LEADWELL

Г.И. Андреев

# РАБОТА НА ТОКАРНЫХ СТАНКАХ С ЧПУ

**с системой ЧПУ FANUC**

2005

www.irlen.ru
ИРЛЕН
инжиниринг

*Обрабатывающие центры с ЧПУ*

**Санкт – Петербург ; Москва ; Екатеринбург**

(812) 513-81-70; 970-37-59; (095) 786-77-24; (343) 213-93-07

Настоящее издание является собственностью ЗАО «ИРЛЕН-инжиниринг». Любое копирование и распространение разрешается только с согласия собственника. Не допускается использование издания в коммерческих целях.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

**Введение**

## 1.Токарные станки

**1.1. Технологический процесс и программирование**

1.1.1. Анализ чертежа

1.1.2. Выбор и установка инструмента

1.1.3. Разработка управляющей программы

**1.2. Работа с пультом оператора**

1.2.1. Пульт системы ЧПУ FANUC

1.2.2. Пульт станка

**1.3 Наладка станка**

1.3.1. Установка инструмента

1.3.2. Привязка инструмента

1.3.3. Определение нуля детали

1.3.4. Ввод и вывод управляющих программ

1.3.5. Графический контроль управляющих программ

1.3.6. Особенности работы в автоматическом режиме

**Заключение**

**Литература**

# ВВЕДЕНИЕ

Настоящее пособие разработано для технологов и наладчиков, работающих на токарных станках с ЧПУ. В нем описываются методы программирования и наладки станков с ЧПУ, которые в силу различных обстоятельств не попали в эксплуатационную документацию по станкам и системам ЧПУ, не описаны или недостаточно четко изложены в технической литературе. Кроме того, в пособии изложены материалы на основании практического производственного опыта авторов. Все материалы по программированию и работе даны применительно к станкам, оснащенных системой ЧПУ FANUC 0,18,21и **i** - версий.

В то же время авторы не претендуют на исключительность всего написанного и будут благодарны за отзывы и замечания по данной работе. Книга рассчитана на специалистов, знакомых с общими и специальными вопросами обработки на станках с ЧПУ.

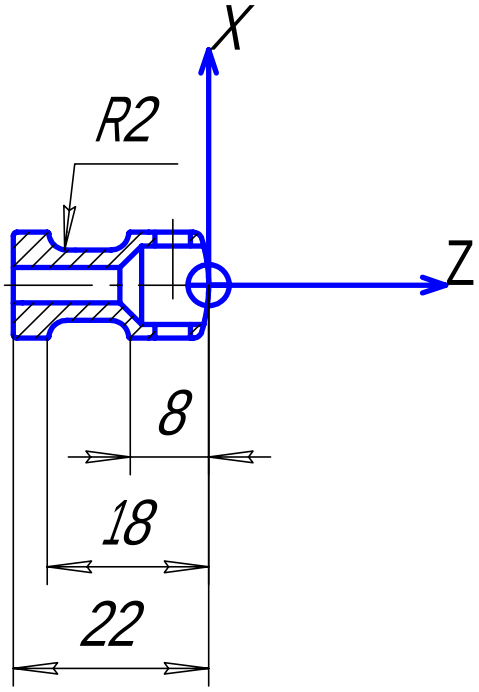
# 1. ТОКАРНЫЕ СТАНКИ

# 1.1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС И ПРОГРАММИРОВАНИЕ

## 1.1.1. АНАЛИЗ ЧЕРТЕЖА

- На чертеже детали в первую очередь необходимо рассмотреть простановку размеров с точки зрения выбора нуля детали. Строго говоря, он может быть в любом месте, но требование только одно – **ЭТО ДОЛЖНА БЫТЬ ФИЗИЧЕСКАЯ ПОВЕРХНОСТЬ**, которой можно было бы удобно коснуться инструментом. Как правило, на практике в качестве нуля детали выбирают торец, обращенный к суппорту станка. Если размеры заданы не от выбранного нуля, то их необходимо будет пересчитать. При наличии чертежа, выполненного в CAD – системе эта задача упрощается.
- Необходимо также обратить внимание на величину радиусов сопряжения поверхностей. Внутренние радиусы должны быть равны или больше СТАНДАРТНЫХ радиусов скругления инструмента, наиболее распространенными являются радиусы 0.2;0.4;0.8 и 1.2.
- В ступенчатых отверстиях угол перехода между отверстиями должен быть равен стандартному углу заточки сверла, например, для стали он равен 118° - 120°

Пример детали приведен ниже:



## 1.1.2. ВЫБОР И УСТАНОВКА ИНСТРУМЕНТА

В современных станках с ЧПУ, как правило, необходимо применять инструмент со сменными пластинами. Основные преимущества:

- Существенно сокращается время подналадки инструмента за счет исключения его привязки и выставки по высоте центров.
- Возможность быстрого подбора режимов резания путем замены пластин с другой геометрией.
- Стабильное получение шероховатости и точности при прочих равных условиях.
- Надежное дробление стружки.
- Отпадает необходимость в заточке инструмента.

Выбор инструмента со сменными пластинами [ 1 ]:

Предложенная последовательность выбора инструмента позволяет наикратчайшим путем прийти к наиболее эффективному решению задачи инструментального оснащения технологического процесса токарной обработки. Она носит рекомендательный характер. В зависимости от конкретных особенностей техпроцесса, имеющегося оборудования и оснастки возможны отступления от рекомендаций.

| Рекомендуемая последовательность действий | Основные факторы, влияющие на выбор |
|---|---|
| 1 Выбор системы крепления режущей пластины | – Свойства обрабатываемого материала<br>– Возможность использования двусторонних пластин<br>– При внутренней обработке — диаметр растачиваемого отверстия<br>– Жесткость системы "станок-приспособление-инструмент-заготовка" |
| 2 Выбор типа державки и формы режущей пластины | – Профиль обрабатываемой поверхности<br>– Технологические особенности оборудования |
| 3 Выбор размера и геометрии передней поверхности пластины | – Свойства обрабатываемого материала<br>– Максимальная величина глубины резания для данной операции<br>– Форма пластины и величина главного угла в плане<br>– Конструкция пластины (1- или 2-сторонняя) |
| 4 Выбор радиуса при вершине пластины $r_\varepsilon$ | – Требования по шероховатости поверхности обрабатываемой детали<br>– Жесткость системы "станок-приспособление-инструмент-заготовка" |
| 5 Выбор присоединительного размера державки и посадочного гнезда пластины | – Размеры резцедержателя станка<br>– Выбранный в п.3 размер режущей пластины |
| 6 Выбор марки твердого сплава режущей пластины | – Тип операции<br>– Условия обработки<br>– Область применения по ISO |

