки (ковка, литьё и пр.). В целом, обрабатываемость ухудшается с повышением содержания легирующих элементов, но во всех группах нержавеющей стали присутствуют стали улучшенной обрабатываемости.

- Материал, дающий сливную стружку.
- Удовлетворительный отвод стружки при обработке ферритных/мартенситных сталей и более затрудненное стружкодробление при резании аустенитных и дуплексных.
- Удельная сила резания: 1800-2850 Н/мм².
- Механическая обработка нержавеющей сталей характеризуется значительными усилиями резания, наростообразованием на кромке, а также наблюдается упрочнение поверхностного слоя.
- Аустенитная структура с повышенным содержанием азота (N) обладает повышенной прочностью и стойкостью к коррозии, имеет низкую обрабатываемость наряду с увеличенной стойкостью к деформации.
- Сера (S) повышает обрабатываемость нержавеющей стали.

Относительная обрабатываемость (%)



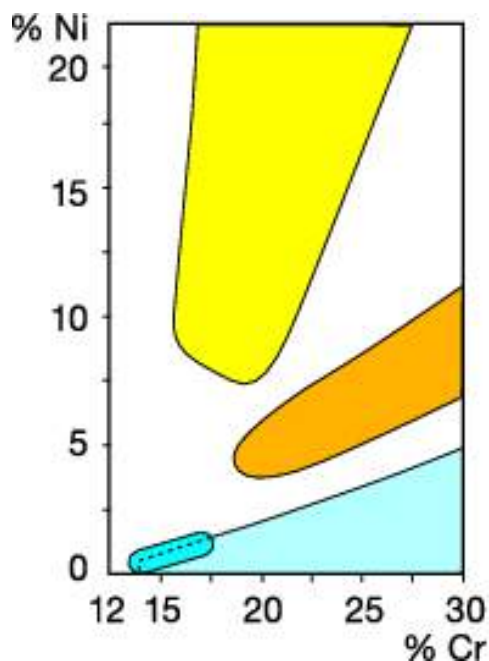
- При обработке сталей с высоким содержанием углерода (>0,2%) наблюдается интенсивный износ по задней поверхности.
- Молибден и азот ухудшают обрабатываемость, но обеспечивают кислотостойкость и способствуют термостойкости.
- SANMAC (торговое наименование фирмы Sandvik) - материал, обрабатываемость которого улучшена путем оптимизации объемной доли сульфидов и оксидов без ущерба для коррозионной стойкости.

Более подробная информация по обработке материалов ISO M приведена в разделах "Точение", с. А 25, "Фрезерование", с. D 34 и "Сверление", с. Е 16.

Коды MC для нержавеющей стали

Код MC	Группа обрабатываемого материала	Подгруппа обрабатываемого материала	Метод получения	Термическая обработка	Твёрдость	Удельная сила резания, k_{c1} (Н/мм ²)	m_c			
P5.0.Z.AN	5	0 основная группа	Z	AN отжиг	200 HB	1800	0.21			
P5.0.Z.HT	5		Z	ковка/прокат/ холодная вытяжка	HT закалка+отпуск	330 HB	2300	0.21		
P5.0.Z.PH	5		Z		PH дисперсионное затвердевание	330 HB	2800	0.21		
P5.0.C.UT	5		C	литьё	UT необработанная	250 HB	1900	0.25		
P5.0.C.HT	5		C		HT закалка+отпуск	330 HB	2100	0.25		
P5.1.Z.AN	5	1 автоматная сталь	Z	ковка/прокат/ холодная вытяжка	AN отжиг	200 HB	1650	0.21		
M1.0.Z.AQ	1	0 основная группа	Z	ковка/прокат/ холодная вытяжка	AQ отжиг/закалка или отжиг	200 HB	2000	0.21		
M1.0.Z.PH	1		Z		PH дисперсионное затвердевание	300 HB	2400	0.21		
M1.0.C.UT	1		C	литьё	UT необработанная	200 HB	1800	0.25		
M1.1.Z.AQ	1	1 повышенной обрабатываемости (как у ANMAC)	Z	ковка/прокат/ холодная вытяжка	отжиг/закалка или отжиг	200 HB	2000	0.21		
M1.1.Z.AQ	1		Z			AQ	200 HB	1800	0.21	
M1.3.Z.AQ	1		3 стабилизация титаном	Z		AQ	200 HB	1800	0.21	
M1.3.C.AQ	1			C		литьё	AQ	200 HB	1800	0.25
M2.0.Z.AQ	2	0 основная группа	Z	ковка/прокат/ холодная вытяжка	AQ	200 HB	2300	0.21		
M2.0.C.AQ	2		C	литьё	AQ	200 HB	2150	0.25		
M3.1.Z.AQ	3	1 >60% феррита (грубо N<0,10%)	Z	ковка/прокат/ холодная вытяжка	отжиг/закалка или отжиг	230 HB	2000	0.21		
M3.1.C.AQ	3		C	литьё		AQ	230 HB	1800	0.25	
M3.2.Z.AQ	3		2 >60% феррита (грубо N≥0,10%)	Z		ковка/прокат/ холодная вытяжка	AQ	260 HB	2400	0.21
M3.2.C.AQ	3			C		литьё	AQ	260 HB	2200	0.25

Определение группы материалов



Микроструктура, которую принимает нержавеющая сталь, зависит в первую очередь от химического состава, в котором самыми важными легирующими элементами являются хром (Cr) и никель (Ni), см. схему. В реальной ситуации варьирование может быть в достаточно широком диапазоне из-за влияния других легирующих элементов, стабилизирующих либо аустенит, либо феррит. Структура может быть также изменена горячей или, в некоторых случаях, холодной обработкой. Дисперсионно-твердеющая ферритная или аустенитная нержавеющая сталь имеет повышенную прочность на растяжение.

- Аустенитная сталь
- Аустенитно-ферритная (дуплексная) сталь
- Ферритно-хромистая сталь
- Мартенситно-хромистая сталь

Ферритная и мартенситная нержавеющая сталь – P5.0-5.1

Определение

С точки зрения обрабатываемости ферритная и мартенситная нержавеющая сталь относится к группе ISO P. Обычное содержание хрома составляет 12-18%. Прочие легирующие элементы представлены лишь в незначительном объеме.

В мартенситной нержавеющей стали относительно высокое содержание углерода, что позволяет подвергать её закалке. Ферритная сталь обладает магнитными свойствами. Свариваемость и у ферритных, и у мартенситных сортов стали не очень хорошая, а стойкость к коррозии - от средней до удовлетворительной, повышается добавлением хрома.



Типовые детали

Часто используется там, где предъявляются невысокие требования к коррозионной стойкости. Ферритная сталь относительно дешевая благодаря небольшому содержанию никеля. Примеры областей применения: валы насосов, паровые и водяные турбины, гайки, болты, водонагреватели, бумажная и пищевая промышленность в связи с невысокими требованиями к коррозионной стойкости.

Мартенситную сталь можно закалять. Она используется для ножевых и бритвенных лезвий, хирургических инструментов и пр.

Обрабатываемость

Обрабатываемость, в целом, хорошая и очень похожа на обрабатываемость низколегированной стали, поэтому эта сталь отнесена к группе ISO P. Высокое содержание углерода (>0,2%) позволяет закалять сталь. При обработке возникает износ по задней поверхности и лункообразование, сопровождающееся наростом. Сплавы и геометрии, оптимизированные для обработки материалов группы ISO P, обеспечивают хорошие результаты.



Аустенитная и супераустенитная нержавеющая сталь – M1.0-2.0

Определение

Аустенитная сталь - основная группа нержавеющих сталей; самый распространенный состав - 18% хрома и 8% никеля (т.н. сталь "18/8", тип 304). Более стойкая к коррозии сталь получается добавлением 2-3% молибдена, такую сталь часто называют кислотостойкой: (тип 316). В группу MC также входят супераустенитные сорта нержавеющей стали с содержанием никеля более 20%. Дисперсионно-твердеющая аустенитная сталь (PH) имеет аустенитную структуру в закалённом состоянии, содержание хрома составляет >16%, никеля >7% и алюминия - около 1%. Типичная дисперсионно-твердеющая сталь - 17/7 PH.



Типовые детали

Используется там, где требуется хорошая стойкость к коррозии. Очень хорошая свариваемость и жаропрочность. Основные области применения: химическая, целлюлозно-бумажная и пищевая промышленность, выпускные коллекторы для самолетов. Хорошие механические свойства оптимизируются холодной обработкой.



➤ Аустенитная и супераустенитная нержавеющая сталь – M1.0-2.0 - продолжение

Обрабатываемость

Следствием механического упрочнения является высокая твердость поверхности, что при обработке аустенитных сталей становится причиной образования проточин на инструменте. Характерными для данного типа сталей формами износа также являются адгезия и наростообразование (BUE). Относительная обрабатываемость составляет 60%. При обработке сталей в закаленном состоянии возможен отрыв покрытия, выкрашивания и ухудшение качества поверхности. Аустенит дает прочную, длинную, непрерывную, плохо ломающуюся стружку. Добавление серы улучшает обрабатываемость, но снижает стойкость к коррозии.

Используйте острокромочные пластины с положительной геометрией. Рекомендуется вести обработку с постоянной глубиной резания, причем её значение должно быть больше, чем толщина упрочненного слоя. Обработка аустенитных сталей характеризуется выделением большого количества тепла.

Дуплексная нержавеющая сталь – M 3.41-3.42

Определение

При добавлении никеля в ферритную хромистую нержавеющую сталь формируется структура/матрица со смешанной основой, содержащая и феррит, и аустенит. Такая нержавеющая сталь называется дуплексной. Дуплексная сталь имеет высокую прочность на растяжение и очень высокую стойкость к коррозии. Название "супердуплексная" и "гипердуплексная" означают повышенное содержание легирующих элементов и еще большую стойкость к коррозии. Как правило, в дуплексной стали содержание хрома колеблется от 18 до 28% и никеля - от 4 до 7%. При этом доля феррита составляет 25-80%. Ферритная и аустенитная фазы при комнатной температуре обычно находятся в соотношении 50-50%. Типичные марки дуплексных нержавеющих сталей SANDVIK - SAF 2205, SAF 2507.



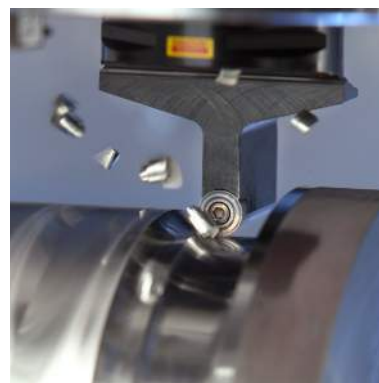
Типовые детали

Стали применяются в химической, пищевой, строительной, медицинской, целлюлозно-бумажной промышленности и в технологических процессах с использованием кислот и хлора. Часто используется в оборудовании для добычи нефти и газа в море.

Обрабатываемость

Относительная обрабатываемость в целом плохая - 30%, из-за высокого предела текучести и повышенной прочности на растяжение. Высокое содержание феррита - более 60% - улучшает обрабатываемость. При механообработке образуется прочная стружка, которая может стать причиной повреждения нижележащей нерабочей режущей кромки, а также возникают высокие усилия резания. При резании выделяется много тепла, которое может привести к пластической деформации и интенсивному лункообразованию.

Во избежание выкрашиваний и появления заусенцев предпочтительны инструменты с небольшим углом в плане. Необходимым условием является надёжное закрепление инструмента и фиксация заготовки.



К Чугун

Определение

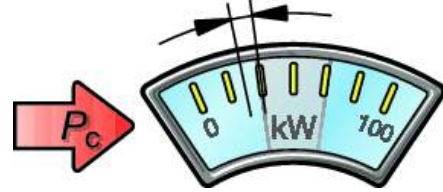
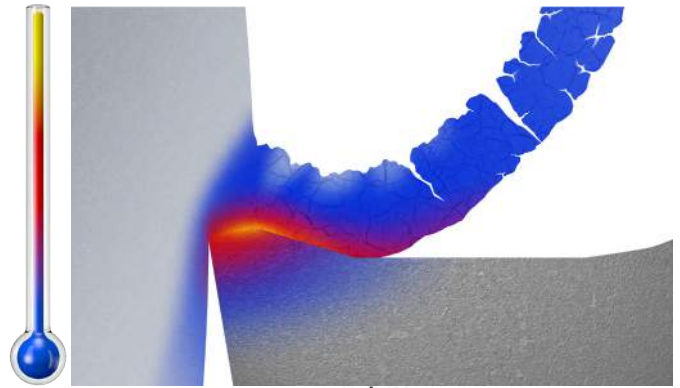
Существует 5 основных типов чугуна:

- Серый чугун (GCI),
- Ковкий чугун (MCI),
- Чугун с шаровидным графитом (NCI),
- Чугун с вермикулярным графитом (CGI)
- Отпущенный ковкий чугун (ADI).

Чугун - это сплав железа с углеродом и относительно высоким содержанием кремния (1-3%). Содержание углерода в чугуне превышает 2%, что является максимальной растворимостью углерода в аустенитной фазе. Хром (Cr), молибден (Mo) и ванадий (V) образуют карбиды, придающие прочность и твёрдость, но ухудшающие обрабатываемость чугуна.

Обрабатываемость в целом

- При обработке чугуна не возникает трудностей со стружкодроблением, так как образуется короткая сыпучая стружка. Удельная сила резания: 790 – 1350 Н/мм².
- При обработке на высокой скорости, особенно чугунов с включениями песка, происходит абразивный износ инструмента.
- Чугуны NCI, CGI и ADI требуют особого внимания из-за разных механических свойств и наличия графита в матрице в отличие от обычного чугуна GCI.
- Чугуны часто обрабатывают пластинами без задних углов, имеющими прочные кромки и надёжными в применении.
- Основа сплава должна быть твёрдой, а покрытие должно содержать толстый слой оксида алюминия, обеспечивающего стойкость к абразивному износу.
- Чугуны традиционно подвергаются сухой обработке, но возможна и обработка с СОЖ - главным образом для минимизации углеродно-железной пыли. Имеются также сплавы, рекомендуемые для обработки с применением СОЖ.



Более подробная информация по обработке материалов ISO K приведена в разделах “Точение”, с. А 28, “Фрезерование”, с. D 36 и “Сверление”, с. Е 16.

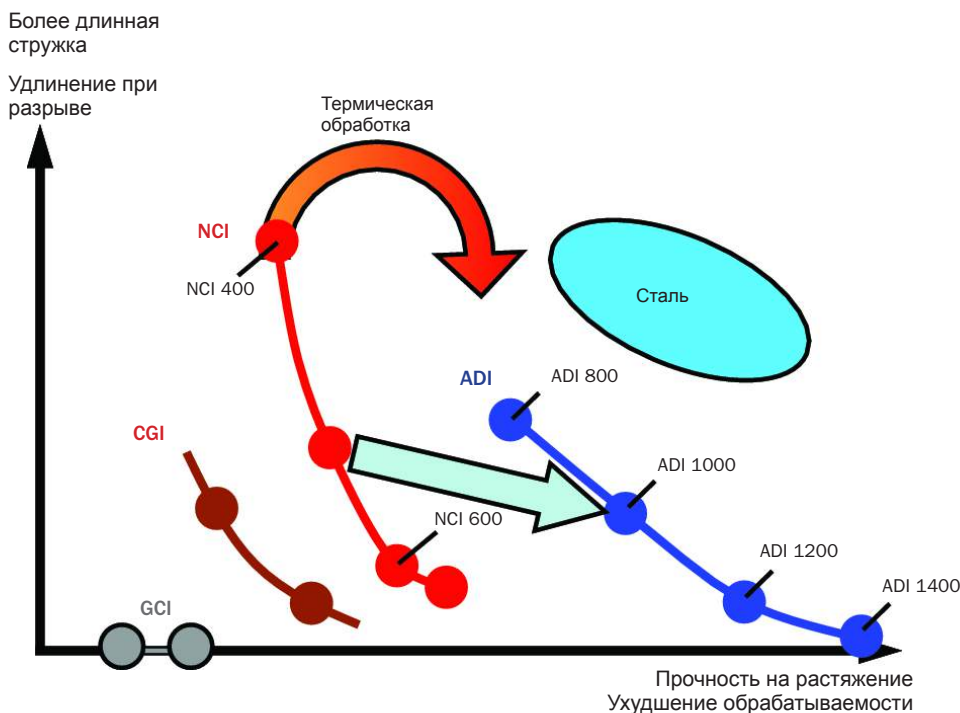
Влияние твёрдости

- Влияние твёрдости чугуна на его обрабатываемость происходит по тем же правилам, что и для других материалов.
- Чугуны ADI (отпущенный ковкий чугун), CGI (чугун с вермикулярным графитом) и NCI (чугун с шаровидным графитом) имеют твёрдость до 300-400 НВ. Твёрдость чугунов MCI (ковкий чугун) и GCI (серый чугун) составляет в среднем 200-250 НВ.
- Твёрдость белого чугуна может превышать 500 НВ при частом охлаждении, когда вместо свободного углерода в результате реакции углерода с железом образуется карбид железа Fe₃C (цементит). Белый чугун очень абразивен и трудно поддается обработке.

Коды MC для чугуна

По степени обрабатываемости чугуны делятся на ковкий, серый, с шаровидным графитом, с вермикулярным графитом (CGI) и отпущенный ковкий (ADI). Наивысшей твёрдостью характеризуются чугун с шаровидным графитом и отпущенный ковкий чугун.

Код MC	Группа материалов		Подгруппа обрабатываемого материала	Метод получения		Термическая обработка		Твёрдость	Удельная сила резания, k_{c1} (Н/мм ²)	m_c	
K1.1.C.NS	1	ковкий чугун	1	низкая прочность на растяжение	C	литьё	NS	не указано	200 HB	780	0.28
K1.2.C.NS			2	высокая прочность на растяжение					260 HB	1020	0.28
K2.1.C.UT	2	серый чугун	1	низкая прочность на растяжение	C	литьё	UT	необработанный	180 HB	900	0.28
K2.2.C.UT			2	высокая прочность на растяжение					245 HB	1100	0.28
K2.3.C.UT			3	аустенитный					175 HB	1300	0.28
K3.1.C.UT	3	чугун с шаровидным графитом	1	ферритный	C	литьё	UT	необработанный	155 HB	870	0.28
K3.2.C.UT			2	ферритный/перлитный					215 HB	1200	0.28
K3.3.C.UT			3	перлитный					265 HB	1440	0.28
K3.4.C.UT			4	мартенситный					330 HB	1650	0.28
K3.5.C.UT			5	аустенитный					190 HB		
K4.1.C.UT	4	чугун с вермикулярным графитом	1	низкая прочность на растяжение (перлит <90%)	C	литьё	UT	необработанный	160 HB	680	0.43
K4.2.C.UT			2	высокая прочность на растяжение (перлит ≥90%)					230 HB	750	0.41
K5.1.C.NS	5	отпущенный ковкий чугун	1	низкая прочность на растяжение	C	литьё	NS	не указано	300 HB		
K5.2.C.NS			2	высокая прочность на растяжение					400 HB		
K5.3.C.NS			3	сверхвысокая прочность на растяжение					460 HB		



Закалка с отпуском превращает ковкий чугун (NCI) в отпущенный ковкий чугун (ADI).

Ковкий чугун (MCI) К 1.1-1.2 и серый чугун (GCI) К 2.1-2.3

Определение

Ковкий чугун изготавливается из почти белого железа, подвергаемого двухэтапной закалке. В результате получается структура “феррит+перлит+закалённый углерод” с нестандартными графитовыми зёрнами по сравнению с более хрупкой, слоистой структурой серого чугуна. Этим объясняется то, что ковкий чугун менее чувствителен к растрескиванию, и имеет более высокую прочность на разрыв.

В сером чугуне графит присутствует в виде хлопьев, и его основными характеристиками являются: низкая ударная вязкость (хрупкость); хорошая теплопроводность - выделяет меньше тепла во время работы двигателя и при резании; хорошие амортизирующие свойства - поглощает вибрацию в двигателе.



Типовые детали

Из ковкого чугуна традиционно изготавливаются подшипники осей, колеса гусениц, фитинги для труб и высокопрочные шестерни.

Детальями, чаще всего изготавливаемыми из серого чугуна, являются сковороды, блоки двигателей, цилиндры для компрессоров, шестерни и корпуса коробок передач.

Обрабатываемость

Ковкий чугун имеет более высокую прочность на растяжение по сравнению с GCI и по обрабатываемости напоминает чугун NCI. Но оба этих типа демонстрируют в целом превосходные характеристики при резании. Вообще говоря, чугун с перлитной структурой провоцирует абразивный износ, а с ферритной структурой - адгезионный.

Серый чугун имеет низкую ударную вязкость, создает небольшие режущие усилия и демонстрирует очень хорошую обрабатываемость. При его обработке не наблюдается износа химического типа, а возникает только абразивный износ. Серый чугун часто легирован хромом для улучшения механических свойств. Повышенная прочность приводит к ухудшению обрабатываемости.

Чугун с шаровидным графитом (NCI) К 3.1-3.5

Определение

В чугуне с шаровидным графитом, как следует из названия, графит имеет сферическую форму. Главными отличительными чертами являются: хорошая жёсткость (модуль упругости); хорошая ударная вязкость - прочный, нехрупкий, материал; хорошая прочность на растяжение; плохие амортизирующие свойства - отсутствует способность поглощать вибрацию в двигателе; низкая теплопроводность - большое выделение тепла при резании. По сравнению с чугуном GCI, графит в NCI находится в форме узелков, что придает высокую прочность на растяжение и жёсткость.