## 1 Выбор системы крепления режущей пластины

| Система крепления | Вид обработки | |
|---|---|---|
| | Наружная | Внутренняя |
| P/M | Первый выбор для наружной обработки. Наиболее жесткая конструкция крепления режущих пластин. Возможность использования двусторонних пластин. | Обработка диаметров от 32 мм.* Высокие требования к системе "станок-приспособление-инструмент-заготовка". Жесткая конструкция. Возможность использования двусторонних пластин. |
| S | Наиболее предпочтительный выбор при обработке материалов, склонных к наклепу и наростообразованию. Использование пластин с задним углом. | Компактная конструкция этой системы крепления позволяет обрабатывать диаметры от 20 мм.* Низкие силы и плавный процесс резания позволяет практически исключить вибрации. |
| C | Устаревшая система крепления режущих пластин. При разработке новых техпроцессов рекомендуется использовать более современные конструкции. | Устаревшая система крепления режущих пластин. При разработке новых техпроцессов рекомендуется использовать более современные конструкции. |

## 2 Выбор типа державки и формы режущей пластины

Выбор державки и пластины зависит, главным образом, от профиля обрабатываемой поверхности, типа технологического оборудования (станок с ЧПУ или без), и определяется главным и вспомогательным углами в плане. В зависимости от выбранной ранее системы крепления и, принимая во внимание возможные направления подачи инструмента, сделайте выбор необходимого типа державки и формы пластины.

## 3 Выбор размера и геометрии передней поверхности пластины

*Выбор геометрии передней поверхности режущей пластины*

Основными факторами при выборе геометрии передней поверхности режущей пластины являются:

1. Тип обработки (чистовая, получистовая, легкая черновая и черновая)

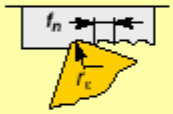
| Параметры режимов резания | Тип обработки | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Чистовая | Получистовая | Легкая черновая | Черновая |
| Глубина резания t, мм | 0.25 – 2.0 | 0.5 – 3.0 | 2.0 – 6.0 | 5.0 – 10.0 |
| Подача $f_n$, мм/об | 0.05 – 0.15 | 0.1 – 0.3 | 0.2 – 0.5 | 0.4 – 1,8 |

2. Принадлежность обрабатываемого материала к какой-либо из основных групп обрабатываемых материалов P, M или K

## 4 Выбор радиуса при вершине пластины

*Получистовая, легкая черновая и черновая обработка*

- Для обеспечения прочности рекомендуется выбирать максимально возможный радиус при вершине $r_\varepsilon$
- При возникновении вибрации следует выбрать пластины с меньшим радиусом




Рекомендуемый диапазон подач

| Радиус при вершине пластины $r_\varepsilon$, мм | 0.4 | 0.8 | 1.2 | 1.6 | 2.4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Диапазон подач $f_n$, мм/об | 0.25–0.35 | 0.4–0.7 | 0.5–1.0 | 0.7–1.3 | 1.0–1.8 |

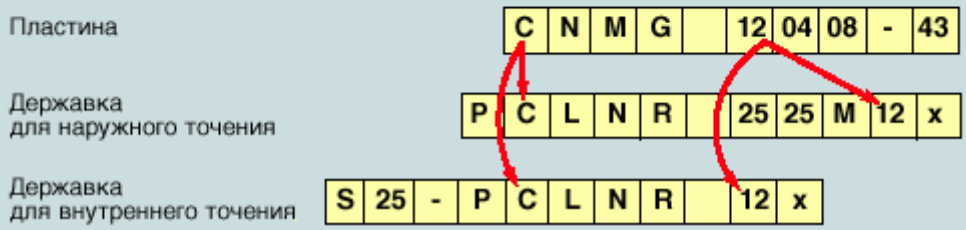
Более высокие подачи рекомендуются для пластин:

- с углом при вершине не менее 60°
- односторонних
- устанавливаемых с углом в плане менее 90°
- при обработке материалов с хорошей обрабатываемостью

***Подача не должна превышать величину радиуса при вершине режущей пластины***

## 5 Выбор присоединительного размера державки и посадочного гнезда пластины

Присоединительный размер державки определяется типом используемого оборудования. При возникновении нескольких вариантов предпочтение следует отдать тому, при котором сечение державки максимально, а вылет — минимален.
Посадочное гнездо в выбранной державке должно соответствовать форме и размеру используемой пластины. Для исключения ошибок можно руководствоваться правилом, основанном на совпадении соответствующих элементов стандартных обозначений:



## 6 Выбор марки твердого сплава режущей пластины

Выбор марки твердого сплава режущей пластины зависит от следующих факторов:

1. *Тип обрабатываемого материала по ISO*

| Группа по ISO | Обрабатываемый материал | Пример материала |
|---|---|---|
| P | Стали<br>Углеродистые<br>Легированные<br>Высоколегированные и инструментальные<br>Стальное литье | <br>08кп, 10, А12, Ст3, 45, А40Г, 60, У7А<br>20Х, 12ХН13А, 38Х2Н2МА, ШХ15ГС<br>7ХФ, 9ХС, ХВГ, Р6М5<br>20Л, УВЛ, 35ХГСЛ, 5Х14НДЛ, Г13 |
| M | Нержавеющие стали<br>Титановые сплавы<br>Жаропрочные | 12Х13, 12Х18Н10Т, 11Х11Н2В2МФ<br>ВТ1-00, ВТ5, ВТ14<br>ХН32Т, ХН67ВТМЮЛ, Haynes 151 |
| K | Чугуны<br>Цветные металлы<br>Материалы с высокой поверхностной твердостью | СЧ10, СЧ45, ВЧ35, ВЧ100, КЧ37-12, КЧ50-5<br>АМГ2, Д16, АЛ3, ЛС63-1, Л96, ЛО70-1, М00к<br>Закаленная сталь HRC 45-60, ЧХ16 |

2. *Условия обработки*

**ХОРОШИЕ** — Высокие скорости. Непрерывное резание. Предварительно обработанные заготовки. Высокая жесткость технологической системы "станок-приспособление-инструмент-заготовка".
***Требования к твердому сплаву – высокая износостойкость.***

**НОРМАЛЬНЫЕ** — Умеренные скорости резания. Контурное точение. Поковки и отливки. Достаточно жесткая система "станок-приспособление-инструмент-заготовка".
***Требования к твердому сплаву – хорошая прочность в сочетании с достаточно высокой износостойкостью.***

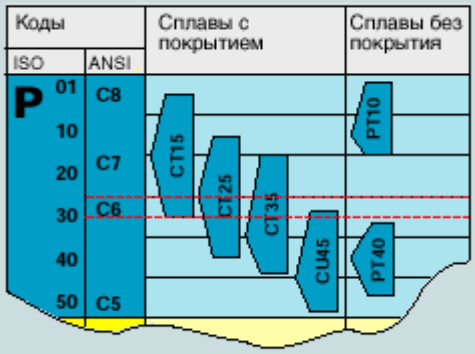
**ТЯЖЕЛЫЕ** — Невысокие скорости. Прерывистое резание. Толстая корка на литье или поковках. Нежесткая система "станок-приспособление-инструмент-заготовка".
***Требования к твердому сплаву – высокая прочность.***

3. *Область применения*

Определение области применения твердого сплава

| Условия обработки | ISO | Тип обработки | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Чистовая | Получистовая | Легкая черновая | Черновая |
| ХОРОШИЕ | P | P01-P10 | P10-P25 | P25-P30 | P30-P35 |
| | M | M10-M15 | M15-M20 | M20-M25 | M25-M30 |
| | K | K01-K05 | K05-K10 | K10-K15 | K15-K20 |
| НОРМАЛЬНЫЕ | P | P10-P25 | P25-P30 | P30-P35 | P35-P40 |
| | M | M15-M20 | M20-M25 | M25-M30 | M30-M35 |
| | K | K05-K10 | K10-K15 | K15-K20 | K20-K25 |
| ТЯЖЕЛЫЕ | P | P30-P35 | P35-P40 | P40-P45 | P45-P50 |
| | M | M20-M25 | M25-M30 | M30-M35 | M35-M40 |
| | K | K10-K15 | K15-K20 | K20-K25 | K25-K30 |

После определения области применения по диаграмме выберите наиболее подходящий твердый сплав.




**Пример:**

Материал — Сталь 45.
Тип обработки — получистовая.
Условия обработки — заготовка с легкой литьевой коркой и небольшим биением, обработка на оборудовании с нормальной жесткостью, средние скорости резания.

1. Обрабатываемый материал — **группа P** по классификации ISO.
2. Условия обработки – **нормальные.**
3. Область применения твердого сплава: **P25-P30**.

Полученному диапазону области применения P25-P30 соответствуют три сплава – CT15, CT25 и CT35.

Рекомендуется выбирать сплав, у которого середина области применения находится ближе всех к диапазону области применения твердого сплава.
В данном случае – это сплав **CT25**.
Возможным вариантом для выбора (как более прочный, но менее износостойкий) может также быть и сплав **CT35**.

# Выбор режимов резания

## *Выбор подачи*

### Черновая обработка

При черновой обработке следует стремиться выбрать максимально возможную подачу. Ограничениями при этом являются :

- мощность станка,
- жесткость системы "станок-приспособление-инструмент-заготовка",
- несущая способность выбранной режущей пластины с учетом геометрии передней поверхности.

Экономически целесообразны при черновой обработке такие режимы, при которых большой удельный съем металла достигается за счет комбинации большой подачи и умеренной скорости резания.

### Чистовая обработка

Величина чистовой подачи в зависимости от требуемого качества обработанной поверхности (параметр $R_{max}$) при заданном радиусе при вершине инструмента может быть определена по графику или вычислена по формуле приведенной в разделе "Общая техническая информация".
Следует помнить, что полученное теоретическим путем значение чистовой подачи, обеспечит на практике требуемое качество обработанной поверхности только при соблюдении следующих условий:

- используемая геометрия передней поверхности пластины обеспечивает устойчивое стружкодробление,
- скорость резания выбрана достаточно высокой, чтобы избежать наростообразования,
- отсутствуют вибрации.

## *Выбор скорости резания*

Исходными данными для определения скорости резания $V_c$ являются:

- Марка обрабатываемого материала и его твердость
- Марка твердого сплава
- Величина подачи $f_n$, мм/об

Необходимо также задаться требуемым периодом стойкости иструмента.

Выбор скорости резания начинается с определения начальной скорости резания $V_{C0}$. Затем определяется действительная скорость резания $V_c$ с учетом требуемой стойкости инструмента и отклонений твердости обрабатываемого материала.

### *Определение начальной скорости резания $V_{C0}$*

В каждом из разделов ("Общее точение", "Отрезка и обработка канавок" и "Резьбонарезание") приведены таблицы для определения начальной скорости резания для различных обрабатываемых материалов в зависимости от подачи и марки твердого сплава. Значения скоростей резания, приведенные в таблицах расчитаны на базовый период стойкости режущей кромки в 15 мин.

### *Определение действительной скорости резания $V_C$*

Действительная скорость резания определяется по формуле:

$$V_C = V_{C0} \times k_{HB} \times k_t \quad \text{, где}$$

$k_{HB}$ — поправочный коэффициент, зависящий от разности реальной твердости обрабатываемого материала и табличного значения,

$k_t$ — поправочный коэффициент для периодов стойкости, отличных от 15 мин.