➤ Чугун с шаровидным графитом (NCI) К 3.1-3.5 - продолжение



Типовые детали

Втулки, трубы, ролики, выпускные коллекторы, коленчатые валы, корпуса дифференциалов, колпаки подшипников, опорные плиты, корпуса турбонагнетателей, диски муфт сцепления и маховики.

Корпуса турбонагнетателей и выпускные коллекторы часто изготавливаются из более термостойкого чугуна с добавлением SiMo.

Обрабатываемость

Чугун с шаровидным графитом имеет ярко выраженную тенденцию к наростообразованию при обработке. Эта тенденция наиболее явно прослеживается у мягких чугунов NCI с высоким содержанием феррита. При обработке деталей с высоким содержанием феррита и при прерывистом резании часто преобладает адгезионный вид износа, что может вызвать проблемы с отслаиванием покрытия.

Адгезионный износ менее заметен у более твёрдых чугунов NCI с повышенным содержанием перлита. Для них наиболее характерны абразивный износ и/или пластическая деформация.



Чугун с вермикулярным графитом (CGI) К 4.1-4.2

Определение

Чугун с вермикулярным графитом отвечает возрастающим требованиям к прочности и снижению массы, сохраняя при этом достаточно хорошую обрабатываемость. Тепломеханические и амортизирующие характеристики чугуна CGI находятся между параметрами чугунов NCI и GCI. Стойкость к усталостному разрушению вдвое выше аналогичного показателя серого чугуна. Частицы графита в CGI вытянутые и беспорядочно направленные, как и в сером чугуне, но короче, толще и имеют закругленные края. Кораллообразная морфология чугуна CGI, в сочетании с закругленными краями и нестандартными шишковидными поверхностями частиц графита, обеспечивает мощную адгезию между графитом и железом. Вот почему механические свойства чугуна CGI настолько оптимизированы по сравнению с серым чугуном. Наиболее распространённым является чугун CGI с содержанием перлита до 90%.

➤ Чугун с вермикулярным графитом (CGI) К 4.1-4.2 - продолжение



Типовые детали

Чугун CGI хорошо подходит для изготовления двигателей, где требуются более легкие и прочные материалы, способные поглощать больше мощности. Масса блока двигателя из чугуна с вермикулярным графитом примерно на 20% меньше по сравнению с блоком двигателя из GCI. Среди других деталей можно назвать головки цилиндров и дисковые тормоза.

Обрабатываемость

По обрабатываемости чугун с вермикулярным графитом находится между серым и с шаровидным графитом. Имея прочность на растяжение, в 2-3 раза превышающую этот показатель у серого чугуна, и более низкую теплопроводность, чугун CGI создает при обработке большие режущие усилия и выделяет больше тепла при резании. Повышенное содержание титана в CGI отрицательно сказывается на стойкости инструмента.

Наиболее распространенные виды обработки - торцевое фрезерование и растачивание отверстий. Фрезерная обработка методом круговой интерполяции вместо операции растачивания характеризуется увеличенными стойкостью и производительностью.

Отпущенный ковкий чугун (ADI) К 5.1-5.3

Определение

Отпущенный ковкий чугун относится к семейству закалённых чугунов. Термическая обработка с отпуском превращает пластичный чугун в отпущенный пластичный чугун (ADI), имеющий превосходную прочность, жёсткость и стойкость к усталостному разрушению. ADI имеет более высокую удельную прочность, чем алюминий, и такую же износостойкость, как сталь. Прочность на растяжение и предел текучести вдвое превосходят соответствующие параметры обычного ковкого чугуна. Усталостная прочность выше на 50%, она также может быть увеличена дробеструйной обработкой или галтельной прокаткой.



Типовые детали

Чугун ADI все больше вытесняет стальное литьё и поковку, сварные конструкции, цементированную сталь и алюминий благодаря своим превосходным свойствам. Основной областью применения является автомобильная промышленность, где он используется для деталей подвески и трансмиссии. Он также используется в энергетике, горнодобывающей промышленности и строительстве.

Обрабатываемость

При обработке чугуна ADI следует ожидать 40-50% сокращения срока службы инструментов по сравнению с чугуном NCI. Прочность на растяжение и ковкость чугуна ADI близки к аналогичным показателям стали, но в отношении стружкообразования ADI ведет себя как обычный ковкий чугун (характеризуется образованием сегментной стружки).

По сравнению со сталью аналогичной твёрдости микротвёрдость отпущенного ковкого чугуна выше. В микроструктуре чугунов ADI более высокого уровня содержатся твёрдые частицы. Большие тепловые и механические нагрузки, из-за высокой прочности и ковкости, приводят к повышенному износу режущей кромки из-за сегментного характера стружки. Упрочнение в процессе резания приводит к возникновению больших динамических усилий резания. Температура режущей кромки является основным фактором, определяющим износ.

N Цветные металлы

Определение:

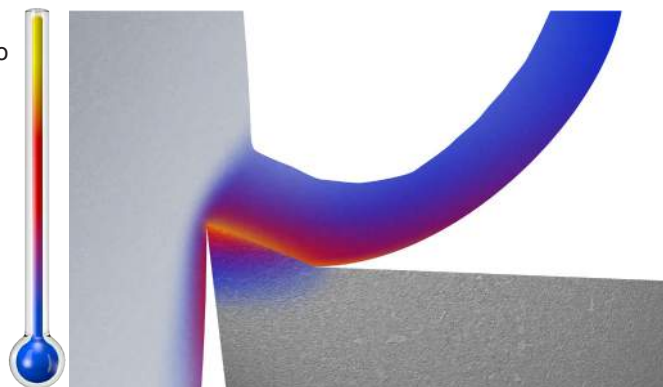
- В эту группу входят цветные, мягкие металлы твёрдостью до 130 НВ, кроме высокопрочной бронзы (>225НВ).
- Сплавы алюминия (Al) с содержанием кремния (Si) до 12-13% - самая крупная подгруппа.
- MMC: композитный материал с металлической матрицей, Al + SiC (20-30%).
- Сплавы на основе магния
- Медь, электролитическая медь (99,95% Cu).
- Бронза: сплав меди с оловом (Sn) (10-14%) и/или алюминием (3-10%).
- Латунь: сплав меди (60-85%) с цинком (Zn) (15-40%).

Обрабатываемость алюминия

- Материал, дающий длинную стружку.
- Относительно хорошее стружкодробление при условии легирования.
- Чистый алюминий вязок и требует острых режущих кромок и высокой скорости резания v_c .
- Удельная сила резания: 350–700 Н/мм².
- Усилия резания и, соответственно, мощность, необходимая для резания, небольшие.
- При содержании кремния до 7-8% можно обрабатывать мелкозернистыми твёрдыми сплавами без покрытия, а при большем содержании кремния - сплавами с вставками из PCD для алюминия.
- Алюминий с содержанием кремния >12% очень абразивен.

Типовые детали

Блоки двигателей, головки цилиндров, корпуса КПП, кожухи, элементы корпусов самолёта.



Более подробная информация по обработке материалов группы ISO N приведена в разделах "Точение", с. А 39, "Отрезка и обработка", с. В 10, "Фрезерование", с. D 38 и "Сверление", с. E 17.

Коды MC для материалов N

Код MC	Группа материалов	Подгруппа обрабатываемого материала	Метод получения		Термическая обработка		Твёрдость	Удельная сила резания, k_{c1} (Н/мм ²)	m_c	
N1.1.Z.UT	сплавы на основе алюминия	1 технически чистые	Z	литьё	UT	необработанные	30 НВ	350	0.25	
N1.2.Z.UT					UT	необработанные	60 НВ	400	0.25	
N1.2.Z.AG			Z	литьё	AG	подверженные старению	100 НВ	650	0.25	
N1.2.S.UT			S		спекание	UT	необработанные	75 НВ	410	0.25
N1.2.C.NS		C	2 сплавы AlSi, Si ≤1%	литьё	NS	не указано	80 НВ	410	0.25	
N1.3.C.UT		C			UT	необработанные	75 НВ	600	0.25	
N1.3.C.AG		C			AG	подверженные старению	90 НВ	700	0.25	
N1.4.C.NS		C			NS	не указано	130 НВ	700	0.25	
N2.0.C.UT		2 сплавы на основе магния	0 основная группа	C	литьё	UT	необработанные	70 НВ		
N3.1.U.UT		сплавы на основе меди	1 бессвинцовые сплавы меди (включая электролитическую медь)	U	не указано	UT	необработанные	100 НВ	1350	0.25
N3.2C.UT	2 свинцовистая латунь и бронза (Pb ≤ 1%)							C	литьё	90 НВ
N3.3.S.UT	2		S	спекание	35 НВ					
N3.3.U.UT	3 сплавы на основе автоматной меди (Pb >1%)		U	не указано	110 НВ			550	0.25	
N3.4.C.UT	4 высокопрочная бронза (>225НВ)		C	литьё	300 НВ					
N4.0.C.UT	4 сплавы на основе цинка	0 основная группа	C	литьё	UT	необработанные	70 НВ			

S Жаропрочные сплавы (HRSA) и титан

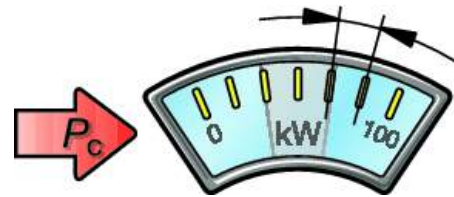
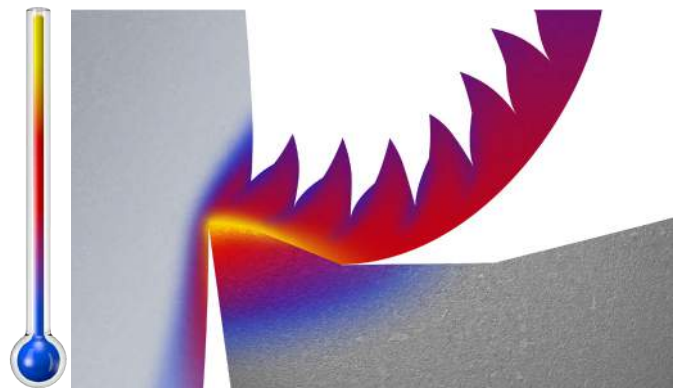
Определение

- Группу ISO S можно разделить на жаропрочные сплавы (HRSA) и титан.
- Жаропрочные сплавы HRSA можно подразделить на 3 категории: сплавы на основе никеля, железа и кобальта.
- Условия обработки: отжиг, химико-термическая обработка, старение, прокатка, ковка, литьё.
- Свойства: повышенное содержание легирующих элементов (кобальта больше, чем никеля) обеспечивает повышенную жаропрочность, прочность на растяжение и стойкость к коррозии.

Обработываемость в целом

- Физические свойства и поведение при обработке отдельных сплавов значительно отличаются, как в силу химических свойств сплава, так и конкретной металлургической обработки в процессе изготовления.
- Особенно большое влияние на обработываемость оказывают отжиг и старение.
- Затруднённый стружкоотвод (сегментная стружка).
- Удельная сила резания: 2400-3100 Н/мм² у жаропрочных сплавов и 1300-1400 Н/мм² у титана.
- Усилия резания и требуемая мощность довольно высокие.

Более подробная информация по обработке материалов группы ISO S приведена в разделах "Точение", с. А 30, "Отрезка и обработка канавок", с. В 9, "Фрезерование", с. D 39 и "Сверление", с. E 17.

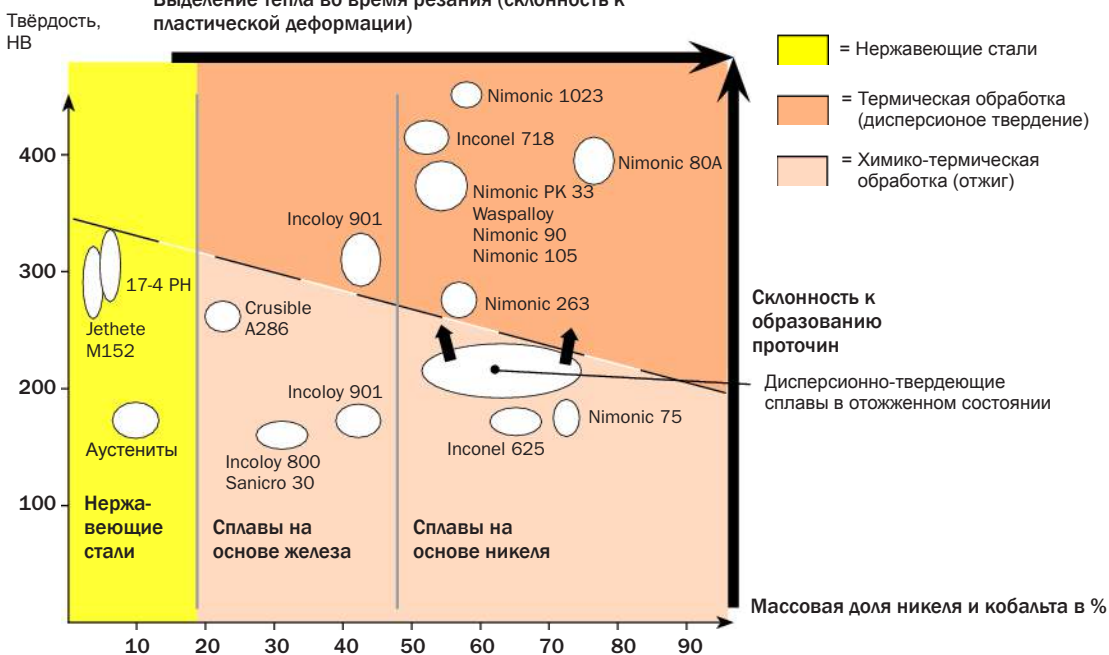


Старение

Для достижения более высокой прочности жаропрочные сплавы можно подвергать старению.

При обработке материала при высокой температуре, т.е. при старении, в сплаве осаждаются мелкие интерметаллические частицы. Эти частицы мешают движению в кристаллической структуре и в результате материал становится менее податливым деформации.

Выделение тепла во время резания (склонность к пластической деформации)



Коды MC для материалов S

С точки зрения обрабатываемости сплавы HRSA делятся на сплавы на основе железа, никеля и кобальта. Титан делится на технически чистый, альфа-сплавы и близкие к ним сплавы, альфа/бета-сплавы и бета-сплавы.

Код MC	Группа материалов		Подгруппа обрабатываемого материала	Метод получения		Термическая обработка		Твёрдость	Удельная сила резания, $k_{с1}$ (Н/мм ²)	m_c	
	1	2		1	2	1	2				
S1.0.U.AN	1	сплавы на основе железа	1	основная группа	U	не указано	AN	отжиг	200 HB	2400	0.25
S1.0.U.AG	1		2		U		AG	старение	280 HB	2500	0.25
S2.0.Z.AN	2	сплавы на основе никеля	0	основная группа	Z	ковка/прокат/ холодная вытяжка	AN	отжиг	250 HB	2650	0.25
S2.0.Z.AG	2		0		AG		старение	350 HB	2900	0.25	
S2.0.Z.UT	2		0		UT		необработанные	275 HB	2750	0.25	
S2.0.C.NS	2		0		C		литьё	NS	не указано	320 HB	3000
S3.0.Z.AN	3	сплавы на основе кобальта	0	основная группа	Z	ковка/прокат/ холодная вытяжка	AN	отжиг	200 HB	2700	0.25
S3.0.Z.AG	3		0		AG		старение	300 HB	3000	0.25	
S3.0.C.NS	3		0		C		литьё	NS	не указано	320 HB	3100
S4.1.Z.UT	4	сплавы на основе титана	1	технически чистый титан (99,5% Ti) альфа-сплавы и близкие к ним сплавы альфа/бета-сплавы бета-сплавы	Z	ковка/прокат/ холодная вытяжка	UT	необработанные	200 HB	1300	0.23
S4.2.Z.AN	4		2		Z		AN	отжиг	320 HB	1400	
S4.3.Z.AN	4		3		Z		AN		330 HB	1400	
S4.3.Z.AG	4		3		Z		AG	старение	375 HB	1400	
S4.4.Z.AN	4		4		Z		AN	отжиг	330 HB	1400	
S4.4.Z.AG	4		4		Z		AG	старение	410 HB	1400	
S5.0.U.NS	3	на основе вольфрама	0	основная группа	U	не указано	NS	не указано	120 HB		
S6.0.U.NS	3	на основе молибдена	0	основная группа	U	не указано	NS	не указано	200 HB		

Жаропрочные сплавы – S 1.0-3.0

Определение

Материалы с высокой коррозионной стойкостью, сохраняющие твёрдость и прочность при высокой температуре. Используются при температуре до 1000°C и закаляются в процессе старения.

- Сплавы на основе никеля наиболее распространены - более 50% объема самолетного двигателя. К дисперсионно-твердеющим материалам относятся: Inconel 718, Waspalloy 706, Udimet 720. К неупрочняемым сплавам относится Inconel 625.
- Сплавы на основе железа появились из аустенитной нержавеющей стали и имеют самую низкую жаропрочность: Inconel 909 Greek Ascolloy и A286.

- Сплавы на основе кобальта имеют наилучшую жаропрочность и стойкость к коррозии и главным образом используются в медицинской промышленности: Haynes 25 (Co49Cr20W15Ni10), Stellite 21, 31.
- Основные легирующие элементы в сплавах HRSA.
Ni: повышает прочность на растяжение.
Co, Mo, W: повышают жаропрочность.
Cr, Si, Mn: повышают стойкость к коррозии.
C: увеличивает зернистость.



Типовые детали

Турбины самолетных двигателей и мощные газовые турбины в отсеках сгорания и турбонадува. Нефте- и газодобыча в море. Имплантанты для медицинской отрасли. Области с высокими требованиями к коррозионной стойкости.

► Жаропрочные сплавы – S 1.0-3.0 - продолжение

Обрабатываемость

Обрабатываемость сплавов HRSA ухудшается в следующей последовательности: сплавы на основе железа, никеля и затем кобальта. Все материалы обладают высокой жаропрочностью и при резании дают сегментную стружку, при этом создаются высокие динамические усилия резания.

Из-за низкой теплопроводности и высокой твёрдости во время обработки возникают высокие температуры. Высокая прочность, механическое и адгезионное упрочнение вызывают образование проточин на максимальной глубине резания и крайне абразивную среду для режущей кромки.

Твёрдые сплавы должны обеспечивать высокую прочность кромок и хорошую адгезию покрытия с основой,

чтобы противостоять пластической деформации. В целом, следует использовать пластины с большим углом охвата (круглые пластины) и положительной геометрией. При точении и фрезеровании можно использовать керамические сплавы, в зависимости от условий обработки.

Титан – S 4.1-4.4

Определение

Сплавы на основе титана можно разделить на 4 подгруппы в зависимости от структуры и состава легирующих элементов.

- Необработанный, технически чистый титан.
- Альфа-сплавы – с добавлением Al, O и/или N.
- Бета-сплавы – с добавлением Mb, Fe, V, Cr и/или Mn.
- Смешанные сплавы альфа+бета, в которых присутствуют оба класса.

Смешанные сплавы альфа+бета типа Ti-6Al-4V составляют большинство используемых сегодня титановых сплавов, главным образом, в аэрокосмической промышленности, а также в областях общего машиностроения. Титан имеет большое отношение прочности к массе и превосходную стойкость к коррозии при плотности, составляющей 60% от плотности стали. Это позволяет выполнять стенки конструкций более тонкими.



Типовые детали

Титан может эксплуатироваться в крайне агрессивных средах, где большинство конструкционных материалов пострадало бы от воздействия коррозии. Это становится возможным благодаря пленке оксида титана, TiO₂, покрывающей поверхность металла слоем толщиной 0,01 мм и имеющей высокую стойкость к агрессивным воздействиям. Если оксидный слой будет поврежден, то при доступе кислорода титан сразу же восстановит оксид. Подходит для теплообменников, камер обессоливания, деталей реактивных двигателей, деталей самолетных шасси, элементов корпуса самолета.

Обрабатываемость

Обрабатываемость титановых сплавов ниже по сравнению с конструкционными и нержавеющими сталями, что предъявляет особые требования к режущим инструментам. У титана плохая теплопроводность; прочность сохраняется при высокой температуре, что требует большого режущего усилия и вызывает сильный нагрев режущей кромки. Тонкая, склонная к пластической деформации стружка создает область тесного контакта на передней поверхности режущего инструмента, при этом возникают концентрированные режущие усилия рядом с режущей кромкой. При слишком высокой скорости резания возникает химическая реакция между стружкой и материалом режущего инструмента, что может привести к внезапному появлению сколов и поломке пластины. Материалы для режущих инструментов должны иметь высокую твёрдость при высокой температуре, низкое содержание кобальта и быть химически нейтральными по отношению к титану. Обычно для обработки титановых сплавов используется мелкозернистый карбид без покрытия. Выберите положительную/открытую геометрию с высокой прочностью кромок.