Значения поправочного коэффициента $k_{HB}$

**ИЗМЕНЕНИЯ В ТВЕРДОСТИ**

| Группа по СМС коду | Уменьшение твердости ← Твердость по Бринеллю (HB) | | | | | Увеличение твердости → | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | -80 | -60 | -40 | -20 | 0 | +20 | +40 | +60 | +80 |
| 01 | - | - | - | 1,07 | 1,0 | 0,95 | 0,90 | - | - |
| 02 | 1,26 | 1,18 | 1,12 | 1,05 | 1,0 | 0,94 | 0,91 | 0,86 | 0,83 |
| 03 | - | - | 1,21 | 1,10 | 1,0 | 0,91 | 0,84 | 0,79 | - |
| 05 | - | - | 1,21 | 1,10 | 1,0 | 0,91 | 0,85 | 0,79 | 0,75 |
| 06 | - | - | 1,31 | 1,13 | 1,0 | 0,87 | 0,80 | 0,73 | - |
| 07 | - | 1,14 | 1,08 | 1,03 | 1,0 | 0,96 | 0,92 | - | - |
| 08 | - | - | 1,25 | 1,10 | 1,0 | 0,92 | 0,86 | 0,80 | - |
| 09 | - | - | 1,07 | 1,03 | 1,0 | 0,97 | 0,95 | 0,93 | 0,91 |
| 20 | 1,26 | - | 1,11 | - | 1,0 | - | 0,90 | - | 0,82 |
| **Группа по СМС коду** | **Твердость по Роквеллу (HRC)** | | | | | | | | |
| | | | -6 | -3 | 0 | +3 | +6 | +9 | |
| 04 | | | 1,10 | 1,02 | 1,0 | 0,96 | 0,93 | 0,90 | |

Значения поправочного коэффициента $k_t$

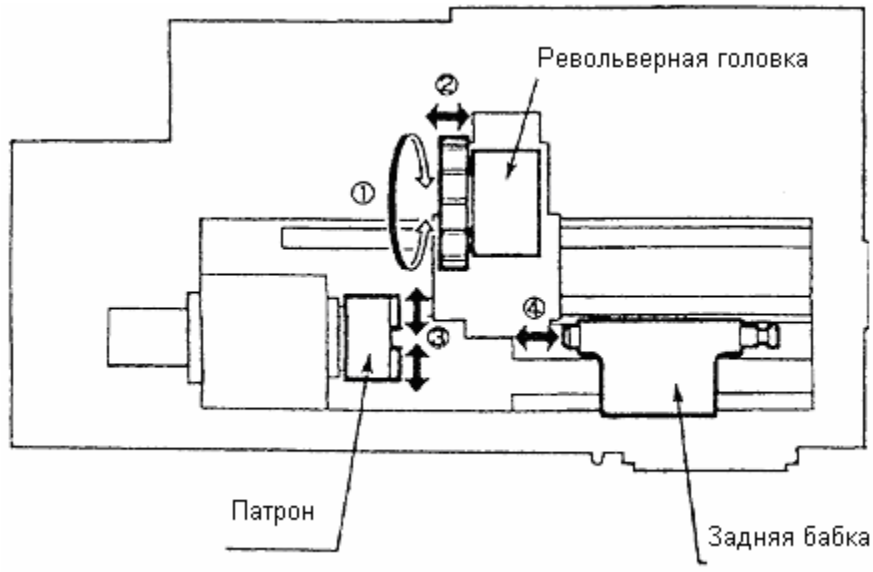
| Стойкость (мин) | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 45 | 60 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Коэффициент коррекции $k_t$ | 1,10 | 1,0 | 0,95 | 0,90 | 0,87 | 0,80 | 0,75 |

При выборе **правого** или **левого** инструмента необходимо иметь в виду следующее:

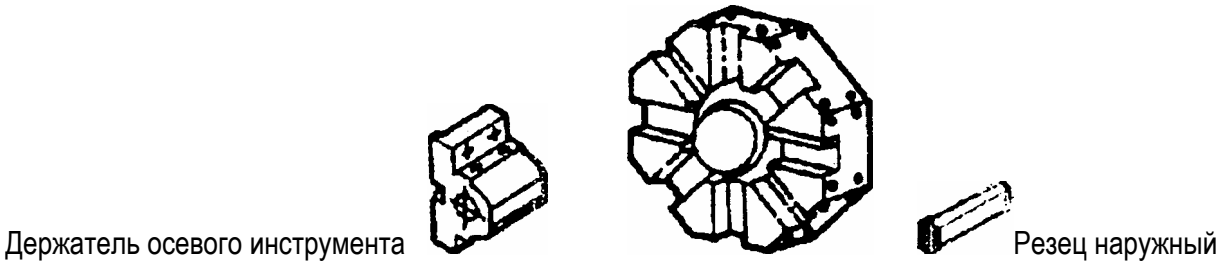
- ПРАВЫЙ инструмент располагается в револьверной головке ( здесь и далее будет идти речь только о револьверной головке, расположенной ЗА ОСЬЮ ЦЕНТРОВ СТАНКА) «вниз головой», что приводит к надежному падению стружки в стружкосборник станка. Кроме того, правые резцы можно использовать на станках с ручным управлением. Правую резьбу можно нарезать, как правило, только правым резцом.
- ЛЕВЫЙ инструмент  располагается в револьверной головке «вверх головой», стружка летит соответственно вверх и сильно загрязняет рабочие поверхности станка, при этом более удобно видеть состояние передней поверхности пластины для определения ее износа. Однако при использовании левого инструмента необходимо не забывать в программе менять направление вращения шпинделя с левого на правое при переходе на работу правым инструментом.

После того, как выбран инструмент, необходимо определить в каком гнезде револьверной головки он будет установлен.

Рисунок станка с 8 позиционной револьверной головкой представлен ниже




8- позиционная револьверная головка




При определении номера гнезда надо иметь в виду следующее:

- Револьверную головку желательно нагружать инструментом равномерно

- Желательно закрепить за наиболее часто используемым инструментом постоянные гнезда, например:

Черновой наружный резец – Т1
Центровка – Т2
Чистовой наружный резец – Т3, и так далее

- Расположение осевого и радиального инструмента должно быть таким, чтобы не было столкновений осевого инструмента с кулачками патрона.