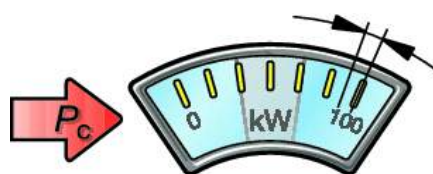
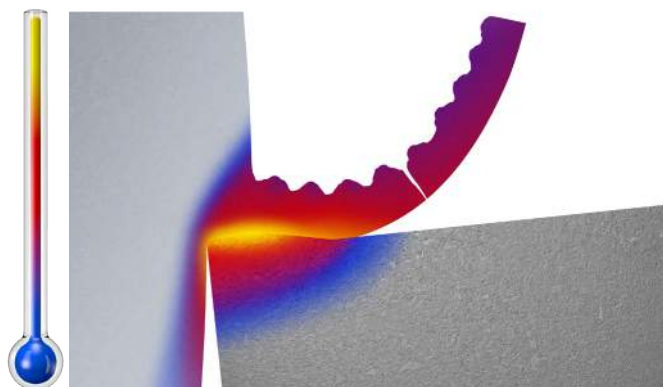
H Закалённая сталь

Определение

- К этой группе материалов относятся закалённые сорта стали твёрдостью >45 – 68 HRC.
- Наиболее распространены цементируемая сталь (~60 HRC), подшипниковая сталь (~60 HRC) и инструментальная сталь (~68 HRC). Также к этой группе относятся высокопрочные чугуны - белый (~50 HRC) и ADI/Куменит (~40 HRC). В эту группу входят также конструкционная сталь (40–45 HRC), марганцевая сталь, стеллит, сталь, полученная порошковой металлургией.
- Обычно токарная обработка твёрдых деталей попадает в диапазон 55 – 68 HRC.

Обрабатываемость

- Закалённые стали реже других подвергаются механообработке и наиболее распространённым её видом являются чистовые операции. Удельная сила резания: 2550 – 4870 Н/мм². Обработка, как правило, сопровождается удовлетворительным отводом стружки. Силы резания и мощность, затрачиваемая на резание, довольно высоки.
- Материал режущего инструмента должен иметь высокую стойкость к пластической деформации (сохранять твёрдость при высокой температуре), высокую химическую стойкость (при высокой температуре), механическую прочность и стойкость к абразивному износу. Всеми вышеперечисленными свойствами обладает кубический нитрид бора, применение которого позволяет заменить шлифование токарной обработкой.



- При точении также используется смешанная или армированная керамика, когда к заготовке нет повышенных требований по качеству обработанной поверхности, твёрдость материала слишком высока для твердого сплава.
- Твёрдый сплав преобладает на операциях фрезерования и сверления и применяется при твёрдости до 60 HRC.

Типовые детали

Передачные валы, корпуса КПП, рулевые шестерни, штампы.



Более подробная информация по обработке материалов ISO H приведена в разделах “Точение”, с. А 40, “Отрезка и обработка канавок”, с. В 9, “Фрезерование”, с. D 41 и “Сверление”, с. E 17.

Коды MC для закалённой стали

Код MC	Группа обрабатываемого материала	Подгруппа обрабатываемого материала	Метод получения	Термическая обработка	Твёрдость	Удельная сила резания, k_{c1} (Н/мм²)	m_c				
H1.1.Z.NA	1 сталь (супертвёрдая)	1	твёрдость 50	Z	ковка/прокат/ холодная вытяжка	НА	закалка (+отпуск)	50 HRC	3090	0.25	
H1.2.Z.NA		2	твёрдость 55	Z				55 HRC	3690	0.25	
H1.3.Z.NA		3	твёрдость 60	Z				60 HRC	4330	0.25	
H1.4.Z.NA		4	твёрдость 63	Z				63 HRC	4750	0.25	
H2.0.C.UT	2	отбелённый чугун	0	основная группа	C	литьё	UT	необработанная	55 HRC	3450	0.28
H3.0.C.UT	3	отбелённый чугун	0	основная группа	C	литьё	UT	не указано	40 HRC		
H4.0.S.AN	4	отбелённый чугун	0	основная группа	S	спекание	AN	отжиг	67 HRC		

Обрабатываемость

Точение

В

Отрезка и обработка канавок

С

Нарезание резьбы

Д

Фрезерование

Е

Сверление

Ф

Растачивание

Г

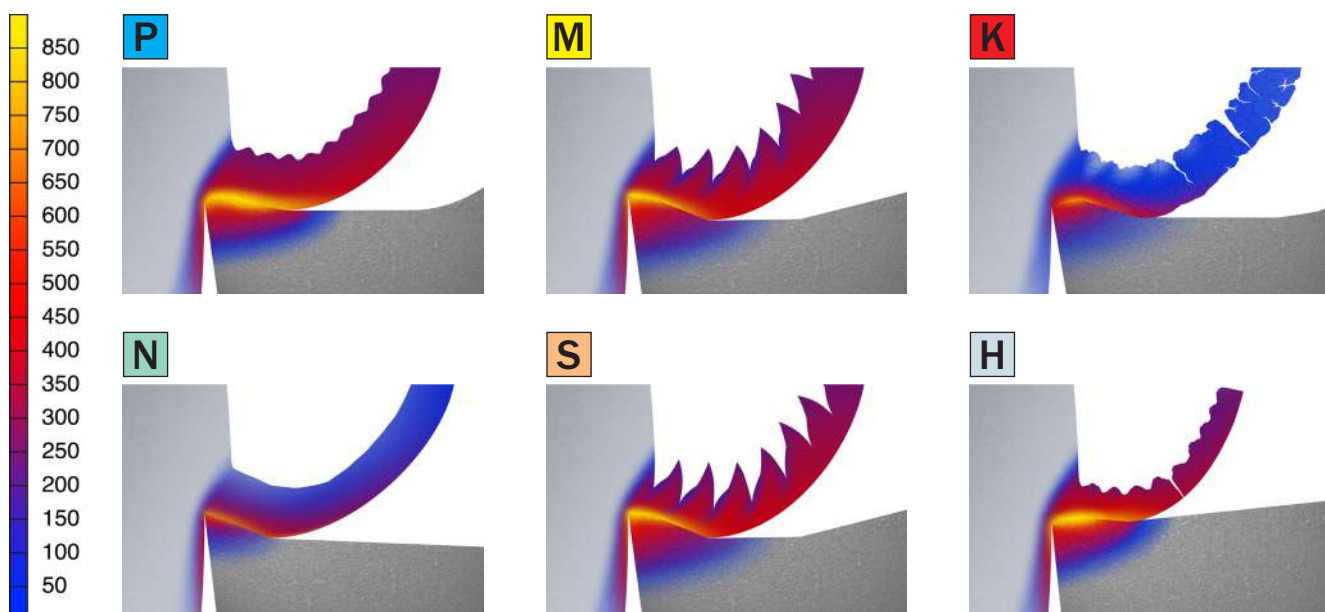
Инструментальная оснастка

Н

Материалы

И

Информация/Указатель



Поперечное сечение пластины из твёрдого сплава при обработке стали. Температура в градусах по Цельсию.

На обрабатываемость материала влияет три основных фактора.

1. Классификация обрабатываемого материала с точки зрения металлургии/ механики.
2. Микро- и макро геометрия режущей кромки.
3. Материал режущего инструмента (марка сплава), например, твёрдый сплав с покрытием, керамика, CBN, PCD и пр.

Сочетание этих параметров будет иметь огромное влияние на обрабатываемость заготовки. К второстепенным факторам относятся: параметры резания, режущие усилия, термическая обработка материала, состояние поверхностного слоя, включения в материале, закрепление инструмента и условия обработки в целом.

Обрабатываемость не имеет четкого определения, ее нельзя выразить, к примеру, цифрами. В широком смысле слова она определяет способность материала заготовки быть обработанным, виды износа, сопровождающие процесс резания, и характер стружкообразования. Опираясь этими категориями, можно сказать, что низколегированная углеродистая сталь обрабатывается проще по сравнению с более требовательной аустенитной нержавеющей сталью. Считается, что низколегированная сталь обрабатывается лучше, чем нержавеющая сталь. Понятие “хорошая обрабатываемость” обычно означает беспрепятственное резание и предсказуемую стойкость инструмента. В большинстве случаев обрабатываемость того или иного материала оценивается в практических испытаниях, а результаты фиксируются относительно результатов испытаний других материалов приблизительно в тех же условиях. В этих испытаниях учитываются и другие факторы - микроструктура, склонность к наростообразованию, состояние станка, стабильность условий, уровень шума, срок службы инструмента и пр.



Обрабатываемые материалы

ISO	MC	CMC	Страна											
			Европа	Германия	Великобритания	Швеция	США	Франция	Италия	Испания	Япония			
			Стандарт											
			DIN EN	W-nr	BS	EN	SS	AISI/SAE/ASTM	AFNOR	UNI	UNE	JIS		
P	Нелегированная сталь													
	P1.1.Z.AN	01.1	S235JR G2	1.0038		4360 40 C	1311	A570.36	E 24-2 Ne			STKM 12A:C		
	P1.1.Z.AN	01.1	S235J2 G3	1.0116		4360 40 B	1312	A573-81 65	E 24-U	Fe37-3				
	P1.1.Z.AN	01.1	C15	1.0401		080M15	1350	1015	CC12	C15C16	F.111			
	P1.1.Z.AN	01.1	C22	1.0402		050A20	1450	1020	CC20	C20C21	F.112			
	P1.1.Z.AN	01.1	C15E	1.1141		080M15	32C	1370	1015	XC12	C16	C15K	S15C	
	P1.1.Z.AN	01.1	C25E	1.1158				1025					S25C	
	P1.1.Z.AN	01.1	S380N	1.8900		4360 55 E	2145	A572-60			FeE390KG			
	P1.1.Z.AN	01.1	17MnV7	1.0870		4360 55 E	2142	A572-60	NFA 35-501 E 36					
	P1.1.Z.AN	02.1	55Si7	1.0904		250A53	45	2085	9255	55S7	55Si8	56Si7		
	P1.1.Z.AN	02.2						2090	9255	55S7				
	P1.2.Z.AN	01.2	C35	1.0501		060A35		1550	1035	CC35	C35	F.113		
	P1.2.Z.AN	01.2	C45	1.0503		080M46		1650	1045	CC45	C45	F.114		
	P1.2.Z.AN	01.2	40Mn4	1.1157		150M36	15		1039	35M5				
	P1.2.Z.AN	01.2	36Mn5	1.1167				2120	1335	40M5		36Mn5	SMn438(H)	
	P1.2.Z.AN	01.2	28Mn6	1.1170		150M28	14A		1330	20M5	C28Mn		SCMn1	
	P1.2.Z.AN	01.2	C35G	1.1183		060A35		1572	1035	XC38TS	C36		S35C	
	P1.2.Z.AN	01.2	C45E	1.1191		080M46		1672	1045	XC42	C45	C45K	S45C	
	P1.2.Z.AN	01.2	C53G	1.1213		060A52		1674	1050	XC48TS	C53		S50C	
	P1.2.Z.AN	01.3	C55	1.0535		070M55		1655	1055		C55			
	P1.2.Z.AN	01.3	C55E	1.1203		070M55			1055	XC55	C50	C55K	S55C	
	P1.2.Z.AN	02.1	S275J2G3	1.0144		4360 43C		1412	A573-81	E 28-3			SM 400A;B;C	
	P1.2.Z.AN	02.1	S355J2G3+C2	1.0570		4360 50B		2132		E36-3	Fe52BFN/Fe52CFN		SM490A;B;C;YA;YB	
	P1.2.Z.AN	02.1	S355J2G3	1.0841		150 M 19		2172	5120	20 MC 5	Fe52	F-431		
	P1.3.Z.AN	01.3	C60E	1.0601		080A62	43D		1060	CC55	C60			
	P1.3.Z.AN	01.3	C60E	1.1221		080A62	43D	1678	1060	XC60	C60		S58C	
	P1.3.Z.AN	01.4	C101E	1.1274		060 A 96		1870	1095	XC 100		F-5117		
	P1.3.Z.AN	01.4	C101u	1.1545		BW 1A		1880	W 1	Y105	C36KU	F5118	SK 3	
	P1.3.Z.AN	01.4	C105W1			BW2		2900	W120	Y120	C120KU	F515	SUP4	
	P1.3.Z.AN	02.1	S340 MGC	1.0961					9262	60SC7	60SiCr8	60SiCr8		
	P1.4.Z.AN	01.1	11SMn30	1.0715		230M07		1912	1213	S250	CF9SMn28	11SMn28	SUM22	
	P1.4.Z.AN	01.1	11SMnPb30	1.0718				1914	12L13	S250Pb	CF9SMnPb28	11SMnPb28	SUM22L	
	P1.4.Z.AN	01.1	10SPb20	1.0722						10PbF2	CF10SPb20	10SPb20		
	P1.4.Z.AN	01.1	11SMn37	1.0736		240M07	1B		1215	S 300	CF9SMn36	12SMn35		
	P1.4.Z.AN	01.1	11SMnPb37	1.0737				1926	12L14	S300Pb	CF9SMnPb36	12SMnPb35		
	P1.4.Z.AN	01.2	35S20	1.0726		212M36	8M	1957	1140	35MF4		F210G		
	P1.5.C.UT	01.1	GC16E	1.1142		030A04	1A	1325	1115					
	Сталь	Низколегированная сталь												
		P2.1.Z.AN	02.1	16Mo3	1.5415		1501-240	2912	A204GrA	15D3	16Mo3KW	16Mo3		
		P2.1.Z.AN	02.1	14Ni6	1.5622				A350LF5	16N6	14Ni6	15Ni6		
		P2.1.Z.AN	02.1	21NiCrMo2	1.6523		805M20	362	8620	20NCD2	20NiCrMo2	20NiCrMo2	SNCM220(H)	
		P2.1.Z.AN	02.1	17CrNiMo6	1.6587		820A16			18NCD6			14NiCrMo13	
		P2.1.Z.AN	02.1	15Cr3	1.7015		523M15			5015	12C3			SCr415(H)
		P2.1.Z.AN	02.1	55Cr3	1.7176		527A60	48		5155	55C3			SUP9(A)
		P2.1.Z.AN	02.1	15CrMo5	1.7262				2216		12CD4		12CrMo4	SCM415(H)
		P2.1.Z.AN	02.1	13CrMo4-5	1.7335		1501-620Gr27			A182 F11;F12	15CD3.5	14CrMo4 5	14CrMo45	
		P2.1.Z.AN	02.1	10CrMo9 10	1.7380		1501-622 Gr31;45		2218	A182 F22	12CD9, 10	12CrMo9, 10	TU.H	
		P2.1.Z.AN	02.1	14MoV6 3	1.7715		1503-660-440						13MoCrV6	
		P2.1.Z.AN	02.1	50CoMo4	1.7228		823M30	33				653M31		
		P2.1.Z.AN	02.2	14NiCr10	1.5732					3415	14NC11	16NiCr11	15NiCr11	SNC415(H)
		P2.1.Z.AN	02.2	14NiCr14	1.5752		655M13; A12	36A		3415;3310	12NC15			SNC815(H)
		P2.1.Z.AN	02.1/02.2	16MnCr5	1.7131		(527M20)		2511	5115	16MC5	16MnCr5	16MnCr5	
		P2.1.Z.AN	02.1/02.2	34CrMo4	1.7220		708A37	19B	2234	4137;4135	35CD4	35CrMo4	34CrMo4	SCM432;SCCRM3
P2.1.Z.AN		02.1/02.2	41CrMo4	1.7223		708M40	19A	2244	4140;4142	42CD4TS	41CrMo4	42CrMo4	SCM 440	
P2.1.Z.AN		02.1/02.2	42CrMo4	1.7225		708M40	19A	2244	4140	42CD4	42CrMo4	42CrMo4	SCM440(H)	
P2.1.Z.AN		03.11	14NiCrMo134	1.6657		832M13	36C			42CD4	15NiCrMo13	14NiCrMo131		
P2.2.Z.AN		02.1	31CrMo12	1.8515		722 M 24		2240		30 CD 12	30CrMo12	F-1712		
P2.2.Z.AN		02.1	39CrMoV13 9	1.8523		897M39	40C				36CrMoV12			
P2.2.Z.AN		02.1	41CrS4	1.7039		524A14		2092		L1	105WCR 5			
P2.2.Z.AN		02.1	50NiCr13	1.2721				2550		L6	55NCV6		F-528	
P2.2.Z.AN		03.11	45WCrV7	1.2542		BS1		2710		S1			45WCrSi8	
P2.2.Z.AN/P2.5.Z.HT		02.1/02.2	36CrNiMo4	1.6511		816M40	110		9840	40NCD3	38NiCrMo4(KB)	35NiCrMo4		
P2.2.Z.AN/P2.5.Z.HT		02.1/02.2	34CrNiMo6	1.6582		817M40	24	2541	4340	35NCD6	35NiCrMo6(KB)			
P2.2.Z.AN/P2.5.Z.HT		02.1/02.2	34Cr4	1.7033		530A32	18B		5132	32C4	34Cr4(KB)	35Cr4	SCr430(H)	
P2.2.Z.AN/P2.5.Z.HT		02.1/02.2	41Cr4	1.7035		530A40	18		5140	42C4	41Cr4	42Cr4	SCr440(H)	
P2.2.Z.AN/P2.5.Z.HT		02.1/02.2	32CrMo12	1.7361		722M24	40B	2240		30CD12	32CrMo12	F.124.A		
P2.2.Z.AN/P2.5.Z.HT		02.1/02.2	51CrV4	1.8159		735A50	47	2230	6150	50CV4	50CrV4	51CrV4	SUP10	
P2.2.Z.AN/P2.5.Z.HT		02.1/02.2	41CrAlMo7	1.8509		905M39	41B	2940		40CAD6, 12	41CrAlMo7	41CrAlMo7		
P2.3.Z.AN		02.1	100Cr6	1.3505		534A99	31	2258	52100	100C6	100Cr6	F.131	SUJ2	
P2.3.Z.AN/H1.2.Z.HA		02.1/02.2	105WC6	1.2419				2140		105WC13	10WCr6	105WCr5	SKS31	
P2.3.Z.AN/H1.2.Z.HA													SKS2, SKS3	
P2.3.Z.AN/H1.2.Z.HA		02.1/02.2		1.2714					L6	55NCDV7		F.520.S	SKT4	
P2.3.Z.AN/H1.3.Z.HA		02.1/02.2	100Cr6	1.2067		BL3			L3	Y100C6		100Cr6		



A
 Точение
 B
 Отрезка и обработка канавок
 C
 Нарезание резьбы
 D
 Фрезерование
 E
 Сверление
 F
 Растачивание
 G
 Инструментальная оснастка
 H
 Материалы
 I
 Информация/Указатель

ISO	MC	СМС	Страна										
			Европа	Германия	Великобритания	Швеция	США	Франция	Италия	Испания	Япония		
			Стандарт										
			DIN EN	W.-nr	BS	EN	SS	AISI/SAE/ASTM	AFNOR	UNI	UNE	JIS	
P	P2.4.Z.AN	02.1	16MnCr5	1.7139	-	-	2127	-	-	-	-	-	
	P2.5.Z.HT	02.1	16Mo5	1.5423	1503-245-420	-	-	4520	-	16Mo5	16Mo5	-	
	P2.5.Z.HT	02.1	40NiCrMo8-4	1.6562	311-Type 7	-	-	8740	-	40NiCrMo2(KB)	40NiCrMo2	SNCM240	
	P2.5.Z.HT	02.1	42Cr4	1.7045	-	-	2245	5140	-	-	42Cr4	SCr440	
	P2.5.Z.HT	02.1	31NiCrMo14	1.5755	830 M 31	-	2534	-	-	-	F-1270	-	
	P2.5.Z.HT	02.2	36NiCr6	1.5710	640A35	111A	-	3135	35N06	-	-	SNC236	
	P2.6.C.UT	02.1	22Mo4	1.5419	605A32	-	2108	8620	-	-	F520.S	-	
	P2.6.C.UT	02.1/02.2	25CrMo4	1.7218	1717CDS110	-	2225	4130	25CD4	25CrMo4(KB)	AM26CrMo4	SCM420;SCM430	
	P2.6.C.UT	06.2	-	-	-	-	2223	-	-	-	-	-	
	Высоколегированная сталь												
	P3.0.Z.AN	03.11	X210Cr12	1.2080	BD3	-	-	D3	Z200C12	X210Cr13KU X250Cr12KU	X210Cr12	SKD1	
	P3.0.Z.AN	03.11	X43Cr13	1.2083	-	-	2314	-	-	-	-	-	
	P3.0.Z.AN	03.11	X40CrMoV5 1	1.2344	BH13	-	2242	H13	Z40CDV5	X35CrMoV05KU X40CrMoV511KU	X40CrMoV5	SKD61	
	P3.0.Z.AN	03.11	X100CrMoV5 1	1.2363	BA2	-	2260	A2	Z100CDV5	X100CrMoV51KU	X100CrMoV5	SKD12	
	P3.0.Z.AN	03.11	X210CrW12	1.2436	-	-	2312	-	-	X215CrW12 1KU	X210CrW12	SKD2	
	P3.0.Z.AN	03.11	X30WCrV9 3	1.2581	BH21	-	-	H21	Z30WCV9	X28W09KU X30WCrV9 3KU	X30WCrV9	SKD5	
	P3.0.Z.AN	03.11	X165CrMoV 12	1.2601	-	-	2310	-	-	X165CrMoV12KU	X160CrMoV12	-	
	P3.0.Z.AN	03.21	X155CrMoV12-1	1.2379	-	-	2736	HNV3	-	-	-	-	
	P3.0.Z.HT	03.11	X8Ni9	1.5662	1501-509;510	-	-	ASTM A353	-	X10Ni9	XBNi09	-	
P3.0.Z.HT	03.11	12Ni19	1.5680	-	-	-	-	Z18N5	-	-	-		
P3.1.Z.AN	03.11	S6-5-2	1.3343	4959BA2	-	2715	D3	Z40CSD10	15NiCrMo13	-	SUH3		
P3.1.Z.AN	03.13	-	-	BM 2	-	2722	M 2	Z85WDCV	HS 6-5-2-2	F-5603.	SKH 51		
P3.1.Z.AN	03.13	HS 6-5-2-5	1.3243	BM 35	-	2723	M 35	6-5-2-5	HS 6-5-2-5	F-5613	SKH 55		
P3.1.Z.AN	03.13	HS 2-9-2	1.3348	-	-	2782	M 7	-	HS 2-9-2	F-5607	-		
P3.2.C.AQ	06.33	G-X120Mn12	1.3401	Z120M12	-	2183	L3	Z120M12	XG120Mn12	X120Mn12	SCMnH/1		
Нержавеющая сталь, ферритная/мартенситная													
P5.0.Z.AN	05.11/15.11	X10CrAl13	1.4724	403S17	-	-	405	Z10C13	X10CrAl12	F311	SUS405		
P5.0.Z.AN	05.11/15.11	X10CrAl18	1.4742	430S15	60	-	430	Z10CAS18	X8Cr17	F3113	SUS430		
P5.0.Z.AN	05.11/15.11	X10CrAl2-4	1.4762	-	-	2322	446	Z10CAS24	X16Cr26	-	SUH446		
P5.0.Z.AN	05.11/15.11	X1CrMoTi18-2	1.4521	-	-	2326	S44400	-	-	-	-		
P5.0.Z.AN/P5.0.Z.HT	05.11/15.11	X6Cr13	1.4000	403S17	-	2301	403	Z6C13	X6Cr13	F3110	SUS403		
P5.0.Z.AN/P5.0.Z.HT		X7Cr14	1.4001	-	-	-	-	-	-	F8401	-		
P5.0.Z.AN/P5.0.Z.HT	05.11/15.11	X10Cr13	1.4006	410S21	56A	2302	410	Z10C14	X12Cr13	F3401	SUS410		
P5.0.Z.AN/P5.0.Z.HT	05.11/15.11	X6Cr17	1.4016	430S15	960	2320	430	Z8C17	X8Cr17	F3113	SUS430		
P5.0.Z.AN/P5.0.Z.HT	05.11/15.11	X6CrAl13	1.4002	405S17	-	-	405	Z8CA12	X6CrAl13	-	-		
P5.0.Z.AN/P5.0.Z.HT	05.11/15.11	X20Cr13	1.4021	420S37	-	2303	420	Z20C13	X20Cr13	-	-		
P5.0.Z.AN/P5.0.Z.HT	05.11/15.11	X6CrMo17-1	1.4113	434S17	-	2325	434	Z8CD17.01	X8CrMo17	-	SUS434		
P5.0.Z.HT	03.11	X45CrS9-3-1	1.4718	401S45	52	-	HW3	Z45CS9	X45CrSi8	F322	SUH1		
P5.0.Z.HT	05.11/15.11	X85CrMoV18-2	1.4748	443S65	59	-	HNV6	Z80CSN20.02	X80CrSiNi20	F320B	SUH4		
P5.0.Z.HT	05.11/15.11	X20CrMoV12-1	1.4922	-	-	2317	-	-	X20CrMoNi 12 01	-	-		
P5.0.Z.PH	05.11/15.11	X12CrS13	1.4005	416 S 21	-	2380	416	Z11CF13	X12 CrS 13	F3411	SUS 416		
P5.0.Z.PH	05.11/15.11	X46Cr13	1.4034	420S45	56D	2304	-	Z40CM	X40Cr14	F3405	SUS420J2		
P5.0.Z.PH	05.11/15.11	X19CrNi17-2	1.4057	431S29	57	2321	431	Z15CNi6.02	X16CrNi16	F3427	SUS431		
P5.0.Z.PH	05.12/15.12	X5CrNiCuNb16-4	1.4542 1.4548	-	-	-	630	Z7CNU17-04	-	-	-		
P5.0.Z.PH	15.21	X4 CrNiMo16-5	1.4418	-	-	2387	-	Z6CND16-04-01	-	-	-		
P5.1.Z.AN/P5.0.Z.HT	05.11/15.11	X14CrMoS17	1.4104	-	-	2383	430F	Z10CF17	X10CrS17	F3117	SUS430F		
P2.1.Z.AN	02.1			1.0045	Торговые марки OVAKO 520M (Ovako Steel) FORMAX (Uddeholm Tooling) IMACRO NIT (Imatra Steel) INEXA 482 (XM) (Inexa Profil) S355J2G3(XM) C45(XM) 16MnCrS5(XM) INEXA280(XM) 070M20(XM) HARDOX 500 (SSAB – Swedish Steel Corp.) WELDOX 700 (SSAB – Swedish Steel Corp.)								
P2.2.Z.AN	02.1												
P2.2.Z.AN	02.1												
P2.5.Z.HT	02.2												
P1.2.Z.AN													
P1.2.Z.AN													
P2.5.Z.HT													
P2.5.Z.HT	02.2												
P2.5.Z.HT	02.2												

ISO	МС	СМС	Страна											
			Европа	Германия	Великобритания	Швеция	США	Франция	Италия	Испания	Япония			
			Стандарт											
			DIN EN	W.-nr	BS	EN	SS	AISI/SAE/ASTM	AFNOR	UNI	UNE	JIS		
M	Аустенитная нержавеющая сталь													
	M1.0.Z.AQ	05.11/15.11	X3CrNiMo13-4	1.4313		425C11	-	2385	CA6-NM	Z4CND13.4M Z38C13M	(G)X6CrNi304	-	SCS5	
	M1.0.Z.AQ	05.11/15.11	X53CrMnNiN21-9	1.4871		349S54	-	-	EV8	Z52CMN21.09	X53CrMnNiN21 9	-	SUH35, SUH36	
	M1.0.Z.AQ	05.21/15.21	X2CrNiN18-10	1.4311		304S62	-	2371	304LN	Z2CN18.10	-	-	SUS304LN	
	M1.0.Z.AQ	05.21/15.21	X2CrNiMoN17-13-3	1.4429		-	-	2375	316LN	Z2CND17.13	-	-	SUS316LN	
	M1.0.Z.AQ	05.21/15.21	X2CrNiMo17-12-2	1.4404		316S13	-	2348	316L	Z2CND17-12	X2CrNiMo1712	-	-	
	M1.0.Z.AQ	05.21/15.21	X2CrNiMo18-14-3	1.4435		316S13	-	2353	316L	Z2CND17-12	X2CrNiMo17 12	-	-	SCS16, SUS316L
	M1.0.Z.AQ	05.21/15.21	X3CrNiMo17-3-3	1.4436		316S33	-	2343, 2347	316	Z6CND18-12-03	X8CrNiMo1713	-	-	
	M1.0.Z.AQ	05.21/15.21	X2CrNiMo18-15-4	1.4438		317S12	-	2367	317L	Z2CND19.15	X2CrNiMo18 16	-	-	SUS317L
	M1.0.Z.AQ	05.21/15.21	X6CrNiNb18-10	1.4550		347S17	58F	2338	347	Z6CND18.10	X6CrNiNb18 11	F.3552 F.3524	-	SUS347
	M1.0.Z.AQ	05.21/15.21	X6CrNiMoTi17-12-2	1.4571		320S17	58J	2350	316Ti	Z6NDT17.12	X6CrNiMoTi17 12	F.3535	-	-
	M1.0.Z.AQ	05.21/15.21	X10CrNiMoNb 18-12	1.4583		-	-	-	318	Z6CNDNb17 13B	X6CrNiMoNb17 13	-	-	-
	M1.0.Z.AQ	05.21/15.21	X15CrNiSi20-12	1.4828		309S24	-	-	309	Z15CNS20.12	-	-	-	SUH309
	M1.0.Z.AQ	05.21/15.21	X2CrNiMoN17-11-2	1.4406		301S21	58C	2370	308	Z1NCNDU25.20	-	F.8414	-	SCS17
	M1.0.Z.AQ	05.23/15.23	X1CNiMoCuN20-18-7	1.4547		-	-	2378	S31254	Z1CNDU20-18-06AZ	-	-	-	-
	M1.0.Z.PH	05.21/15.21	X9CrNi18-8	1.4310		-	-	2331	301	Z12CN17.07	X12CrNi17 07	F.3517	-	SUS301
	M1.0.Z.PH	05.22/15.22	X7CrNiAl17-7	1.4568 1.4504		316S111	-	-	17-7PH	Z8CN17-07	X2CrNiMo1712	-	-	-
	M1.1.Z.AQ	05.21/15.21	X2CrNi19-11	1.4306		304S12	-	2352	304L	Z2CN18-10	X2CrNi18 11	-	-	-
	M1.1.Z.AQ	05.21/15.21				304S31	58E	2332, 2333	304	Z6CN18.09	X5CrNi18 10	F.3504 F.3541	-	SUS304
	M1.1.Z.AQ	05.21/15.21	X5CrNi18-10	1.4301		304S15	58E	2332	304	Z6CN18.09	X5CrNi18 10	F.3551	-	SUS304
	M1.1.Z.AQ	05.21/15.21	X5CrNiMo17-2-2	1.4401		316S16	58J	2347	316	Z6CND17.11	X5CrNiMo17 12	F.3543	-	SUS316
	M1.1.Z.AQ	05.21/15.21	X6CrNiTi18-10	1.4541		321S12	58B	2337	321	Z6CNT18.10	X6CrNiTi18 11	F.3553 F.3523	-	SUS321
	M1.2.Z.AQ	05.21/15.21	X8CrNiSi18-9	1.4305		303S21	58M	2346	303	Z10CNF 18.09	X10CrNiSi 18.09	F.3508	-	SUS303
		Супераустенитная нержавеющая сталь (Ni > 20%)												
	M2.0.C.AQ	20.11	GX40NiCrSi36-18	1.4865		330C11	-	-	-	-	XG50NiCr39 19	-	-	SCH15
	M2.0.Z.AQ	05.21/15.21	X1NiCrMoCu25-20-5	1.4539		-	-	2562	UNS V 0890A	Z2 NCDU25-20	-	-	-	-
	M2.0.Z.AQ	05.21/15.21	X8CrNi25-21	1.4845		310S24	-	2361	310S	Z12CN25 20	X6CrNi25 20	F.331	-	SUH310
	M2.0.Z.AQ	20.11	X12NiCrSi36 16	1.4864		-	-	-	330	Z12NCS35.16	F-3313	-	-	SUH330
	M2.0.Z.AQ	05.23/15.23	X1NiCrMoCu31-27-4	1.4563		-	-	2584	NO8028	Z1NCDU31-27-03	-	-	-	-
		Дуплексная (аустенитно-ферритная) нержавеющая сталь												
	M3.1.Z.AQ/M3.1.C.AQ	05.51/15.51	X2CrNiN23-4	1.4362		-	-	2376	S31500	-	-	-	-	-
	M3.1.Z.AQ/M3.1.C.AQ	05.51/15.51	X8CrNiMo27-5	-		-	-	2324	S32900	-	-	-	-	-
	M3.2.Z.AQ/M3.2.C.AQ	05.52/15.52	X2CrNiN23-4	-		-	-	2327	S32304	Z2CN23-04AZ	-	-	-	-
	M3.2.Z.AQ/M3.2.C.AQ	05.52/15.52	-	-		-	-	2328	-	-	-	-	-	-
	M3.2.Z.AQ/M3.2.C.AQ	05.52/15.52	X2CrNiMoN22-53	-		-	-	2377	S31803	Z2CND22-05-03	-	-	-	-
M1.1.Z.AQ	05.21/15.21							Торговые марки SANMAC 304 (Sandvik Steel) SANMAC 304L (Sandvik Steel) SANMAC 316 (Sandvik Steel) SANMAC 316L (Sandvik Steel) 254 SMO 654 SMO SANMAC SAF 2205 (Sandvik Steel) SANMAC SAF 2507 (Sandvik Steel)						

Точение
Обрезка и обработка канавок
Нарезание резьбы
Фрезерование
Сверление
Расширение
Инструментальная оснастка
Материалы
Информация/Указатель

ISO	МС	СМС	Страна									
			Европа	Германия	Великобритания	Швеция	США	Франция	Италия	Испания	Япония	
			Стандарт									
DIN EN	W.-nr	BS	EN	SS	AISI/SAE/ASTM	AFNOR	UNI	UNE	JIS			
К	Ковкий чугун											
	K1.1.C.NS	07.1	-		8 290/6	0814						FCMB310
	K1.1.C.NS	07.1	EN-GJMB350-10	0.8135	B 340/12	0815	32510	MN 32-8				FCMW330
	K1.1.C.NS	07.2	EN-GJMB450-6	0.8145	P 440/7	0852	40010	Mn 450	GMN 45			FCMW370
	K1.1.C.NS	07.2	EN-GJMB550-4	0.8155	P 510/4	0854	50005	MP 50-5	GMN 55			FCMP490
						P 570/3	0858	70003	MP 60-3			FCMP540
	K1.1.C.NS	07.2	EN-GJMB650-2	0.8165	P570/3	0856	A220-70003	Mn 650-3	GMN 65	-		FCMP590
	K1.1.C.NS	07.3	EN-GJMB700-2	0.8170	P690/2	0862	A220-80002	Mn700-2	GMN 70			FCMP690
	Серый чугун											
	K2.1.C.UT	08.1				0100						
	K2.1.C.UT	08.1	EN-GJL-100	0.6010		0110	No 20 B	Ft 10 D				FC100
	K2.1.C.UT	08.1	EN-GJL-150	0.6015	Grade 150	0115	No 25 B	Ft 15 D	G 15	FG 15		FC150
	K2.1.C.UT	08.1	EN-GJL-200	0.6020	Grade 220	0120	No 30 B	Ft 20 D	G 20			FC200
	K2.1.C.UT	08.2	EN-GJL-250	0.6025	Grade 260	0125	No 35 B	Ft 25 D	G 25	FG 25		FC250
	K2.1.C.UT	08.2	EN-JLZ	0.6040	Grade 400	0140	No 55 B	Ft 40 D				
	K2.2.C.UT	08.2	EN-GJL-300	0.6030	Grade 300	0130	No 45 B	Ft 30 D	G 30	FG 30		FC300
	K2.2.C.UT	08.2	EN-GJL-350	0.6035	Grade 350	0135	No 50 B	Ft 35 D	G 35	FG 35		FC350
	K2.3.C.UT	08.3	GGL-NiCr20-2	0.6660	L-NiCuCr202	0523	A436 Type 2	L-NC 202	-	-		
	Чугун с шаровидным графитом											
	K3.1.C.UT	09.1	EN-GJS-400-15	0.7040	SNG 420/12	0717-02	60-40-18	FCS 400-12	GS 370-17	FGE 38-17		FCD400
	K3.1.C.UT	09.1	EN-GJS-400-18-LT	0.7043	SNG 370/17	0717-12	-	FGS 370-17				
	K3.1.C.UT	09.1	EN-GJS-350-22-LT	0.7033	-	0717-15	-	-				
	K3.1.C.UT	09.1	EN-GJS-800-7	0.7050	SNG 500/7	0727	80-55-06	FGS 500-7	GS 500	FGE 50-7		FCD500
	K3.2.C.UT	09.2	EN-GJS-600-3	0.7060	SNG 600/3	0732-03	-	FGS 600-3				FCD600
	K3.3.C.UT	09.2	EN-GJS-700-2	0.7070	SNG 700/2	0737-01	100-70-03	FGS 700-2	GS 700-2	FGS 70-2		FCD700
	K3.5.C.UT	-	EN-GJSA-XNiCr20-2	0.7660	Grade S6	0776	A43D2	S-NC 202	-	-		
	Чугун с вермикулярным графитом											
K4.1.C.UT	-	EN-GJV-300										
K4.1.C.UT	-	EN-GJV-350										
K4.2.C.UT	-	EN-GJV-400										
K4.2.C.UT	-	EN-GJV-450										
K4.2.C.UT	-	EN-GJV-500										
Отпущенный ковкий чугун												
K5.1.C.NS	-	EN-GJS-800-8				ASTM A897 No. 1						
K5.1.C.NS	-	EN-GJS-1000-5				ASTM A897 No. 2						
K5.2.C.NS	-	EN-GJS-1200-2				ASTM A897 No. 3						
K5.2.C.NS	-	EN-GJS-1400-1				ASTM A897 No. 4						
K5.3.C.NS	-					ASTM A897 No. 5						

ISO	МС	СМС	Страна										
			Европа	Германия	Великобритания	Швеция	США	Франция	Италия	Испания	Япония		
			Стандарт										
			DIN EN	W.-nr	BS	EN	SS	AISI/SAE/ASTM	AFNOR	UNI	UNE	JIS	
N	Сплавы на основе алюминия												
	Цветные металлы	N1.3.C.AG	30.21	G-AISI9MGWA	3.2373			4251	SC64D	A-S7G			C4BS
		N1.3.C.UT	30.21	G-ALMG5		LM5		4252	GD-AISI12	A-SU12			AC4A
		N1.3.C.UT/N1.3.C.AG	30.21/30.22			LM25		4244	356.1				A5052
		N1.3.C.UT		GD-AISI12				4247	A413.0				A6061
		N1.3.C.AG		GD-AISI8Cu3		LM24		4250	A380.1				A7075
		N1.3.C.UT		G-AISI12(Cu)		LM20		4260	A413.1				ADC12
		N1.3.C.UT		G-AISI12		LM6		4261	A413.2				
		N1.3.C.UT		G-AISI10Mg(Cu)		LM9		4253	A360.2				
		S	Сплавы на основе никеля										
Жаропрочные сплавы		S2.0.C.NS	20.22	S-NiCr13A16MoNb	LW2 4670	mar-46	-	-	5391	NC12AD	-	-	
	S2.0.C.NS	20.24	NiCo15Cr10MoAlTi	LW2 4674	-	-	-	AMS 5397	-	-	-		
	S2.0.Z.AG	20.22	NiFe35Cr14MoTi	LW2.4662	-	-	-	5660	ZSNCDT42	-	-		
	S2.0.Z.AG	20.22	NiCr19Fe19NbMo	LW2.4668	HR8	-	-	5383	NC19eNB	-	-		
	S2.0.Z.AG	20.22	NiCr20TiAlk	2.4631	Hr401.601	-	-	-	NC20TA	-	-		
	S2.0.Z.AG	20.22	NiCr19Co11MoTi	2.4973	-	-	-	AMS 5399	NC19KDT	-	-		
	S2.0.Z.AG	20.22	NiCr19Fe19NbMo	LW2.4668	-	-	-	AMS 5544	NC20K14	-	-		
	S2.0.Z.AN	20.21	-	2.4603	-	-	-	5390A	NC22FeD	-	-		
	S2.0.Z.AN	20.21	NiCr22Mo9Nb	2.4856	-	-	-	5666	NC22FeDNB	-	-		
	S2.0.Z.AN	20.21	NiCr20Ti	2.4630	HR5.203-4	-	-	-	NC20T	-	-		
	S2.0.Z.AN	20.22	NiCu30AL3Ti	2.4375	3072-76	-	-	4676	-	-	-		
	Сплавы на основе кобальта												
	S3.0.Z.AG	20.32	CoCr20W15Ni CoCr22W14Ni	LW2.4964	-	-	-	5537C, AMS 5772	KC20WN KC22WN	-	-	-	
	Титановые сплавы												
	S4.2.Z.AN	23.22	TiAl5Sn2.5	3.7115.1	TA14/17	-	-	UNS R54520	T-A5E UNS R56400	-	-	-	
S4.2.Z.AN	23.22	TiAl6V4	3.7165.1	TA10-13/TA28	-	-	-	UNS R56401	T-A6V	-	-		
S4.3.Z.AN	23.22	TiAl5V5Mo5Cr3			-	-							
S4.2.Z.AN	23.22	TiAl4Mo4Sn4Si0.5	3.7185		-	-							
Жаропрочные сплавы	S2.0.Z.UT/S2.0.Z.AN	20.11	Торговые марки										
			На основе железа										
			Incoloy 800										
			На основе никеля										
	S2.0.Z.AN	20.2	Haynes 600										
	S2.0.Z.AN	20.2	Nimocast PD16										
	S2.0.Z.AG	20.2	Nimonic PE 13										
	S2.0.Z.AG	20.2	Rene 95										
	S2.0.Z.AN	20.21	Hastelloy C										
	S2.0.Z.AN	20.21	Incoloy 825										
	S2.0.Z.AN	20.21	Inconel 600										
	S2.0.Z.AN	20.21	Monet 400										
	S2.0.Z.AG	20.22	Inconel 700										
	S2.0.Z.AG	20.22	Inconel 718										
	S2.0.Z.AG	20.22	Mar – M 432										
S2.0.Z.AG	20.22	Nimonic 901											
S2.0.Z.AG	20.22	Waspalloy											
S2.0.C.NS	20.24	Jessop G 64											
S3.0.Z.AG	20.3	На основе кобальта											
S3.0.Z.AG	20.3	Air Resist 213											
		Jetalloy 209											
H	Материалы высокой твердости												
	Материалы высокой твердости	H1.2.Z.HA	04.1	X100CrMo13	1.4108	-	-	2258 08	440A	-	-	-	C4BS
		H1.3.Z.HA	04.1	X110CrMoV15	1.4111	-	-	2534 05	610	-	-	-	AC4A
		H1.2.Z.HA	04.1	X65CrMo14	-	-	-	2541 06	0-2	-	-	-	AC4A

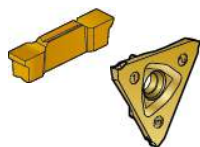


ИНФОРМАЦИЯ/УКАЗАТЕЛЬ

Программа Tailor Made	2
Формулы и определения	4
Диаграммы резьб	11
Измерение поверхностей	14
Допуски отверстий	16
Часто задаваемые вопросы	18

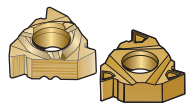


Возможно изготовление инструментов с нестандартными размерами для следующих областей применения:



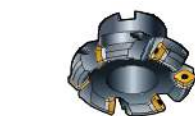
Отрезка и обработка канавок

- Пластины CoroCut
- Пластины T-Max для фрез Q-Cut
- Державки T-Max Q-Cut и CoroCut
- Державки T-Max Q-Cut MBS



Нарезание резьбы

- Пластины CoroThread 266
- Пластины U-Lock



Торцевое фрезерование

- Фрезы с круглыми пластинами CoroMill 200
- Плунжерные фрезы CoroMill 210
- Торцевые фрезы CoroMill 245
- Фрезы для обработки прямоугольных уступов CoroMill 290
- Фрезы с круглыми пластинами CoroMill 300
- Фрезы для обработки прямоугольных уступов CoroMill 390
- Фрезы для обработки прямоугольных уступов CoroMill 490
- Пластины CoroMill Century



Трехстороннее фрезерование

- Трехсторонние фрезы CoroMill 331
- Трехсторонние фрезы CoroMill 331
- Фрезы CoroMill® 331 с фиксированным положением пластин
- Пластины T-Max Q-Cut
- Фрезы T-Max Q-Cut



Фрезерование чугуна - автомобильная промышленность

- Регулируемые фрезы Auto-AF для торцевого фрезерования
- Пластины T-Line
- Фрезы T-Line
- Фрезы Sandvik Auto для расточки блока цилиндров



Обработка концевыми фрезами

- Концевые фрезы CoroMill 390
- Длиннокромочные фрезы CoroMill 390
- Концевые фрезы CoroMill 490
- Концевые фрезы CoroMill 790



Неглубокое сверление - свёрла Delta

Области применения

- Свёрла CoroDrill Delta-C 840
- Свёрла CoroDrill Delta-C 850 Al
- Свёрла CoroDrill Delta-C 415.5
- Свёрла Coromant Delta



Неглубокое сверление - свёрла U

Области применения

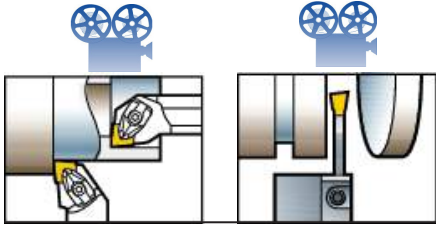
- Свёрла CoroDrill 880
- Свёрла CoroDrill 880 для обработки ступенчатых отверстий и фасок
- Свёрла Coromant U
- Свёрла Coromant U для обработки ступенчатых отверстий и фасок
- Свёрла T-MAX U



Глубокое сверление

- Головки для сверления T-Max®

Формулы и определения



Точение

Скорость резания (v_c)
(м/мин)

$$v_c = \frac{D_m \times \pi \times n}{1000}$$

Скорость снятия металла (Q)
(см³/мин)

$$Q = v_c \times a_p \times f_n$$

Время резания (T_c)
(мин)

$$T_c = \frac{l_m}{f_n \times n}$$

Средняя толщина стружки (h_m)

Круглые пластины
(мм)

$$h_m = \frac{360 \times f_n \times a_p}{iC \times \pi \times \arccos \left(1 - \frac{2 \times a_p}{iC} \right)}$$

Примечание: arccos в градусах.