## 1.1.3. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

В настоящее время на рынке программных продуктов России предлагается довольно значительное количество САМ – систем (Computer Automation Manufacturing – системы автоматизированной разработки управляющих программ). Их использование является наиболее предпочтительным, однако не у всех есть возможность приобрести систему. Системы ЧПУ Fanuc для токарных станков имеют довольно развитые циклы обработки поверхностей, что позволяет при известном навыке успешно разрабатывать программу на довольно сложные детали. При этом все же целесообразно использовать самый простой компьютер с текстовым редактором. Далее будет описан именно этот метод разработки управляющих программ.

### 1.1.3.1 Принцип разработки управляющей программы

Разработка управляющей программы (УП) сводится к определению технологической последовательности стандартных блоков обработки.
Блок обработки – это фрагмент управляющей программы, выполняемый **одним** инструментом на одной или нескольких поверхностях. Например:

- Подрезка торца
- Наружная черновая обработка
- Наружная чистовая обработка
- Центрование
- Сверление
- Сверление с дроблением стружки
- Нарезание резьбы метчиком
- Нарезание наружной резьбы резцом
- Отрезка

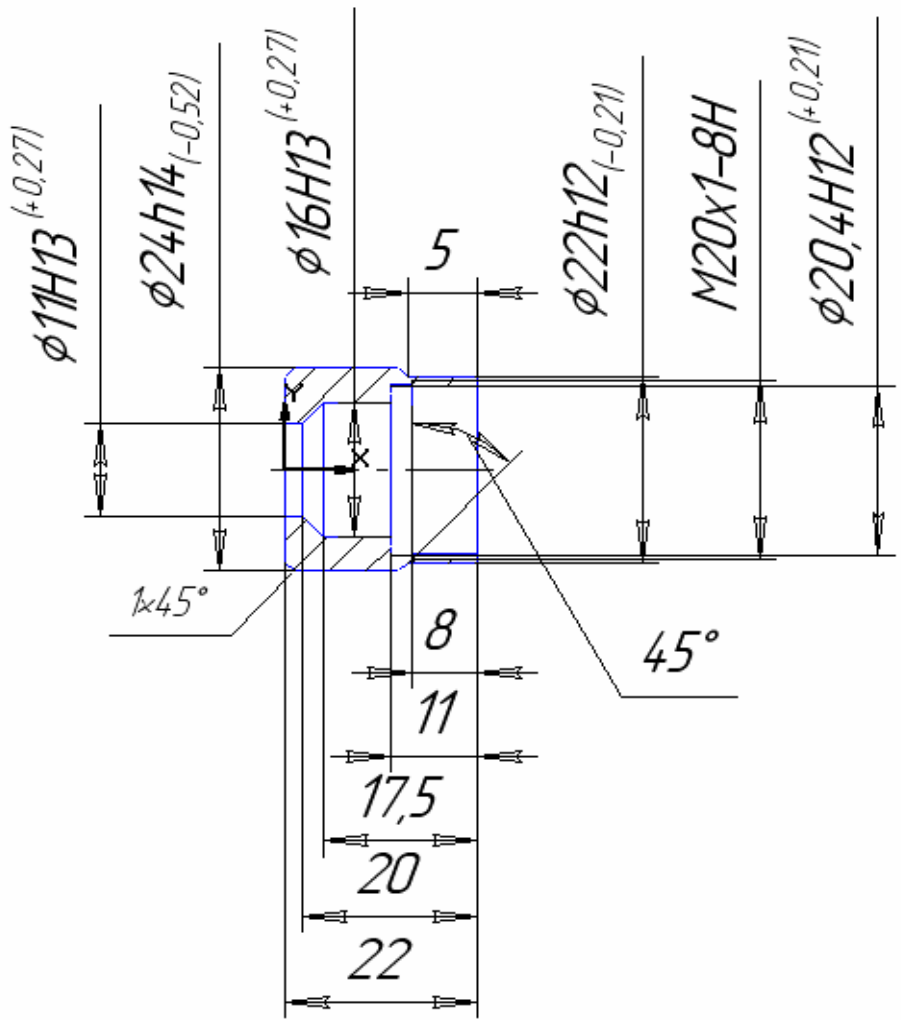
и т.д.
Каждый блок содержит:

1. Координаты точки смены инструмента
2. Подход к контрольной точке
3. Обработку
4. Отход в точку смены инструмента

Все блоки записаны в виде отдельных файлов и хранятся в какой-либо удобной папке.
Если тяжело разрабатывать УП с листа чертежа, то можно вначале записать последовательность блоков обработки в виде таблицы с указанием в ней режимов резания в соответствии с выбранным инструментом.

### 1.1.3.2 Пример разработки управляющей программы

Эскиз обрабатываемой детали «Втулка» представлен ниже.
Материал детали - Сталь 45, код СМС 01.2, твердость по Бриннелю НВ 150, Ø заготовки 25 мм, длина заготовки 800 мм, обработка производится на станке Т6 фирмы LEADWELL, Тайвань, с 12- позиционной револьверной головкой и устройством автоматической подачи прутка DH-65L.




Обработку ведем в закаленных кулачках. Заготовка прижимается к упору, который установим в гнездо 2 револьверной головки (РГ). В текстовом редакторе создаем файл управляющей программы с именем на английском языке. В нашем случае имя файла – WTULKA.
Копируем файл «Начало программы». Его вид представлен ниже. Далее курсивом будут даваться пояснения о содержании кадров программы, которых (пояснений) НЕ БУДЕТ в УП.