Пластины форм: C, D, S, T, V, W
(мм)

$$h_m = f_n \times \sin K_r$$

Макс. толщина стружки (h_{ex})

Круглые пластины
(мм)

$$h_{ex} = f_n \times \sqrt{\frac{4 a_p}{iC} - \left(\frac{2 a_p}{iC} \right)^2}$$

Пластины форм: C, D, S, T, V, W
(мм)

$$h_{ex} = f_n \times \sin K_r$$

Высота профиля (R_{max})
(мкм)

$$R_{max} = \frac{f_n^2 \times 125}{r_\epsilon}$$

Частота вращения шпинделя
(n)
(об/мин)

$$n = \frac{v_c \times 1000}{\pi \times D_m}$$

Потребляемая мощность (P_c)
(кВт)

$$P_c = \frac{v_c \times a_p \times f_n \times k_c}{60 \times 10^3}$$

Удельная сила резания (k_c)
(Н/мм²)

$$k_c = k_{c1} \times h_m^{-m_c} \times \left(1 - \frac{\gamma_0}{100} \right)$$

Параметр	Значение	Единицы измерения
D_m	Обрабатываемый диаметр	мм
a_p	Глубина резания (D.O.C.)	мм
f_n *	Оборотная подача	мм/об
v_c	Скорость резания	м/мин
n	Частота вращения шпинделя	об/мин
P_c	Потребляемая мощность	кВт
Q	Скорость снятия металла	см ³ /мин
T_c	Время резания	мин
l_m	Длина обработки	мм
h_m	Средняя толщина стружки	мм
h_{ex}	Максимальная толщина стружки	мм
k_c	Удельная сила резания	Н/мм ²
k_{c1}	Удельная сила резания, действительная для $h_m = 1$ мм	Н/мм ²
m_c	Поправочный коэффициент для фактической h_m	
K_r	Главный угол в плане	градусы
γ_0	Передний угол	градусы
r_ϵ	Радиус при вершине	мм
R_{max}	Высота профиля	мкм
SCL	Спиральная длина резания	м

*) При отрезке и обработке канавок также используются $f_{n\alpha}$ (радиальная подача) и f_{nz} (осевая подача).

Спиральная длина резания (SCL)



Внешнее или внутреннее (прямое) точение
(мм)

$$SCL = \frac{D_m \times \pi}{1000} \times \frac{l_m}{f_n}$$

Подрезка торца
(мм)

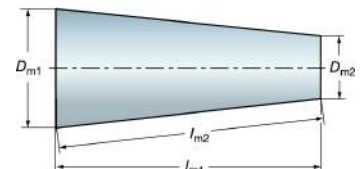
$$SCL = \left(\frac{D_{m1} + D_{m2}}{2} \times \frac{\pi}{1000} \right) \times \frac{l_{m1}}{f_n}$$

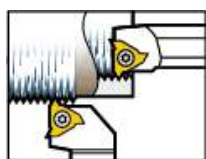


Точение конуса
(мм)

$$SCL = \left(\frac{D_{m1} + D_{m2}}{2} \times \frac{\pi}{1000} \right) \times \frac{l_{m2}}{f_n}$$

$$l_{m2} = \sqrt{l_{m1}^2 + \left(\frac{D_{m1} - D_{m2}}{2} \right)^2}$$





Нарезание резьбы

Формулы для расчёта глубины врезания за проход

$$\Delta_{\text{арх}} = \frac{a_p}{\sqrt{nar-1}} \times \sqrt{j}$$

Пример:

Параметр	Значение	Единицы измерения
$\Delta_{\text{арх}}$	Глубина врезания за проход	мм
x	Номер прохода (от 1 до <i>nar</i>)	
a_p	Общая длина резьбы	мм
<i>nar</i>	Количество проходов	
j	1-й проход = 0.3 2-й проход = 1 3-й проход = x - 1	

Условия

Наружная резьба

Шаг: 1,5 мм
 a_p : 0,94 мм
nar: 6 проходов

Расчеты

$$\Delta_{\text{арх} 1} = \frac{0.94}{\sqrt{5}} \times \sqrt{0.3} = 0.23$$

$$\Delta_{\text{арх} 2} = \frac{0.94}{\sqrt{5}} \times \sqrt{1} = 0.42$$

$$\Delta_{\text{арх} 3} = \frac{0.94}{\sqrt{5}} \times \sqrt{2} = 0.59$$

$$\Delta_{\text{арх} 4} = \frac{0.94}{\sqrt{5}} \times \sqrt{3} = 0.73$$

$$\Delta_{\text{арх} 5} = \frac{0.94}{\sqrt{5}} \times \sqrt{4} = 0.84$$

$$\Delta_{\text{арх} 6} = \frac{0.94}{\sqrt{5}} \times \sqrt{5} = 0.94$$

Результаты

1-й проход, врезная подача
= 0,23 мм

2-й проход, врезная подача
0,42 - 0,23 = 0,19 мм

3-й проход, врезная подача
0,59 - 0,42 = 0,17 мм

4-й проход, врезная подача
0,73 - 0,59 = 0,14 мм

5-й проход, врезная подача
0,84 - 0,73 = 0,11 мм

6-й проход, врезная подача
0,94 - 0,84 = 0,10 мм



Фрезерование

Скорость резания (v_c)
(м/мин)

$$v_c = \frac{D_{\text{сар}} \times \pi \times n}{1000}$$

Частота вращения шпинделя (n)
(об/мин)

$$n = \frac{v_c \times 1000}{\pi \times D_{\text{сар}}}$$

Подача на зуб (f_z)
(мм)

$$f_z = \frac{v_f}{n \times z_c}$$

Скорость снятия металла (Q)
(см³/мин)

$$Q = \frac{a_p \times a_e \times v_f}{1000}$$

Скорость подачи стола (v_f)
(мм/мин)

$$v_f = f_z \times n \times z_c$$

Крутящий момент (M_c)
Нм

$$M_c = \frac{P_c \times 30 \times 10^3}{\pi \times n}$$

Потребляемая мощность (P_c)
(кВт)

$$P_c = \frac{a_p \times a_e \times v_f \times k_c}{60 \times 10^6}$$

Средняя толщина стружки (h_m).
Прямая режущая кромка.

Дисковое фрезерование
(мм)

$$h_m = \frac{360 \times \sin K_r \times a_e \times f_z}{\pi \times D_{\text{сар}} \times \arccos\left(1 - \frac{2 \times a_e}{D_{\text{сар}}}\right)}$$

Торцевое фрезерование

Если заготовка располагается по центру относительно фрезы.
(мм)

$$h_m = \frac{180 \times \sin K_r \times a_e \times f_z}{\pi \times D_{\text{сар}} \times \arcsin\left(\frac{a_e}{D_{\text{сар}}}\right)}$$

Удельная сила резания (K_c)
(Н/мм²)

$$k_c = k_{c1} \times h_m^{-m_c} \times \left(1 - \frac{\gamma_0}{100}\right)$$

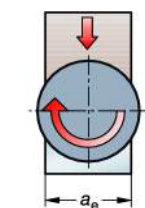
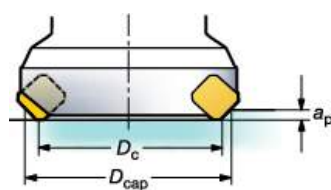
Если значение γ_0 неизвестно, используйте $\gamma_0 = 0^\circ$, что дает:

$$k_c = k_{c1} \times h_m^{-m_c}$$

Параметр	Значение	Единицы измерения
$D_{\text{сар}}$	Диаметр резания при фактической глубине резания, a_p	мм
f_z	Подача на зуб	мм
z_n	Общее количество зубьев фрезы	шт
z_c	Эффективное число зубьев	шт
v_f	Скорость подачи станка	мм/мин
f_n	Подача на оборот	мм
a_p	Глубина резания (D.O.C.)	мм
v_c	Скорость резания	м/мин
γ_0	Передний угол	градусы
a_e	Рабочее зацепление	мм
n	Скорость вращения шпинделя	об/мин
P_c	Потребляемая мощность	кВт
M_c	Крутящий момент	Нм
Q	Скорость снятия металла	см ³ /мин
h_m	Средняя толщина стружки	мм
h_{ex}	Максимальная толщина стружки	мм
K_r	Главный угол в плане	градусы
D_m	Обработанный диаметр (заготовки)	мм
D_w	Необработанный диаметр (заготовки)	мм
v_{fm}	Скорость подачи инструмента при D_m (обработанный диаметр)	мм/мин

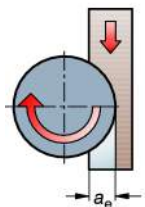
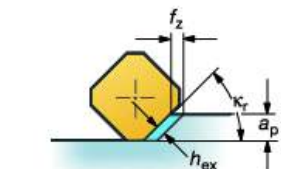
Формулы для различных типов фрез

Фрезы с прямолинейной режущей кромкой



Макс. рабочий диаметр на определенной глубине резания, мм.

$$D_{\text{сap}} = D_c + \frac{2 \times a_p}{\tan \kappa_r}$$



Торцевое фрезерование (симметричное расположение фрезы), прямолинейная кромка и дисковое фрезерование ($a_e > D_{\text{сap}}/2$), мм.

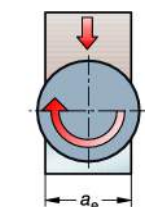
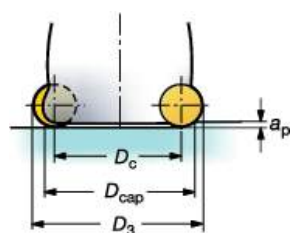
$$f_z = \frac{h_{\text{ex}}}{\sin \kappa_r}$$



Дисковое фрезерование ($a_e > D_{\text{сap}}/2$) прямолинейная кромка, мм.

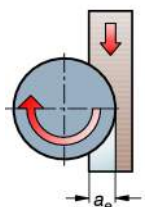
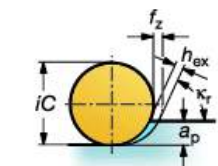
$$f_z = \frac{h_{\text{ex}} \times D_{\text{сap}}}{2 \times \sin \kappa_r \times \sqrt{D_{\text{сap}} \times a_e - a_e^2}}$$

Фрезы с круглыми пластинами



Макс. рабочий диаметр на определенной глубине резания, мм.

$$D_{\text{сap}} = D_c + \sqrt{iC^2 - (iC - 2 \times a_p)^2}$$



Круглая пластина для дисковой фрезы ($a_e > D_{\text{сap}}/2$), мм.

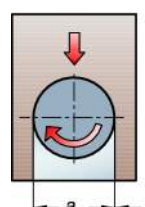
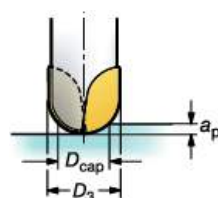
$$f_z = \frac{h_{\text{ex}} \times iC}{2 \times \sqrt{a_p \times iC - a_p^2}}$$

Дисковое фрезерование ($a_e > D_{\text{сap}}/2$) и круглая пластина ($a_p < iC/2$), мм.

$$f_z = \frac{h_{\text{ex}} \times iC \times D_{\text{сap}}}{4 \times \sqrt{a_p \times iC - a_p^2} \times \sqrt{D_{\text{сap}} \times a_e - a_e^2}}$$

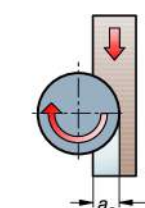


Фрезы со сферическим концом



Макс. рабочий диаметр на определенной глубине резания, мм.

$$D_{\text{сap}} = \sqrt{D_3^2 - (D_3 - 2 \times a_p)^2}$$

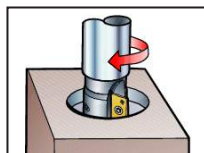


Подача на зуб (мм/зуб), симметричное расположение фрезы.

$$f_z = \frac{D_3 \times h_{\text{ex}}}{D_{\text{сap}}}$$

Подача на зуб (мм/зуб), дисковое фрезерование.

$$f_z = \frac{D_3 \times h_{\text{ex}}}{\sqrt{D_{\text{сap}}^2 - (D_{\text{сap}} - 2 \times a_e)^2}}$$



Винтовая интерполяция (по 3 осям) или круговая интерполяция (по 2 осям), внутренняя обработка

Основной вариант расчёта

$$v_{fm} = n \times f_z \times z_c$$

Периферийная подача (мм/мин)

$$v_f = \frac{v_{fm} \times (D_m - D_{cap})}{D_m}$$

Подача центра инструмента (мм/мин)

$$a_{e\ eff} = \frac{D_m^2 - D_w^2}{4(D_m - D_{cap})}$$

Радиальная глубина резания (мм)

В цельной заготовке, где

$$D_w = 0 \text{ и } a_{e\ eff} = \frac{D_m}{2}$$

$$f_z = h_{ex}$$

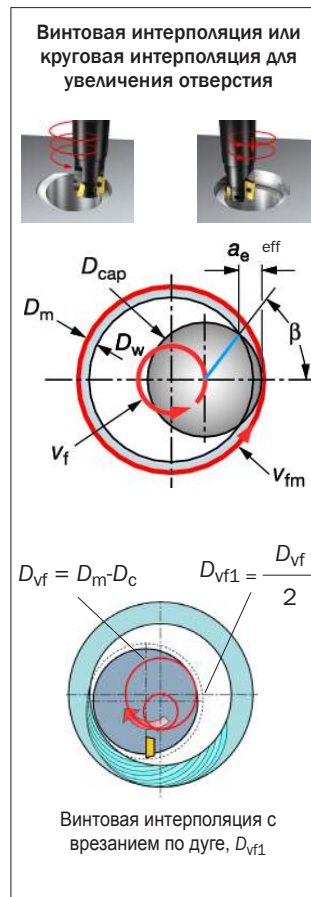
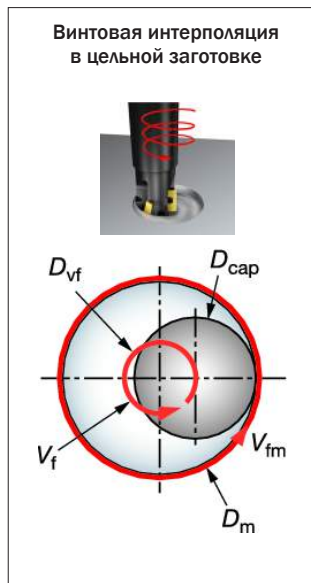
Подача на зуб (мм)

При увеличении отверстия

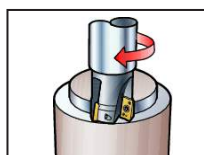
$$f_z = \frac{h_{ex}}{\sqrt{1 - \cos^2 \beta}} = \frac{h_{ex}}{\sin \beta}$$

Подача на зуб (мм)

$$\beta = \arccos \left(1 - \frac{2 * a_{e\ eff}}{D_{cap}} \right)$$



Винтовая интерполяция с врезанием по дуге, D_{vf1}



Винтовая интерполяция (по 3 осям) или круговая интерполяция (по 2 осям), наружная обработка

Основной вариант расчёта

$$v_{fm} = n \times f_z \times z_c$$

Периферийная подача (мм/мин)

$$v_f = \frac{v_{fm} \times (D_m + D_{cap})}{D_m}$$

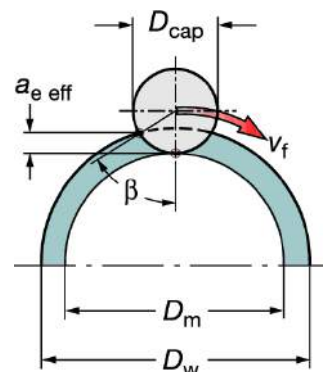
Подача центра инструмента (мм/мин)

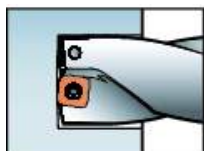
$$f_z = \frac{h_{ex}}{\sin \beta}$$

Подача на зуб (мм)

$$a_{e\ eff} = \frac{D_w^2 - D_m^2}{4(D_m + D_{cap})}$$

$$\beta = \arccos \left(1 - \frac{2 * a_{e\ eff}}{D_{cap}} \right)$$





Сверление

Скорость резания (v_c)
(м/мин)

$$v_c = \frac{D_c \times \pi \times n}{1000}$$

Частота вращения шпинделя
(n)
(об/мин)

$$n = \frac{v_c \times 1000}{\pi \times D_c}$$

Оборотная подача (f_n)
(мм/об)

$$f_n = \frac{v_f}{n}$$

Минутная подача (v_f)
(мм/мин)

$$v_f = f_n \times n$$

Скорость снятия металла (Q)
(см³/мин)

$$Q = \frac{D_c \times f_n \times v_c}{4}$$

Время резания (T_c)
(мин)

$$T_c = \frac{l_m}{v_f}$$

Потребляемая мощность (P_c)
(кВт)

$$P_c = \frac{f_n \times v_c \times D_c \times k_c}{240 \times 10^3}$$

Крутящий момент (M_c)
Нм

$$M_c = \frac{P_c \times 30 \times 10^3}{\pi \times n}$$

Удельная сила резания (k_c)
(Нм/мм²)

$$k_c = k_{c1} \times (f_z \times \sin K_r)^{-m_c} \times \left(1 - \frac{\gamma_0}{100}\right)$$

Усилие подачи (F_f)
(Н)

$$F_f \approx 0.5 \times k_c \times \frac{D_c}{2} \times f_n \times \sin K_r$$

Для цельных твёрдосплавных свёрл:
(CoroDrill Delta-C, тип 840)

$$f_z = f_n / 2$$

$$K_r = 70^\circ$$

$$\gamma_0 = 30^\circ$$

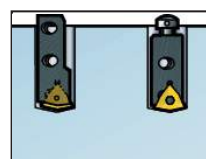
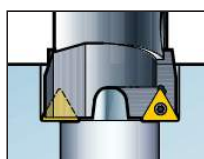
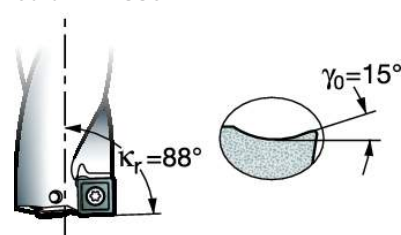
Для свёрл со сменными многогранными пластинами: (CoroDrill 880)

$$f_z = f_n$$

$$K_r = 88^\circ$$

$$\gamma_0 = 15^\circ$$

CoroDrill® 880



Растачивание и трепанирующее сверление

Минутная подача
(мм/мин)

$$v_f = f_n \times n$$

Оборотная подача (f_n)
(мм/об)

$$f_n = z_c \times f_z$$

Потребляемая мощность (P_c)
(кВт)

$$P_c = \frac{a_p \times f_n \times k_c \times v_c}{60 \times 10^3} \left(1 - \frac{a_p}{D_c}\right)$$

Усилие подачи (F_f)
(Н)

$$F_f \approx 0.5 \times a_p \times f_n \times k_c \times \sin K_r$$

Параметр	Значение	Единицы измерения
D_c	Диаметр сверла	мм
v_c	Скорость резания	м/мин
n	Частота вращения шпинделя	об/мин
Q	Скорость снятия металла	см ³ /мин
f_n	Оборотная подача	мм/об
f_z	Подача на зуб	мм/зуб
v_f	Минутная подача	мм/мин
T_c	Время резания	мин
l_m	Длина сверления	мм
P_c	Потребляемая мощность	кВт
M_c	Крутящий момент	Нм
F_f	Усилие подачи	Н

Параметр	Значение	Единицы измерения
z_c	Эффективное число зубьев *)	шт
a_p	Глубина резания (D.O.C.)	мм
f_z	Подача на зуб (пластина)	мм/об

*) Примечание: $z_c = 1$ для ступенчатого растачивания

Другие формулы приведены в разделе "Сверление".

Новый калькулятор параметров резания

Исключительно прост в использовании

Калькулятор для расчета параметров резания от Sandvik Coromant предназначен для решения большинства вычислительных задач, встречающихся в области обработки металлов резанием.

Калькулятор исключительно прост в использовании. Он предназначен для программистов, операторов, станочников, мастеров, бригадиров, конструкторов и т.д.

Пользователю нужно лишь выбрать вычисляемый параметр, соответствующую формулу в отображаемом меню и ввести исходные данные, запрашиваемые калькулятором. Это означает, что пользователю не нужно запоминать никаких формул.

Калькулятор для расчета параметров резания Sandvik Coromant работает и как стандартный математический калькулятор. Вычисления могут производиться как в метрической системе, так и в дюймах.



- Вычисление в метрических / дюймовых единицах
- Размер 80x125x15 мм

Вычислительное ПО

Модуль "Параметры резания"

Точение, фрезерование, сверление и растачивание



Модуль по выбору режимов резания можно скачать с сайта <http://www.coroguide.com> или www.coromant.sandvik.com

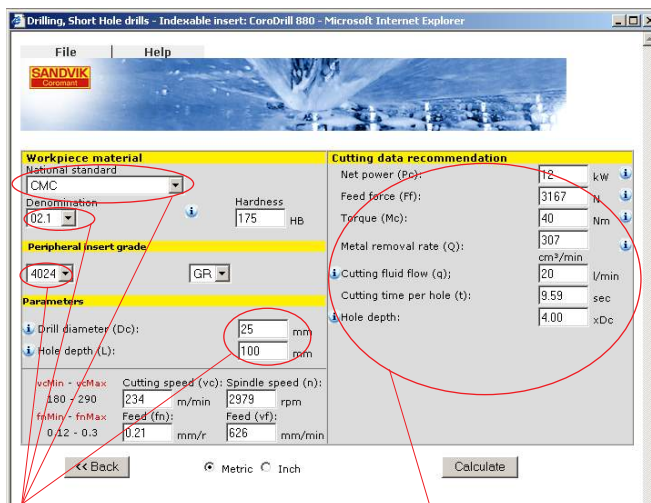


Руководство к Plura

Выбор инструментов, параметры резания и программирование CoroMill Plura и CoroMill 316.

Заказ на CD, код для заказа C-2948:063.

Пример CoroDrill® 880



Исходные данные

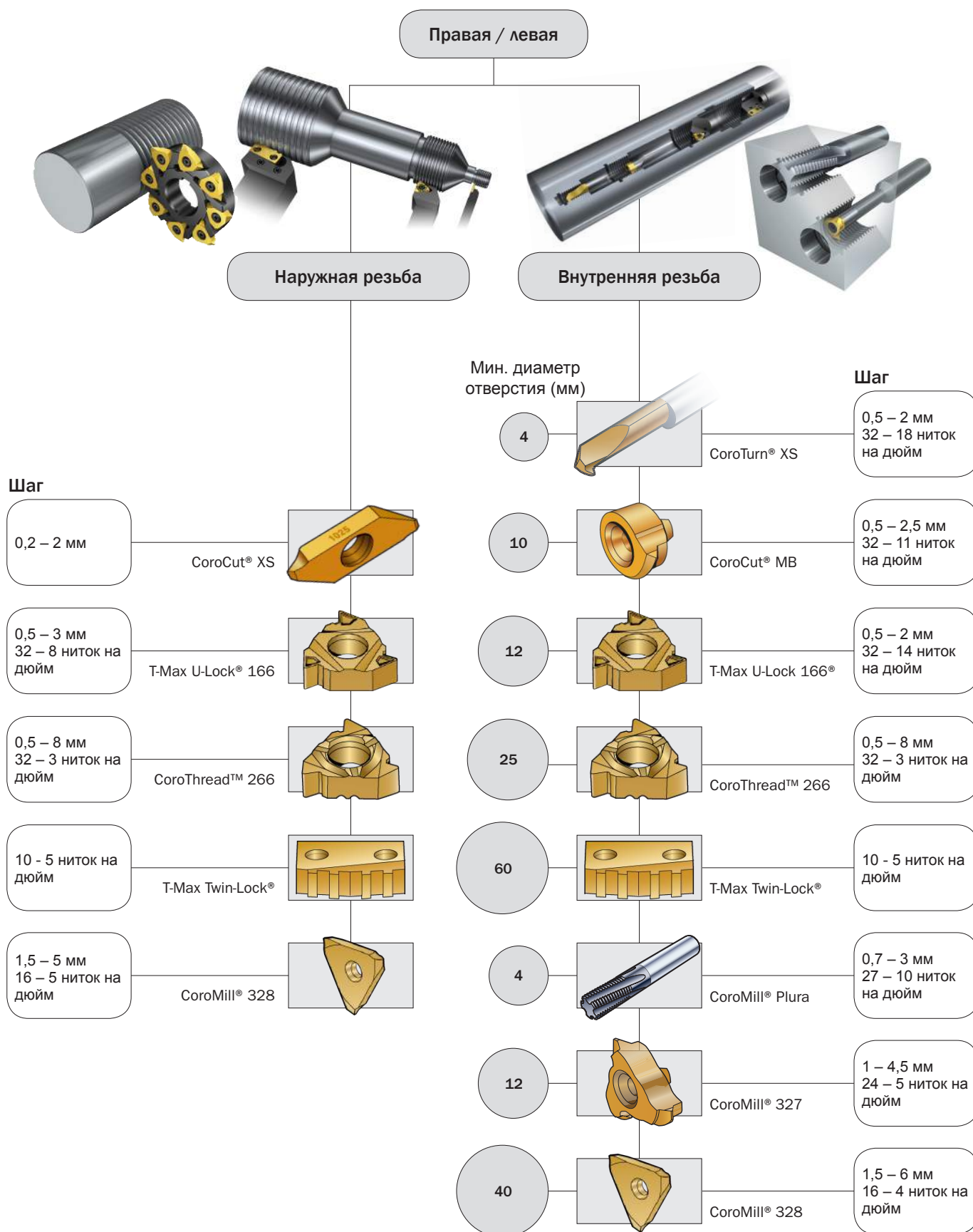
- Обрабатываемый материал
- Марка сплава

- Диаметр
- Глубина отверстия

Результаты вычислений

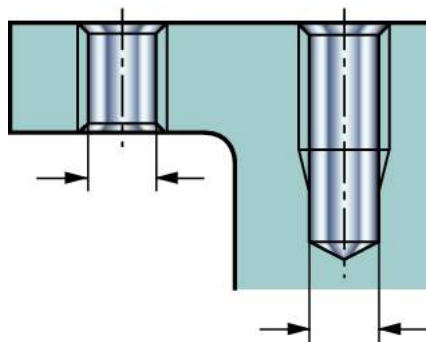
Информация по резьбонарезанию

Обзор резьбовых пластин

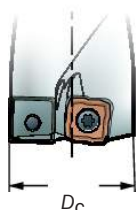


Отверстия под резьбу

- Многие таблицы с рекомендуемыми размерами свёрл для изготовления отверстий под резьбу не подходят для современных свёрл, таких как CoroDrill Delta-C. Данные свёрла обычно формируют чуть меньшие, но более точные отверстия по сравнению с обычными свёрлами из быстрорежущей стали (HSS). Следование традиционным рекомендациям по диаметру сверления может привести к поломке метчика.
- Для отверстий большего размера используйте свёрла CoroDrill 880.
- Для снятия фасок используйте сверло CoroDrill Delta-C типа 841, концевую фрезу для снятия фасок CoroMill Plura, фрезы CoroMill 327 или CoroMill 328. Более подробно на стр. D126.



CoroDrill® 880



Метрические резьбы ISO

Нарезание резьбы метчиком

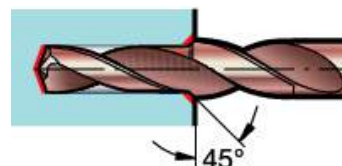
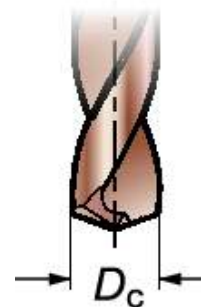
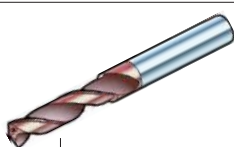
Резьба	Шаг	Диаметр сверла D_c мм	Рекомендуемые свёрла
M14	2.00	12.00	880-D1200
M16	2.00	14.00	880-D1400
M18	2.50	15.50	880-D1550
M20	2.50	17.50	880-D1750
M22	2.50	19.50	880-D1950
M24	3.00	20.90	880-D2090
M27	3.00	23.90	880-D2390
M30	3.50	26.40	880-D2640
M33	4.00	29.40	880-D2940
M36	4.00	32.00	880-D3200
M39	4.00	35.00	880-D3500

CoroDrill® Delta-C

Дюймовые и метрические резьбы ISO

Нарезание резьбы метчиком

Резьба	Дюймовые размеры	Шаг	D_c	Рекомендуемые сверла
M4 × 0.7		0.7	3.35	R841-0335-30-A1A
M4 × 0.7		0.7	3.40	R841-0340-30-A1A
M5 × 0.8		0.8	4.25	R841-0425-30-A1A
M5 × 0.8		0.8	4.30	R841-0430-30-A1A
M6 × 1.0		1.0	5.00	R841-0500-30-A1A
M6 × 1.0	.201" 1/4-20 UNC	1.0	5.10	R841-0510-30-A1A
	.260" 5/16-18 UNC		6.60	R841-0660-30-A1A
M8 × 1.25		1.25	6.85	R841-0685-30-A1A
M8 × 1.25	.272" 5/16-24 UNF	1.25	6.90	R841-0690-30-A1A
	.315" 3/8-16 UNC		8.00	R841-0800-30-A1A
M10 × 1.5		1.5	8.60	R841-0860-30-A1A
M10 × 1.5		1.5	8.70	R841-0870-30-A1A
M12 × 1.75		1.75	10.30	R841-1030-30-A1A
M12 × 1.75		1.75	10.40	R841-1040-30-A1A
	.453" 1/2-20 UNF		11.50	R841-1150-30-A1A
M14 × 2.0		2.0	12.10	R841-1210-30-A1A
M14 × 2.0	.482" 9/16-12 UNC	2.0	12.25	R841-1225-30-A1A
	.532" 5/8-11 UNC		13.50	R841-1350-30-A1A
M16 × 2.0		2.0	14.10	R841-1410-30-A1A
M16 × 2.0		2.0	14.25	R841-1425-30-A1A
M18 × 2.5		2.5	15.50	R841-1550-30-A1A
	.650" 3/4-10 UNC		16.50	R841-1650-30-A1A
M20 × 2.5	.689" 7/8-16 UNF	2.5	17.50	R841-1750-30-A1A
Резьба с мелким шагом				
MF6 × 0.75		0.75	5.30	R841-0530-30-A1A
MF8 × 1.0		1.0	7.00	R841-0700-30-A1A
MF8 × 0.75		0.75	7.30	R841-0730-30-A1A
MF10 × 1.0		1.0	9.00	R841-0900-30-A1A
MF10 × 0.75		0.75	9.25	R841-0925-30-A1A
MF12 × 1.5		1.5	10.50	R841-1050-30-A1A
MF12 × 1.25	.421" 1/2-13 UNC	1.25	10.80	R841-1080-30-A1A
MF14 × 1.5		1.5	12.50	R841-1250-30-A1A
MF16 × 1.5		1.5	14.50	R841-1450-30-A1A
MF16 × 1.0		1.0	15.00	R841-1500-30-A1A



Накатывание резьбы

M4 × 0.7		0.7	3.70	R841-0370-30-A1A
M5 × 0.8		0.8	4.65	R841-0465-30-A1A
M6 × 1.0		1.8	5.55	R841-0555-30-A1A
M8 × 1.25		1.25	7.40	R841-0740-30-A1A
M10 × 1.5		1.5	9.30	R841-0930-30-A1A
M12 × 1.75		1.75	11.20	R841-1120-30-A1A
M14 × 2.0	.516" 9/16-18 UNF	2.0	13.10	R841-1310-30-A1A
M16 × 2.0		2.0	15.10	R841-1510-30-A1A

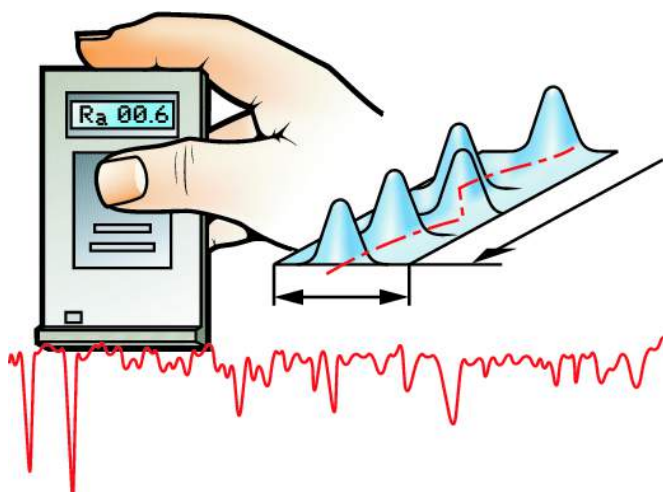
Резьбофрезерование

M4		0.7	3.30	
M5		0.8	4.20	
M6		1.0	5.00	
M7		1.0	6.00	
M8 × 1.25		1.25	6.75	R841-0675-30-A1A
M10 × 1.5	.335" 3/8-24 UNF	1.5	8.50	R841-0850-30-A1A
M12 × 1.75		1.75	10.25	R841-1025-30-A1A
M14 × 2.0		2.0	12.00	R841-1200-30-A1A
M16 × 2.0		2.0	14.00	R841-1400-30-A1A
M20		2.5	17.50	
M24		3.0	21.00	
Резьба с мелким шагом				
MF6 × 0.5	.217" 1/4-28 UNF	0.5	5.50	R841-0550-30-A1A
MF8 × 0.75		0.75	7.25	R841-0725-30-A1A
MF12 × 1		1.0	11.00	R841-1100-30-A1A

Измерение шероховатости поверхности

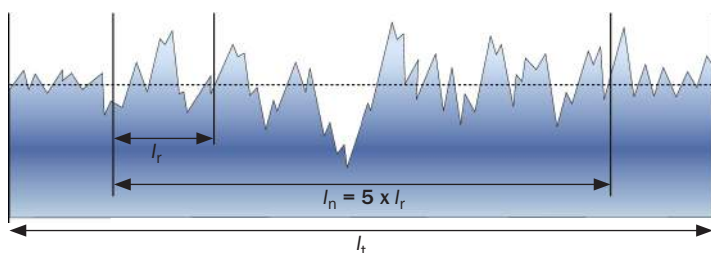
Качество поверхности заготовки определяется тремя основными параметрами:

- **Параметры профиля P**
Главный профиль, суммарный профиль.
- **Параметры волнистости W**
Профиль волнистости
- **Параметры шероховатости поверхности R**
Профиль шероховатости поверхности. R-профиль вычисляется с помощью фильтра отсечки для удаления длинноволновых составляющих из P-профиля. Поэтому R-профиль является специальной модификацией P-профиля.



Основа для оценки

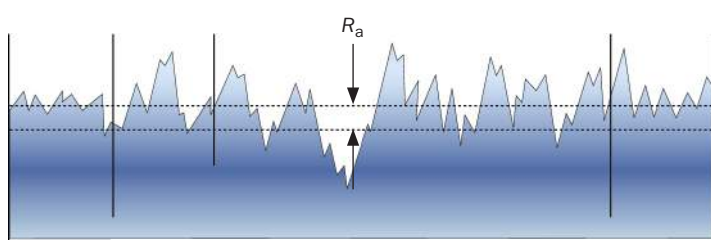
При измерении качества поверхности оценка обычно проводится на одной, заданной базовой длине. Если базовая длина не задана на чертеже детали, то ответственный за измерение характеристик поверхности должен назначить базовую длину.



Измерение длины
 l_t = общая длина, на которой проводится измерение.
 l_n = базовая длина (включает в себя пять значений опорных длин).
 l_r = опорная длина.

Параметры шероховатости поверхности, R:

Наиболее распространенными параметрами являются:



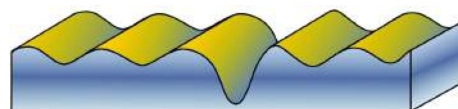
Оценка среднего арифметического отклонения анализируемого профиля.

R_a Среднее арифметическое абсолютных значений отклонений профиля в пределах базовой длины. При помощи R_a можно определить, являются ли отклонения вершинами или впадинами. На значение R_a отдельные отклонения не оказывают существенного влияния, а это значит, что существует риск пропуска крупных задиров.

Наиболее распространенные значения R_a для металлических поверхностей лежат в диапазоне 0,02 - 3,5 мкм. Чем меньше значение R_a , тем ровнее поверхность ($R_a = 0,02$ мкм - зеркально гладкая).

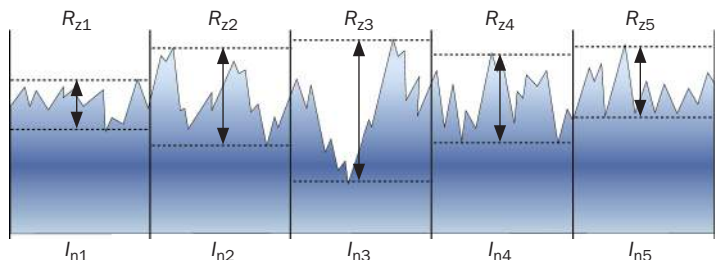
Средняя линия

Пример символов на чертеже: $\sqrt{3.2}$



$R_a = 2 \mu\text{m}$

Хотя визуально поверхности кажутся разными, они показывают одинаковые значения R_a .

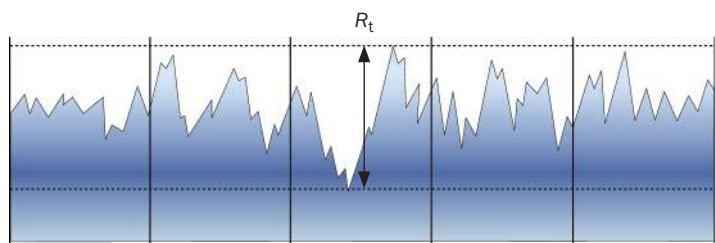


Пример символов на чертеже: $\sqrt{R_z8}$

$$R_z = \frac{R_{z1} + R_{z2} + R_{z3} + R_{z4} + R_{z5}}{5}$$

R_z Высота неровностей профиля по десяти точкам

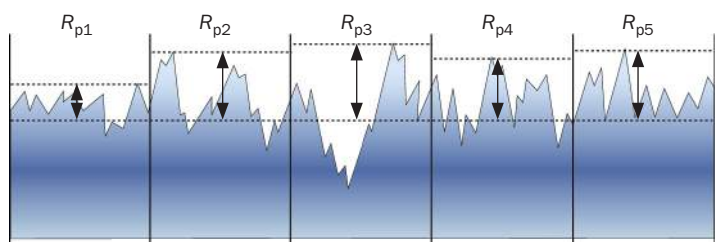
Высота неровностей профиля по десяти точкам - это сумма средних арифметических абсолютных отклонений точек пяти наибольших минимумов и пяти наибольших максимумов профиля в пределах базовой длины. Обычно это пять опорных значений базовой длины, однако их количество может варьироваться в современном измерительном оборудовании.



Пример символов на чертеже: $\sqrt{R_t4}$

R_t Наибольшая высота профиля

Наибольшая высота профиля (R_{max}) - это расстояние между линией выступов профиля и линией впадин профиля в пределах базовой длины (включаящей в себя, как правило, пять значений опорной длины). Отдельное значение R_t (не комбинируемое с R_z или R_a) - одно из самых жестких требований по характеристикам профиля.