% - *символ начала файла, является обязательным*
:0001 – *номер программы, является обязательным. Если рядом в скобках указать наименование детали, ее обозначение по чертежу, то в стойке ЧПУ в режиме PROGRAM – DIR рядом с номером программы будут записаны эти сведения, что является удобным при поиске нужной программы.*
(KULACHOK ZAKAL) – *комментарии***.** Можно писать, что угодно, только латинскими прописными буквами и между круглыми скобками. Обычно здесь пишутся различные технологические данные. Основное достоинство то, что эти данные будут видны на экране системы ЧПУ. В режиме правки УП (EDIT) и ручном вводе УП с клавиатуры комментарии ввести невозможно.
(GAIKA )
(ZAGOTOVKA D= L= N= DET)
(CYCLE TIME M S)
(G50 Z ) – *координата нуля детали. Вводится при наладке станка в режиме MDI*

N1 G0 X200. Z200. T700 – *точка смены инструмента Т7. (00 показывает, что коррекция на инструмент ВЫКЛЮЧЕНА).* Точка смены инструмента выбирается произвольно, обычно это удобные числа. Координата по Z определяется по вылету самого длинного инструмента, как правило, это осевой инструмент. Координата по X выбирается исходя из перемещения РГ по X, для станка Т6 максимальное перемещение по оси X 210 мм. Самое важное – это чтобы в точке смены инструмента вращение РГ не привело к столкновению инструмента с деталью, патроном или другими элементами станка. При высоких скоростях холостых перемещений по G0 на современных станках нет необходимости экономить на безопасном расстоянии, время обработки практически не увеличивается. Выход в точку смены ОБЯЗАТЕЛЬНО должен производиться с отменой коррекции, в противном случае эта точка будет физически переменной, т.к. будет учтена коррекция по осям X и Z на соответствующий инструмент и чем больше разница в значениях корректоров на каждый инструмент ( в основном по Z ), тем больше отличия в положении точки смены.
Точка смены инструмента может быть и в нуле станка, тогда кадр движения в точку смены выглядит:
N1 G0 G28 U0 W0 T700
В этом случае точка смены физически всегда постоянна независимо от величины коррекции на инструмент.
**Выходить в точку смены необходимо с номером инструмента, который работал (**G0 G28 U0 W0 T700) , либо вообще не указывать номер инструмента (G0 G28 U0 W0 ). В противном случае РГ **начнет вращаться** не достигнув точки смены, а вместе с движением, и произойдет столкновение инструмента с деталью. Смена инструмента ( 7-го на 1-ый ) дается в отдельном кадре:

N1 G0 G28 U0 W0
N2 T101

N3 G50 S2200 – *ограничение максимального числа оборотов шпинделя*

## НАЧАЛО ПРОГРАММЫ

**Здесь и далее жирным шрифтом выделены изменения, внесенные для нашего примера – деталь «ВТУЛКА».**

%
**:0010(WTULKA )**
(KULACHOK ZAKAL)
(**ZAGOTOVKA D=25 L= 800, N=31 DET)**
(CYCLE TIME M S)
(**G50 Z 397**)
(UPOR) - *в гнезде 2 стоит упор*
N1 G0 **X150 Z150 T200**
N2 G50 **S3000**

**Примечание.** В кадре N1 и далее в адресе координат опущены точки. Координата **150** воспринимается стойкой ЧПУ как 150 мм и определяется соответствующим параметром системы ЧПУ. При другой установке параметра координата **150** воспринимается как 150 дискрет (1 дискрета 0,001 мм) и составляет соответственно 150*0,001=0,15 мм. При ручном вводе УП и при недостаточной памяти для программ в стойке ЧПУ точку можно не вводить.

Следующий блок обработки – сверление отв.Ø 11 мм на дл.24,5 ( длина детали 22 мм+3мм – ширина отрезного резца. Копируем файл «Сверление»:

(SVERLO **11**)
N4 G0 G97 X200 Z200 T600M8 – *в гнезде 6 стоит сверло Ø 11 мм*
N6 X0 Z25 T606 – *подход к контрольной точке с ВКЛЮЧЕННЫМ корректором.* Если в корректоре допущена ошибка, то при подходе на 25 мм от торца детали по оси Z в режиме SINGLE BLOCK (Отработка УП в покадровом режиме) будет на глаз видна ошибка в таблице корректоров и движение подачи можно успеть остановить. Координата контрольной точки может быть любой и определяться в зависимости от реакции оператора на своевременную остановку станка при опасности столкновения и умения его «на глаз» определять расстояние. Номер корректора **РЕКОМЕНДУЕТСЯ НАЗНАЧАТЬ РАВНЫМ НОМЕРУ ИНСТРУМЕНТА,** хотя принципиально он может быть любым.
N8 S530 M3 – *включение оборотов шпинделя по часовой стрелке - правые обороты*
N10 Z1 – *точка врезания сверла*
N12 G1 Z-3 F0.05 – *глубина врезания на малой подаче, т.к. центровка не применяется.*
N14 Z- F0.2 – здесь надо указать глубину сверления
N16 G0 Z5 – *отход от детали*
N18 G0 X200 Z250 T600 – *отход в точку смены*

(SVERLO 11)
N5 G0G97X**150**Z**150**T600M8
N7 X0Z25T606
N9 S580M3
N11 Z1
N13 G1Z-3F0.05
N17 Z-**24.5 F0.15**
N19 G0Z5
N21 G0X**150**Z**150**T600

Если необходимо применить дробление стружки БЕЗ ВЫВОДА сверла, то удобнее всего использовать цикл G74. При ПОЛНОМ ВЫВОДЕ сверла используется цикл G83. Стандартный блок обработки того же отверстия с использованием цикла G74 представлен ниже:
N19 G0 G97 X150 Z150 T600
N20 X0 Z25 T606
N21 S580 M3
N22 Z1
N23 G1 Z-3 F0.05
N24 G74 R0.3
N25 G74 Z-24.5Q3500 F0.15
N26 G0 Z5
N27 G0 X150 Z150 T600

Обозначение параметров цикла – в руководстве по программированию Fanuc. Необходимо иметь в виду следующее: координаты точки начала цикла равны координатам точки конца цикла во ВСЕХ циклах обработки, т.е. инструмент после окончания обработки ВСЕГДА возвращается в точку начала цикла. В нашем случае, после достижения координаты Z-24.5 сверло на быстром ходу (G0) возвратится на координату Z-3 и тогда перед уходом в точку смены сверло выйдет из детали (G0 Z5)

Следующий блок обработки – расточка отверстия. Копируем файл «Расточка»:

(S12Q-SCLCR-06+CCMT 060204)
N28 G0 G40 G96 X200 Z250 T300 – *точка смены инструмента. В гнезде 3- расточной резец*
N29 X10 Z25 T303 – *точка подхода с включенным корректором*
N30 S70 M3 – *постоянная скорость резания(G96 в кадре N28)*
N31 G41 X Z1 – *подход к точке врезания с включением коррекции на радиус слева*
N33 G71 U0.8 R0.2 – *кадр33 и 34 описывают цикл черновой расточки вдоль оси Z. Обозначение параметров цикла – в руководстве по программированию Fanuc*
N34 G71 P Q U-0.3 W.05 F0.12 S80
N35 G0 X S90 F0.07
N36 G1 Z0
N37 G3 X Z- R
N38 G1 Z-
N39 G0 Z10
N40 G0 G40 X200 Z250 T300

**Примечания.**

1. Кадр 31 – точка подхода по X должна быть равна Ø отверстия, т.е Ø 11, точка подхода по Z должна быть не менее 2-х радиусов скругления вершины резца, т.е. 0.4*2=0.8, округляем до 1.
2. Кадр 34 – при РАСТОЧКЕ величина припуска по X ( адрес U) должна задаваться СО ЗНАКОМ «минус».
3. Коррекция на радиус действует ТОЛЬКО при чистовой обработке (цикл G70).

(S**08K**-SCLCR-06+CCMT 060204)
N28 G0 G40 G96 X**150** Z**150** T300
N29 X**2**0 Z25 T**303**
N30 S70 M3
N31 G41 X**11** Z1
N33 G71 U0.8 R0.2
N34 G71 P**35** Q**41** U-0.3 W.05 F0.12 S80
N35 G0 X**20** S90 F0.07
N36 G1 Z0
N37 **X19.1Z-0.5**
N38 **Z-11**
N39**X16**
N40**Z-17.5**
N41**X11Z-20**
N42**G70P35Q41**
N43 G0 Z10
N44 G0 G40 X**150** Z**150** T300

По сравнению с исходным файлом «Расточка» в УП добавлен финишный цикл G70.

Следующий блок обработки - расточка канавки. Этот блок обработки написан вручную.

(GHIR 10-13-2+GMP2.00-01) – *в комментарии указан тип державки и пластинки (Искар)*
N46 G0G97X150Z150T800M8
N48 X17Z25T808
N52 S600M3
N54 Z1

N56 Z-10
N58 G1X18.5Z-10.9F0.03
N60 X20.4
N62 G0X18
N64 Z-9.9
N66 G1X20.4
N68 G0X17
N70 Z5
N72 X150Z150T800

Следующий блок обработки – нарезка внутренней резьбы М20х1 резцом. Копируем файл «Резьба внутр»:

N61 G0 G97 X200 Z250 T400 M8 – *нарезка резьбы ВСЕГДА на постоянных оборотах(G97)*
N62 X Z25 T404
N63 S800 M3
N64 Z6
N65 G76 P020060 Q80 R0
N66 G76 X Z- P541 Q150 F1
(X=D NAR)
N67 G0 X200 Z250 T400
*Обозначение параметров цикла – в руководстве по программированию Fanuc*

(GHIR-12-14-2+GMP2.4-MT0.05)
N74 G0 G97 X**150** Z**150** T400 M8
N76 X**18** Z25 T404
N78 S800 M3
N80 Z**4**
N82 G76 P0**1**0060 Q80 R0
N84 G76 X**20** Z**-10.8** P541 Q150 F1
(X=D NAR)
N86 G0 X**150** Z**150** T400

Следующий блок обработки – наружная обточка. Этот блок обработки написан вручную.

(SVJBR 2020 K11+VBMT 110204)
N88 G0G40G96X150Z150T100M8
N90 X30Z10T101
N92 S200M3
N94 G42X22Z2
N96 G01Z-5F0.08
N98 X24.17Z-6.08
N100 Z-25.5
N102 X26
N104 G0G40X30Z10
N106 G0G40X150Z150T100

Следующий блок обработки – отрезка. Копируем файл «Отрезка»:

(B=3)
N31 G0 G96 X200 Z250 T500

N M52 – *ловитель деталей включен*
N Z0 T505
N X100
N33 S90 M3
N34 G0X Z-
N35 G1 X F0.1 – *надрезка детали*
N36 G50 S600 – *ограничение числа оборотов. Это сделано для того, чтобы при уменьшении координаты X число оборотов оставалось постоянным( действует функция G96) и если после отрезки деталь будет подхвачена кулачками и ударится в конструктивы, или, что хуже, в защитное стекло, то последствия удара будут минимальны.*
N37 X-1 F0.06 – *уменьшение подачи, начиная с Ø8-10мм, т.к. при приближении к центру вращения на большой подаче возможно выкрашивание режущей кромки и преждевременная поломка резца.*
N38 G0 X100
N39 X200 Z250 T500 M9
N40 M5
N M53
N42 M30

**Примечание.** Как правило, ловитель деталей должен подходить после надрезки детали. Однако в некоторых конструкциях станков это невозможно, т.к. ловитель при подходе к зоне резания может задеть суппорт и сломаться. Это необходимо учитывать при разработке программы.

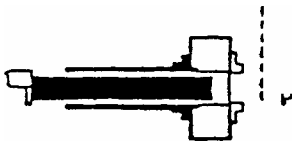
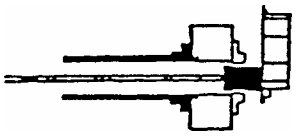
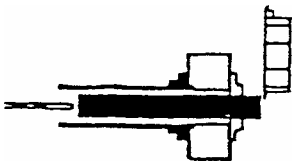
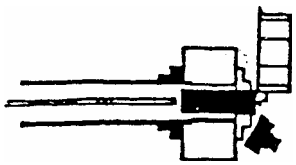
( LCUTOFF OD CUTOFF 5 DEG 2020 INSERT - R123G2-0300-0502-CM )
N108 G0 G96 X**150** Z**150** T500 M8
N110 **G96** S130 M03
N112 G0 X**30** Z**10**T505
N114 **Z-25**
N116 **X26**
N118 **G1 X15 F0.11**
N120 **M14**
N122 G50 **S800**
N124 **X9**
N126 **M15**
N128 G1 X**-1** F0.05
N130 **G0X50**.
N132 **Z10**.
N134 **M9**
N136 **M5**
N138 G0 X**150** Z**150** T500
N140 M30

Таким образом, программа разработана.