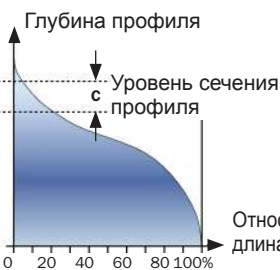
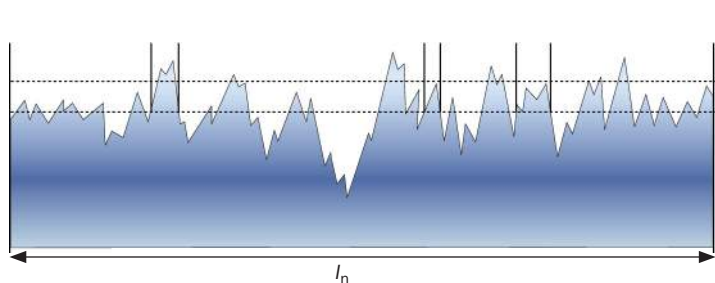


Пример символов на чертеже: $\sqrt{R_p2}$

$$R_p = \frac{R_{p1} + R_{p2} + R_{p3} + R_{p4} + R_{p5}}{5}$$

R_p Максимальная высота выступа

Максимальная высота выступа - это расстояние от высших точек пяти наибольших максимумов до линии, параллельной средней и не пересекающей профиль.



Пример символов на чертеже: $\sqrt{R_{mr70\%/c=1}}$

R_{mr} Относительная опорная длина профиля

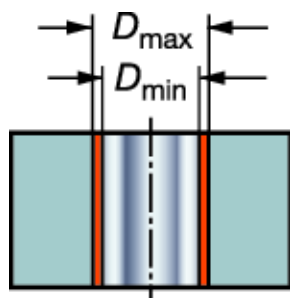
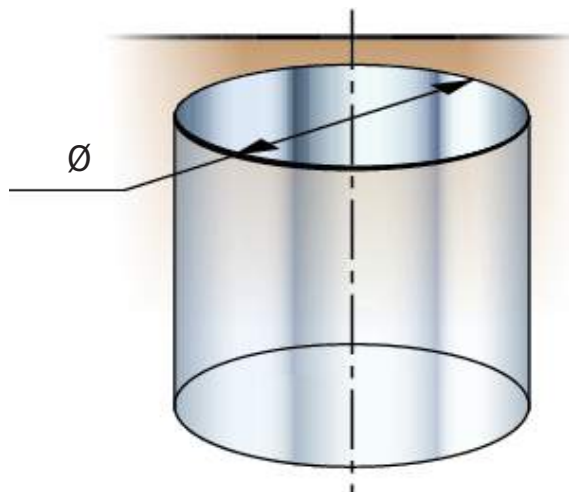
Наиболее подходящим методом измерения износостойкости поверхности является относительной опорной длины профиля, которая измеряется в %.

Допуски для отверстий

Допуски для отверстий

Размеры отверстия можно разделить на три параметра:

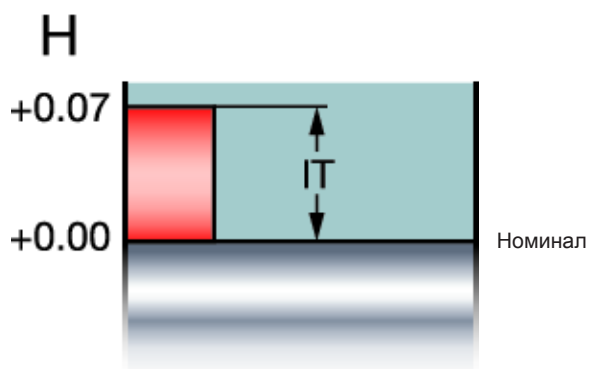
- Номинальное значение (теоретически точное значение)
- Допуск (обозначается как IT согласно ISO)
- Квалитет (обозначается заглавными буквами согласно ISO)



D_{\max} минус D_{\min} = ширина диапазона, также называемая IT.

Квалитет	Диапазон значений диаметра, D (мм)									Примеры
	D>3–6	D>6–10	D>10–18	D>18–30	D>30–50	D>50–80	D>80–120	D>120–180	D>180–250	
IT5	0.005	0.006	0.008	0.009	0.011	0.013	0.015	0.018	0.020	Подшипники
IT6	0.008	0.009	0.011	0.013	0.016	0.019	0.022	0.025	0.029	
IT7	0.012	0.015	0.018	0.021	0.025	0.030	0.035	0.040	0.046	
IT8	0.018	0.022	0.027	0.033	0.039	0.046	0.054	0.063	0.072	Отверстия для нарезания резьбы раскатниками
IT9	0.030	0.036	0.043	0.052	0.062	0.074	0.087	0.100	0.115	
IT10	0.048	0.058	0.070	0.084	0.100	0.120	0.140	0.160	0.185	
IT11	0.075	0.090	0.110	0.130	0.160	0.190	0.220	0.250	0.290	Отверстия для обычных метчиков
IT12	0.120	0.150	0.180	0.210	0.250	0.300	0.350	0.400	0.460	
IT13	0.180	0.220	0.270	0.330	0.390	0.460	0.540	0.630	0.720	

- Чем ниже число IT, тем уже допустимый диапазон.
- Допустимый диапазон для одного класса IT расширяется с увеличением диаметра.



Один пример:

Номинальное значение: 15,00 мм

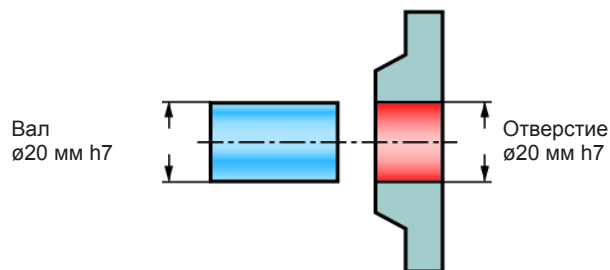
Допуск 0,07 мм (IT 10 по ISO)

Положение: 0 - плюс (H по ISO)

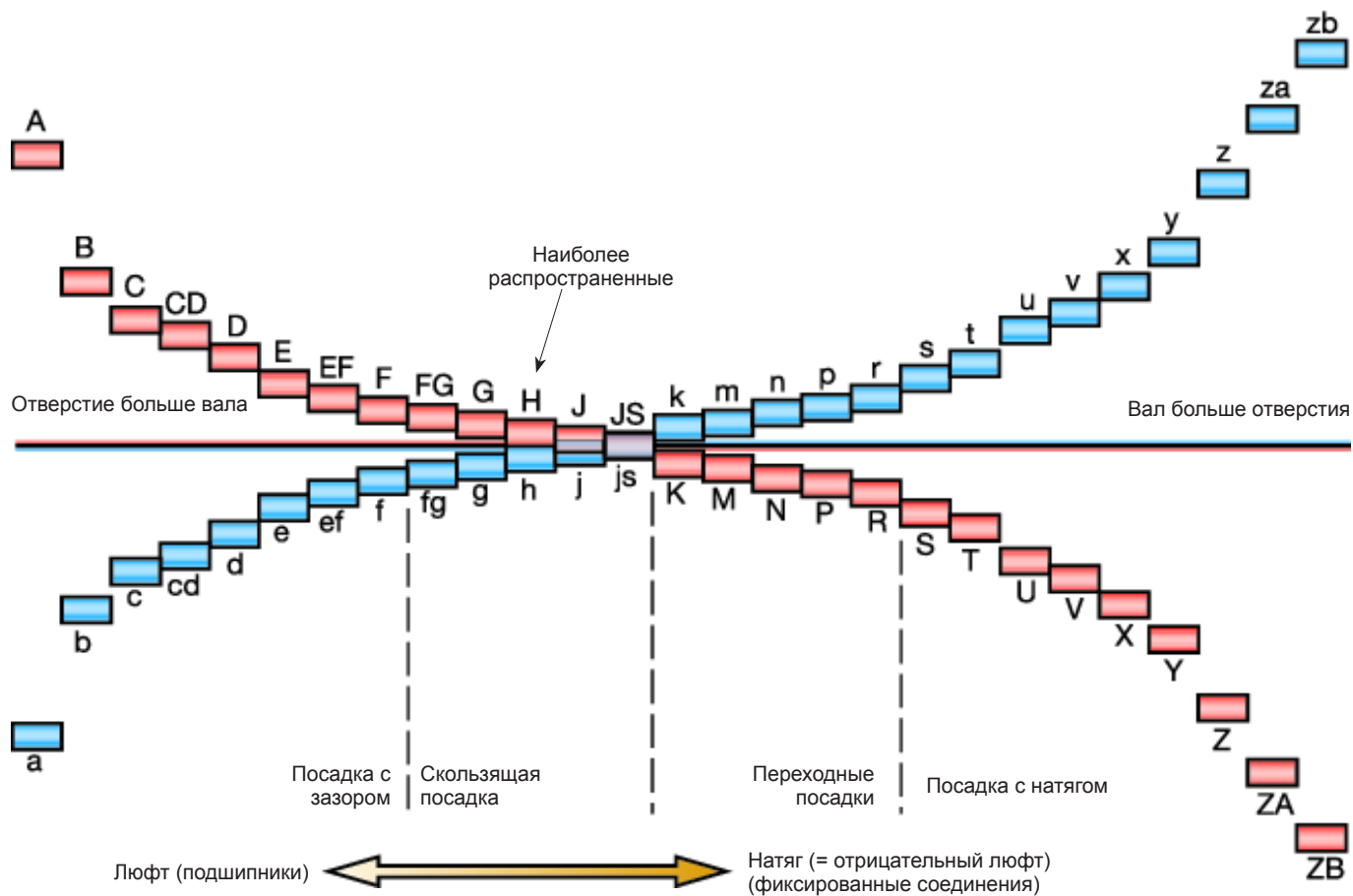
Допуски отверстия и вала

Допуск на отверстие взаимосвязан с допуском на вал, вставляемый в это отверстие.

Пример:



Положение допуска вала обозначается маленькими буквами, соответствующими допускам отверстий. См. рисунок внизу:



Часто задаваемые вопросы

Где найти информацию по различным темам

Как выбрать параметры резания?

- Рекомендуемые значения скорости резания и подачи приведены в "Основном каталоге". Исключение составляют рекомендуемые значения подачи для фрез, они приведены на стр. D192.
- Однако рекомендации по параметрам резания, предотвращению и решению возникших проблем включены в данное руководство.

Какой метод и инструмент следует использовать?

Первая часть каждой главы, именуемая "Технологические решения", посвящена выбору инструмента и методам их применения, обеспечивающих достижение оптимальных результатов.

	Глава								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
• Точение, точение фрезерованием	A 3	B	C	D 80	E	F	G	H	I
• Отрезка и обработка канавок	A	B 3	C	D 84	E	F	G	H	I
• Нарезание резьбы, резьбофрезерование	A	B	C 3	D 95	E	F	G	H	I
• Фрезерование	A	B	C	D 3	E	F	G	H	I
• Сверление, круговая интерполяция	A	B	C	D 102	E 3	F	G	H	I
• Растачивание и развёртывание, круговая/винтовая интерполяция	A	B	C	D 103	E	F 3	G	H	I
• Инструментальная оснастка/оборудование	A	B	C	D	E	F	G 3	H	I

Я выбрал инструмент и мне требуется дополнительная информация о нем?

Характеристики инструментов можно найти в последнем разделе каждой главы, именуемом "Ассортимент инструмента":

	Глава								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
• Точение (в т.ч. все инструменты CoroPlex)	A 93	B	C	D	E	F	G	H	I
• Отрезка и обработка канавок	A	B 49	C	D	E	F	G	H	I
• Нарезание резьбы	A	B	C 37	D	E	F	G	H	I
• Фрезерование	A	B	C	D 133	E	F	G	H	I
• Сверление	A	B	C	D	E 49	F	G	H	I
• Растачивание и развёртывание	A	B	C	D	E	F 37	G	H	I
• Инструментальная оснастка/оборудование	A	B	C	D	E	F	G 57	H	I

Если возникнут проблемы

В каждой главе есть раздел Отрезка и обработка канавок

	Глава								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
• Точение	A 89	B	C	D	E	F	G	H	I
• Отрезка и проточка канавок	A	B 47	C	D	E	F	G	H	I
• Нарезание резьбы	A	B	C 34	D	E	F	G	H	I





- Фрезерование
- Сверление
- Растачивание и развёртывание
- Инструментальная оснастка/оборудование

Металлорежущие станки

- Токарные многоцелевые станки
- Обрабатывающие центры
- Многоцелевая обработка/оборудование
- Мелкоразмерная обработка/оборудование

Инструментальные материалы

- Рекомендуемые марки сплавов
- Обзорные таблицы по сплавам (тип покрытий и пр.)
- Общая информация – что такое PVD, CVD, керамика и пр.
- Виды износа пластин

Обрабатываемые материалы

Как обрабатывать различные группы материалов

Классификация материалов, включающая в себя:

- значения k_c
- описание различных групп материалов
- влияние легирующих элементов и пр.

- Список перекрестных ссылок – новый MC в сравнении с CMC и местными стандартами

Дополнительная информация

- Экономика производства
- Изготовление инструмента по программе Tailor Made
- Формулы
- Резьбовые отверстия
- Измерение шероховатости поверхности
- Допуски

A	B	C	D 128	E	F	G	H	I
A	B	C	D	E 44	F	G	H	I
A	B	C	D	E	F 34	G	H	I
A	B	C	D	E	F	G 55	H	I

Глава

A	B	C	D	E	F	G 22	H	I
A	B	C	D 10	E	F	G 26	H	I
A 72	B	C	D 80	E	F	G 28	H	I
A 82	B	C	D	E	F	G 32	H	I

Глава

A 146	B 70	C 51	D 188	E 64	F 61	G	H	I
A	B	C	D	E	F	G	H 11	I
A	B	C	D	E	F	G	H 3	I
A 89	B 48	C 35	D 128	E 46	F 34	G	H 10	I

Глава

A 22	B 9	C	D 32	E 16	F	G	H	I
A	B	C	D	E	F	G	H 16	I
A	B	C	D	E	F	G	H 37	I

Глава

4	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A 145	B 67	C 50	D 186	E 50, E 58, E 60	F 60	G	H	I 2	
A	B	C	D	E	F	G	H	I 4	
A	B	C	D	E	F	G	H	I 11	
A	B	C	D	E	F	G	H	I 14	
A	B	C	D	E	F	G	H	I 16	

Точение

A	B	C	D	E	F	G	H	I
---	---	---	---	---	---	---	---	---

В	Выбор державки, пластины и системы крепления инструмента	Стр.
• Я хочу достичь максимальной производительности, что мне нужно учитывать при выборе инструмента?		A 5
• Мне нужно краткое описание предлагаемых концепций токарного инструмента.		A 6–A 9
• Какую форму пластины мне следует выбрать?		A 14, A 48–A 52, A 59–A 61
• Что определяет радиус при вершине пластины?		A 17, A 63
• Когда и как можно использовать пластину wiper ?		A 18, A 94–A 97
• Как выбрать нужную пластину:		
– геометрия?		A 19, A 98, A 108
– сплав?		A 21, A 147
– геометрия и сплав?		A 24, A 27, A 29, A 33, A 36, A 39, A 45
• Я хочу заменить операцию шлифования точением материалов высокой твёрдости. Каковы особенности данного метода?		A 40
• У всех ли оправок CoroTurn 107 и CoroTurn 111 есть отверстие для СОЖ?		
– Да, отверстие для СОЖ есть у всех оправок, кроме демпфирующих оправок небольшого размера.		
Д	Как применять инструмент	Стр.
• Какие особенности конкретной области применения необходимо учесть перед началом работы?		A 4
• Как подача, скорость и глубина резания влияют на срок службы инструмента?		A 12
• Мне нужно избежать замены пластин в процессе чистовой обработки. Как заранее определить срок службы инструмента?		A 37
• Как минимизировать отжим инструмента при внутреннем точении?		A 62
• Как оптимизировать отвод стружки?		A 91
• Как уменьшить вибрацию?		A 92
Е	Закрепление, настройка и обслуживание инструмента	Стр.
• Как обеспечить точное положение вершины инструмента по высоте центров?		A 67
• У меня оправка CoroTurn SL (570). Насколько ее можно отрезать?		A 68
• Как измерить инструмент на многоцелевом станке?		A 80
• Можно ли использовать расточную оправку с лысками во втулке EasyFix?		
– Да, можно. Но вы не сможете выставить оправку точно по высоте центров, так как на оправке с лысками нет канавки.		
Г	Износ инструмента и качество обработанных деталей	Стр.
• См. раздел "Решение проблем".		A 89–A 92



Отрезка и обработка канавок

A

B

C

D

E

F

G

H

I

Точение

Выбор державки, пластины и системы крепления инструмента

Стр.

- Какая геометрия является оптимальной для отрезки без заусенцев? В 15, В 17
- Мне нужно плоское дно при обработке радиальной канавки. Какую геометрию выбрать? В 21
- Какая пластина и геометрия оптимальны для обработки твёрдых материалов? В 9, В 20, В 30

B

Отрезка и обработка канавок

Как применять инструмент

Стр.

- Нужно ли использовать СОЖ при отрезке? В 8
- Как избежать вибрации? В 6, В 46
- Что нужно принимать во внимание при отрезке в просверленное отверстие? В 17
- Как избежать проблем с заусенцами? В 18
- Какой самый оптимальный метод черновой обработки канавок? Многопроходное врезание по радиусу или плунжерное точение? В 22
- Есть ли геометрия Wireg на пластинах CoroCut для отрезки и обработки канавок и что это дает?
 - Да, на геометриях TF и CF имеется зачистной радиус, который положительно влияет на чистовую обработку при отрезке и обработке канавок.
- Можно ли удвоить подачу с помощью пластины Wireg при отрезке и обработке канавок?
 - Нет. Wireg на геометриях TF и CF служит главным образом для значительного повышения качества чистовой обработки поверхности. Если чрезмерно увеличить скорость подачи, то затруднится стружкообразование, что отрицательно сказывается на сроке службы инструмента.
- Что такое Wireg-эффект при точении пластинами CoroCut с осевой подачей?
 - При точении пластинами геометрий TM или TF вам требуется увеличить скорость подачи в осевом направлении, чтобы нагнуть/наклонить державку/пластину для получения зазора. В этом случае наблюдается зачистной эффект,обеспечивающий исключительное качество чистовой обработки и производительность.
- Что необходимо для того, чтобы применить технологию Wireg при обработке торцевых канавок?
 - Используйте геометрию CoroCut TF. Кроме того, геометрия TF будет отводить стружку от заготовки, что обеспечит высокую надёжность работы и оптимальное качество поверхности.

C

Нарезание резьбы

D

Фрезерование

E

Сверление

F

Расширение

Закрепление, настройка и обслуживание инструмента

Стр.

- Как правильно закрепить пластину с пружинным типом крепления? В 7

G

Инструментальная оснастка

Износ инструмента и качество обработанных деталей

Стр.

- См. раздел "Решение проблем". В 47–В 48

H

Материалы

I

Информация/Указатель

Нарезание резьбы



В	Выбор державки, пластины и системы крепления инструмента	Стр.
• Какие основные параметры резьбы?		С 6
• Когда при нарезании резьбы следует предпочесть фрезерование точению?		С 8, D 96
• Чем отличаются полный профиль, V-профиль и нарезание резьбы многовершинными пластинами?		С 5, С 13
• Чем отличаются геометрии А, F и С?		С 12
• Мне нужно краткое описание предлагаемых концепций инструмента для нарезания резьбы.		С 10, D 95, I 11
• Чем отличаются правая и левая наружная резьба?		С 27, С 33, D 97
• Как выбрать опорную пластину для получения правильного угла наклона?		С 16
• Какой диаметр фрезы следует выбрать для получения точного профиля резьбы?		D 97
• Где можно найти значение RPRG для CoroMill Plura?		D 99
	Как применять инструмент	Стр.
• Чем отличаются боковое одностороннее, боковое двухстороннее и радиальное врезание?		С 14
• В каких случаях применять смазочно-охлаждающую жидкость (СОЖ)?		С 18
• Как добиться оптимального отвода стружки?		С 19
• Что нужно учитывать в первую очередь для получения хорошего качества резьбы?		С 21, С 26, С 32
• Какой станок требуется для резьбофрезерования?		D 98
	Закрепление, настройка и обслуживание инструмента	Стр.
• Что нужно учитывать при настройке резьбового инструмента?		С 19
	Износ инструмента	Стр.
• Интенсивный износ по задней поверхности инструмента с одной стороны кромки?		С 35
	Качество обработки	Стр.
• Неправильный профиль резьбы?		С 34



Фрезерование

A

B

C

D

E

F

G

H

I

Точение

Выбор инструмента, пластины и системы крепления

- Я хочу добиться максимальной производительности. Стр. D 16
- Мне нужно краткое описание областей применения и инструментов для фрезерования. D 6–D 8
- Мне нужна информация о геометрии пластин. D 13, D 134, D 180
- Мне нужна информация о выборе сплавов. D 188–D 191, H 14
- Как выбрать патрон для моей фрезы? G 42

Как применять инструмент

- Как толщина стружки влияет на величину подачи? Стр. D 20
- Что такое "врезание по дуге"? D 25
- Как избежать вибрации при фрезеровании углов? D 26
- Как свести к минимуму риск вибрации при фрезеровании? D 30, D 130
- Влияет ли СОЖ на срок службы инструмента? D 28
- Что нужно учитывать при фрезеровании различных материалов? D 32–D 41
- Какой метод дает меньшую деформацию при фрезеровании тонких стенок? D 31, D 52, D 59
- Какой способ обработки полостей наиболее эффективен? D 117
- Как обрабатывать отверстия фрезерным инструментом? D 102–D 114
- Каковы преимущества трохойдального фрезерования? D 41, D 94, D 121

Закрепление, настройка и обслуживание инструмента

- Как регулируется фрезы CoroMill Century? Стр. D 145
- Как перетачивать концевую фрезу CoroMill Plura? D 181

Износ инструмента

- Сильный износ с образованием проточин снижает срок службы инструмента. Что делать? Стр. D 39, D 129

Качество обработки

- Не удается достичь ожидаемого качества поверхности на конкретной операции. Причины? Стр. D 29, D 131

B

Отрезка и обработка канавок

C

Нарезание резьбы

D

Фрезерование

E

Сверление

F

Расширение

G

Инструментальная оснастка

H

Материалы

I

Информация/Указатель

Сверление

A

B

C

D

E

F

G

H

I

Выбор инструмента, пластины и системы крепления

Стр.

- Следует выбрать сверло со сменными пластинами или цельное твёрдосплавное сверло? E 5
- Какую геометрию и сплав следует выбрать при обработке различных материалов сверлом CoroDrill 880? E 52–E 53
- Какое сверло следует использовать для плунжерного сверления? E 36
- Как выбрать патрон для моего сверла? G 47
- Что такое "допуск H8"? I 16

Как применять инструмент

Стр.

- Что нужно учесть при настройке сверла на станке? E 6, E 42
- На что нужно обратить внимание при сверлении в различных материалах? E 16–E 17
- Можно ли производить сверление наклонных поверхностей? E 22
- Как оптимизировать эвакуацию стружки? E 7, E 15
- Можно ли получить отверстие большего диаметра, чем диаметр сверла? E 32, E 35, E43
- Можно ли использовать CoroDrill 880 для растачивания? E 34
- Как делается пилотное отверстие перед сверлением с помощью CoroDrill 805? E 19

Закрепление, настройка и обслуживание инструмента

Стр.

- Принцип работы регулируемого патрона для свёрл? E 32–E 33
- Где найти информацию о переточке сверла CoroDrill Delta-C? E 62–E 63

Износ инструмента

Стр.

- На кромках имеются сколы. Что делать? E 48, E 46

Качество обработки

Стр.

- Что важно для достижения высокого качества отверстий? E 8
- Просверленное отверстие имеет больший диаметр, в чем дело? E 44

Растачивание

A

B

C

D

E

F

G

H

I

Выбор инструмента, пластины и системы крепления

Стр.

- Как правильно выбрать патрон для конкретной расточной оправки? G 50
- Какую геометрию и сплав следует выбрать для чистового растачивания? F 25, F 47, F 50
- Какую геометрию и сплав следует выбрать для черного растачивания? F 18





- Когда развёртывание предпочтительнее чистового растачивания? F 5, F 31
- Что выбрать - многолезвийное, ступенчатое или однолезвийное растачивание? F 6–F 7
- Что выбрать - CoroBore 820 или Duobore? F 6, F 16
- Когда следует выбирать инструмент серии Silent Tools? F 41–F 42
- Какой диаметр фрезы следует выбрать для получения точного профиля резьбы? F 46, F 50
- Какова точность регулировки CoroBore 825 и головки для чистового растачивания 391.37A? F 46, F 50

Как применять инструмент

- Каковы рекомендации по использованию СОЖ при растачивании? Стр. F 12
- Что нужно учитывать при обработке глухого отверстия? F 19, F 31
- Какой метод наиболее оптимален для достижения жёсткого допуска отверстия с помощью инструмента для чистового растачивания? F 29
- Возможно ли выполнение операций наружной обработки с помощью расточного инструмента? F 30
- Как справиться с вибрацией? F 34
- Что нужно учесть при обработке отверстий? F 30
- Как добиться максимальной производительности с CoroBore 820? F 20
- Нужно ли корректировать параметры резания при растачивании с большим вылетом инструмента? F 38, F 42, F 47
- На каких режимах резания следует выполнять растачивание? F 10
- Что нужно учитывать при обработке отверстий большого диаметра? F 18
- Каково максимальное биение развёртки? F 32

Закрепление, настройка и обслуживание инструмента

- Как отрегулировать положение пластин для многолезвийного, ступенчатого или однолезвийного чернового растачивания? Стр. F 39, F 43, F 45
- Как установить диаметр на чистовом расточном инструменте CoroBore 825 или на чистовой расточной головке 391.37A/B? F 28–F 29
- У головки точной расточки 391.37B должен быть балансирующий элемент? Как устанавливать этот противовес? F 52
- Как обслуживать тот или иной расточной инструмент? F 13

Износ инструмента

- Как контролировать износ пластин? Стр. H 10

Качество обработки

- Что необходимо для достижения хорошего качества отверстия? Стр. F 12

Инструментальная оснастка/оборудование

A B C D E F G H I

Выбор патрона

Стр.

- В чем преимущества быстросменной системы крепления инструмента?
 - Уменьшение времени наладки и максимальное использование возможностей станка G 5
- Является ли соединение Coromant Capto одновременно быстросменным и модульным?
 - Да, модульность позволяет составлять инструменты нужной длины, требуемой в данной области применения и для данного станка, а быстросменность ускоряет процесс настройки и приводит к оптимальному использованию станка. G 7
- Какая система крепления инструментов подходит для моего станка? G 20
- Можно ли использовать одни и те же инструменты с соединением Coromant Capto для работы на разных станках?
 - Да, на всех новых и существующих станках. Существует всего один вариант соединения. G 7
- Можно ли использовать оснастку с соединением Coromant Capto на станках с другими типами крепления?
 - Да, наши базовые держатели позволяют перейти с наиболее распространенных интерфейсов на соединение Coromant Capto. G 7
- Я купил новый многоцелевой станок. Как его следует оснастить?
 - В станках данного типа важно использовать такую систему, как Coromant Capto. Именно она соответствует требованиям широкого спектра операций (точение, фрезерование и сверление). Это относится как к стационарному, так и к вращающемуся инструменту. G 28
- Смогу ли я использовать имеющиеся у меня инструменты с хвостовиками прямоугольного сечения, если в моём станке интегрировано соединение Coromant Capto?
 - Да, с помощью адаптеров для хвостовиков прямоугольного сечения. G 7
- Можно использовать соединение Coromant Capto для других целей?
 - Да, например для закрепления заготовок. G 7
- Я выбрал инструмент для точения/фрезерования/сверления/расточивания/резьбонарезания. Какие предлагаются патроны? G 36
- Мне нужна информация о:
 - патроне HydroGrip G 112
 - патроне CoroGrip G 101
 - адаптерах Silent Tools G 98, A 122
 - CoroTurn SL G 84, A 120, A 143, B 58, C 40
 - втулках Easy Fix A 123

Как применять инструмент

Стр.

- Как установить базовый держатель в токарный центр?
 - В зависимости от интерфейса станка у нас есть несколько стандартных или адаптированных к станку блоков. G 22
- Как биение патрона инструмента влияет на вибрацию и качество обработки?
 - Сильное биение всегда приводит к сокращению срока службы и ухудшению качества обработки поверхности. Используйте интегрированные инструменты или патроны Hydro-Grip для инструментов с цилиндрическим хвостовиком. G 12–G 15

Закрепление, настройка и обслуживание инструмента

Стр.

- Мне нужна информация о максимальной частоте вращения и балансировке G 13–G 15
- Я использую цанговый патрон старого типа с соединением Coromant Capto, при этом зажим работает некорректно?
 - Используйте стопорный винт, чтобы инструмент нельзя было вставить глубже допустимого значения. G 16



A

Точение

B

Отрезка и обработка канавок

C

Нарезание резьбы

D

Фрезерование

E

Сверление

F

Растачивание

G

Инструментальная оснастка

H

Материалы

I

Информация/Указатель

-
- Инструмент застревает в шпинделе. Что делать? G 16
 - Похоже, что зажимной патрон SogoGrip не закрепляет фрезу с необходимым усилием. Как это можно проверить? G 110
 - Как проверить движение стержня оправки в собранном зажимном устройстве? G 66
 - Мне нужно сборочное приспособление для модульного инструмента. G 121

A

Точение

B

Отрезка и
обработка канавок

C

Нарезание резьбы

D

Фрезерование

E

Сверление

F

Рассточивание

G

Инструментальная
оснастка

H

Материалы

I

Информация/
Указатель

Как читать данное руководство

GENERAL TURNING	A
PARTING AND GROOVING	B
THREADING	C
MILLING	D
DRILLING	E
BORING	F
TOOL HOLDING/MACHINES	G
MATERIALS	H
INFORMATION/INDEX	I

Главные разделы A-I

PARTING AND GROOVING	
Applications	
Getting started	1.1
External	1.2
Internal	1.3
Double threading	1.4
Products	
Coarse turning	1.11
Coarse grooving	1.12
Finish turning	1.13
Finish grooving	1.14
Thread turning	1.15
Thread grooving	1.16
Coarse turning	1.17
Coarse grooving	1.18
Finish turning	1.19
Finish grooving	1.20
Thread turning	1.21
Thread grooving	1.22
Extended offer	1.23
Grade information	1.24

Главные разделы A-G делятся на подразделы "Технологические решения" и "Ассортимент инструмента".



Нашей целью было создание простого и удобного в использовании технического руководства. Оно логически структурировано, содержит множество иллюстраций и краткий, но информативный текстовый материал.

Как уже говорилось, данное руководство следует использовать в сочетании с "Основным каталогом" и последним дополнением к "Основному каталогу".

Большая часть информации, содержащейся в главном каталоге, не дублируется в данном техническом руководстве. Например, режимы резания приведены только в "Основном каталоге".

Главные разделы

- Главные разделы соответствуют индексации "Основного каталога" (A - Точение, B - Отрезка и обработка канавок и т.д.).
- В главе "H" приведена базовая информация как об обрабатываемых материалах, так и об инструментальных материалах.
- Формулы и прочая полезная информация (измерение шероховатости поверхности, допуски отверстий, диаграммы резьб и пр.) обобщены в главе "I".
- В конце данного руководства вы найдете перечень часто задаваемых вопросов (FAQ).

Подразделы

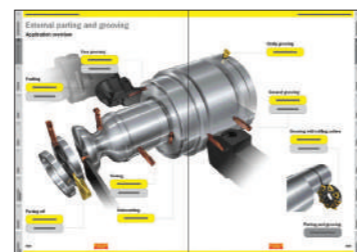
В каждом главном разделе A-G существуют подразделы, подразделяемые на "Технологические решения" и "Ассортимент инструмента".

- К разделу "Технологические решения" следует обращаться, если вам требуется помощь в выборе инструмента и оптимальном его применении.
- Если вы знаете, какой инструмент следует использовать, то вы можете больше узнать о том или ином инструменте в разделе "Ассортимент инструмента". Информация о сплавах приведена в конце раздела "Ассортимент инструмента".

Технологические решения - примеры страниц из главы "Отрезка и обработка канавок"



1. Общая информация в разделе "Основные положения".



2. Обзор технологических решений начинается с двухстраничного обзора.



3. Каждый подраздел состоит из "Выбора инструмента" и "Практических рекомендаций".



4. Информация о поиске и устранении неисправностей приведена в конце раздела "Технологические решения".

Ассортимент инструмента - примеры страниц из главы "Отрезка и обработка канавок"



Подробная информация о каждом инструменте.



Информация о сплавах в конце раздела "Ассортимент инструмента".

Экономика производства

ТОЧЕНИЕ A

ОТРЕЗКА И ОБРАБОТКА КАНАВОК B

НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ C

ФРЕЗЕРОВАНИЕ D

СВЕРЛЕНИЕ E

РАСТАЧИВАНИЕ F

ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ОСНАСТКА G

МАТЕРИАЛЫ H

ИНФОРМАЦИЯ/УКАЗАТЕЛЬ I



Новое техническое руководство

Данное руководство заменяет справочник “Руководство по металлообработке” от 2005 года.

Цель настоящего руководства - обеспечение информацией, необходимой для надёжной и эффективной обработки материалов с помощью инструментов Sandvik Coromant.

Данное руководство рекомендуется использовать в сочетании с “Основным каталогом” и последним дополнением к “Основному каталогу”. В совокупности эти издания позволяют узнать о:

- выборе оптимального метода обработки
- выборе инструмента
- применении и обслуживании инструмента
- методах повышения производительности
- о том, как устранить возникающие проблемы
- технических характеристиках инструмента
- формулах для расчета параметров резания
- особенностях обработки конкретного материала.

Вы можете скачать руководство в формате PDF с сайта www.coromant.sandvik.com/ru или заказать на CD.

Полезным дополнением к данному изданию окажется новый калькулятор для расчета параметров резания. Подробная информация у Вашего регионального представителя Sandvik Coromant.

НОВИНКА!



Данное руководство заменяет действующее “Руководство по металлообработке”

НОВИНКА!



Техническое руководство следует использовать в сочетании с “Основным каталогом” и последним дополнением к “Основному каталогу”

Другие каталоги/руководства

Тяжёлая обработка и сверление глубоких отверстий

Обратите внимание, что информация о тяжёлой обработке и сверлении глубоких отверстий не включена ни в данное руководство, ни в “Основной каталог”. Для этих областей существуют отдельные каталоги/руководства:

- “Тяжелая токарная обработка”, код заказа C-1002:3
- “Глубокое сверление”, код заказа C-1202:1

CoroKey – лучший выбор!

CoroKey представляет собой краткий каталог с инструментом первоочередного выбора для всех основных областей применения.

Электронный каталог

CoroGuide Web - интернет приложение с электронным каталогом, включающим в себя модуль по выбору режимов резания, которое Вы можете найти на нашем сайте www.coromant.sandvik.com/ru.

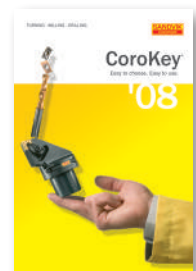
Программа для расчета параметров резания для фрез CoroMill Plura и CoroMill 316 на CD, код заказа: C-2948:063.



Каталог “Тяжелая токарная обработка”



Каталог “Глубокое сверление”



Каталог CoroKey

Экономика производства

Что такое производительность?

Понятие производительности имеет несколько определений, Sandvik Coromant определяет её как “Выход/Вход”. Сделать больше, затратив меньше.

На выход может влиять несколько факторов:

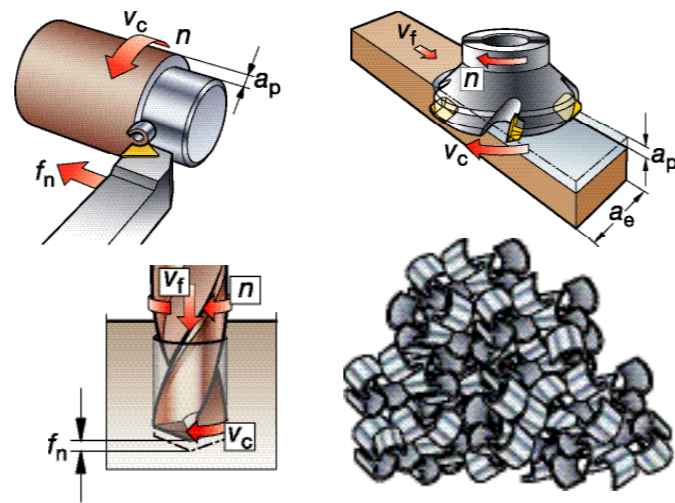
- выбор метода обработки и траектории перемещения инструмента
- выбор инструмента, геометрии пластины и твёрдого сплава
- параметры резания (скорость, подача и глубина резания)
- низкий процент производственного брака
- сокращение доли вспомогательного времени и увеличение доли основного
- сокращение номенклатуры инструмента
- технические обучения персонала - улучшение понимания.

Одним из ключевых факторов является скорость снятия металла “Q”, которая измеряется количеством материала, снимаемого в единицу времени (см³/мин).

Точение: Глубина резания x подача на оборот x скорость резания (см³/мин).

Фрезерование: Глубина резания x ширина резания x подача стола (см³/мин).

Сверление: Площадь отверстия x скорость подачи (см³/мин).



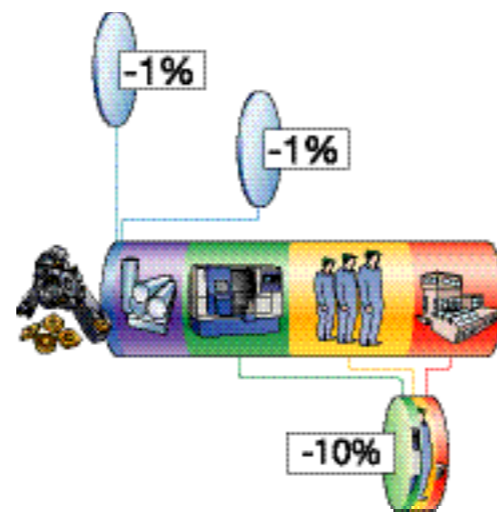
Повышение режимов резания уменьшает затраты

Повышение параметров резания и совершенствование технологического процесса могут значительно сократить затраты на одну деталь и, соответственно, увеличить рентабельность производства. В большинстве случаев гораздо выгоднее увеличить режимы резания, чем стойкость инструмента. Соответственно, гораздо выгоднее использовать режущие инструменты, работающие на высоких режимах резания, чем использовать инструменты с низкой производительностью.

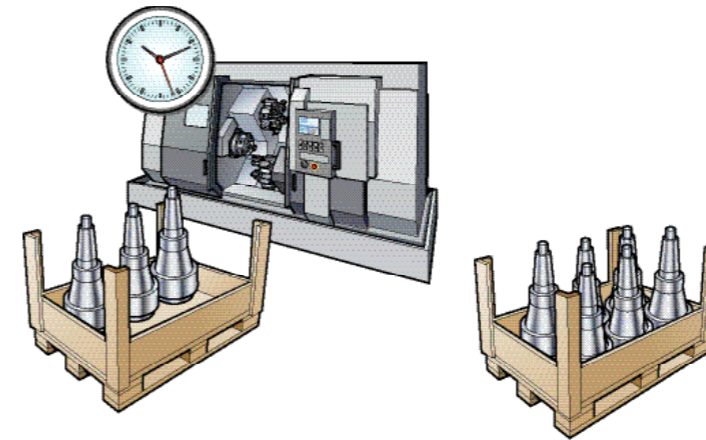
Срок службы инструмента и его стоимость оказывают меньший эффект на стоимость готовых деталей по сравнению с режимами резания. Непосредственное влияние на стоимость готового изделия оказывают параметры резания и структура затрат предприятия.

• Например: 20%-е увеличение режимов резания может снизить затраты на одну деталь более чем на 10%, поскольку это влияет на затраты на станки, накладные расходы и оплату труда операторов.

• 50%-е увеличение срока службы инструмента или 30%-е снижение его стоимости приведет к общему снижению затрат на одну деталь всего лишь на 1%, так как затраты на инструменты в среднем составляют 3-5% от производственных затрат.



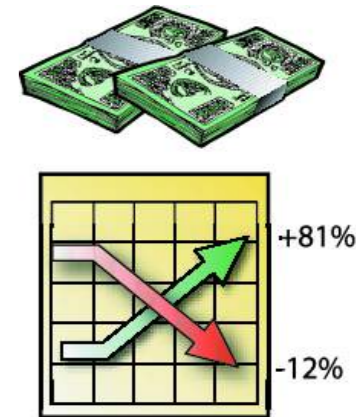
Влияние параметров резания на валовую прибыль



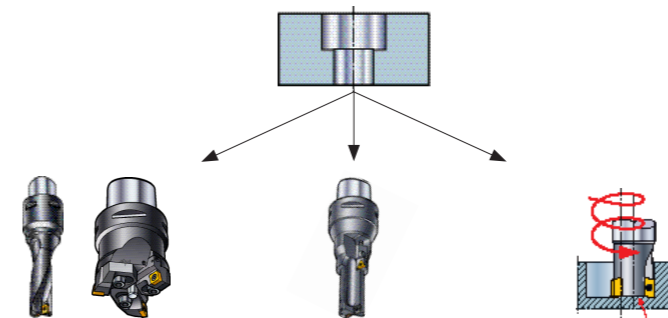
Еще одним методом анализа эффективности параметров резания является рассмотрение влияния на валовую прибыль предприятия. В типичном примере общее время обработки определенной детали было сокращено с 8 минут 6 секунд до 6 минут 36 секунд.

Это позволило предприятию изготавливать за смену 62 детали вместо 51.

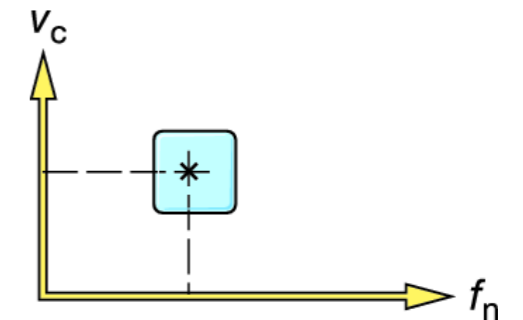
В этом примере затраты на одну деталь были сокращены на 12%, а валовая прибыль выросла на 81%!



Несколько путей повышения производительности



Прежде всего необходимо выбрать наиболее производительный метод для конкретных условий обработки. Нередко имеется несколько вариантов, выбор которых зависит от размера партии, типа станка, материала заготовки и т.д.



После выбора оптимального метода и инструмента следует назначить режимы резания. Они во многом определяют производительность, экономическую эффективность и надежность обработки.

Чтобы увеличить производительность, важно детально изучить процесс. Для каждой конкретной металлорежущей операции существует конкретный метод ее оптимизации. В этом руководстве вы найдете множество полезных рекомендаций по повышению эффективности обработки, посредством выбора лучшего метода, наиболее оптимальных инструментов и режимов резания.

Бренд Sandvik Coromant представлен продавцами и техническими специалистами в 60 странах мира, которые готовы оказать Вам квалифицированную техническую помощь.