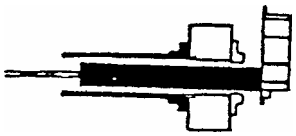
### 1.1.3.3 Разработка управляющей программы для станка с барфидером DH-65L

Устройство для автоматической подачи прутков (барфидер), в частности DH-65L, является дополнительной комплектацией токарного станка с ЧПУ и превращает токарный станок в токарно-револьверный автомат. Барфидер является пневмомеханическим устройством с собственной электронной системой управления и работает совместно с системой ЧПУ станка. За дополнительными сведениями о конструкции барфидера и правилам его эксплуатации необходимо обращаться к документу «Автоматическое устройство для подачи прутков DH-65. Руководство по эксплуатации».
Работа барфидера осуществляется по управляющей программе, в которой применяются подпрограммы, и используется включение и выключение режима “BDT”(BLOCK DELETE) – «Пропуск кадра».

## Рабочий цикл станка с ЧПУ Т6 с DH-65

| | Операция | Описание | Текст управляющей программы |
|---|---|---|---|
|  | 1.Подача первого прутка | Подача первого прутка производится в ручном режиме. Упор должен стоять на расстоянии 2-3 мм от торца кулачков или цанги, чтобы избежать удара в упор «с разгона» при подаче прутка | **O0010**<br>N1 M98P900020<br>N3 M30<br>**O0020**<br>N1 G0X0Z-101.T0202 |
|  | 2.Проталкивание заготовки до упора и зажим | Включение режима BDT<br>Включ. зажима в авт. режиме<br>Включение DH-65<br>Выдержка времени<br>Отход упора на скорости чуть меньше скорости толкателя<br><br>Выключение DH-65<br>Выдержка времени | N3 M33<br>N5 M31<br>N7 M26<br>N9 G04X5.<br>N11 G01G98Z0T202F5000<br>N13 M27<br>N15 G04X2.<br>N17 G99 |
|  | 3.Механическая обработка до отрезки | Механическая обработка детали: точение, сверление, нарезание резьбы и т.п. | N19 G50S2000<br>N21 G0X150.Z200.T0200<br>N22X150.Z200.T100<br>N…… |
|  | 4.Отрезка детали | Смена инструмента – отрезной резец<br><br>Подход к детали<br><br>Подход ловителя<br>Отрезка | N25 G0G40X150.Z200.T0500<br>N27 G97S1000M03<br>N29 G0X50.Z10.T0505<br>N31 Z-103.<br>N33 X15.<br>N34 M28<br>N35 G1X5.F.12<br>N37 X-1.F0.05 |

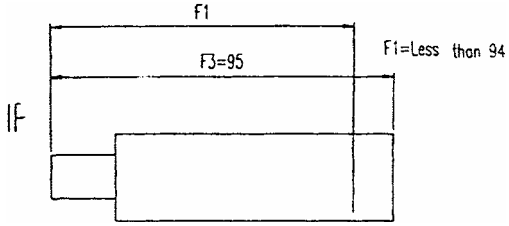
| | | | |
|---|---|---|---|
| | | Отход ловителя с отрезанной деталью | N39 G0X15.<br>N41 M29<br>N43 X150.Z200.T0500 |
| | 5.Проталкивание прутка для следующей детали до упора и зажим | Смена отрезного резца на упор и выключение шпинделя<br><br>Подпрограмма выталкивания остатка прутка не выполняется, т.к. включен режим BDT (см. кадр N3 УП O0020)<br>Отключение режима BDT<br>Конец подпрограммы | N45 G0X150.Z200.T0200M5<br>N47 X0Z-101.T0202 /N49 M98P0021<br><br>N51 M34<br>N53 M99 |
| | 6.Механическая обработка следующей детали до отрезки | Механическая обработка детали: точение, сверление, нарезание резьбы и т.п. | ……..<br>…….<br>……<br>……. |
| | 7.Отрезка | | |
| | 8.Повторение оп.5,6 | DH-65 при обработке последней детали **АВТОМАТИЧЕСКИ** формирует сигнал для УЧПУ **на отключение режима BDT** | |
| | 9.Отрезка ПОСЛЕДНЕЙ детали | После отрезки последней детали и подходе упора выполняется кадр N49-подпрограмма O0021 | N45 G0X150.Z200.T0200M5<br>N47 X0Z-101.T0202 /N49 M98P0021 |
| | 10.Выталкивание остатка | Отключение режима BDT<br>Включение DH-65<br>Отход упора в положение для беспрепятственного выталкивания остатка<br>Выдержка времени<br>Подход упора | **O0021**<br>N1 M34<br>N3 M26<br>N5 G0Z150.<br><br>N7 G4X5.<br>N9 G0Z-101.<br>. |

| | | | |
|---|---|---|---|
|  | 11.Ввод нового прутка в шпиндель | Выдержка времени для осуществления цикла загрузки нового прутка и проталкивания его до упора<br>Включение режима BDT<br>Конец подпрограммы | N11 G4X15.<br><br>N13 M33<br>N15 M99 |
| | Начало п.1 | Выполнение подпрограммы O0020 | |

**Примечание**. 1. Координаты в программе рассчитаны для изготовления (отрезки) тестовых заготовок Ø 12 мм длиной 100 мм.
2. Выдержки времени при работе барфидера с разными диаметрами прутков подбираются опытным путем.

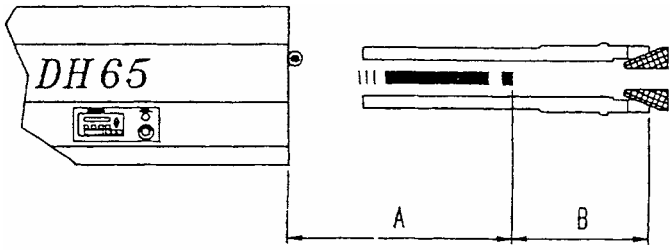
## Пояснения по выбору и установке величин F1 – F8

F1: минимальная длина
Минимальная длина готового изделия должна быть меньше установки F3. При механической обработке, если получаемое изделие короче предусмотренного минимального значения установки, поступит сигнал тревоги. В настоящее время этот параметр в системе управления барфидером не используется.



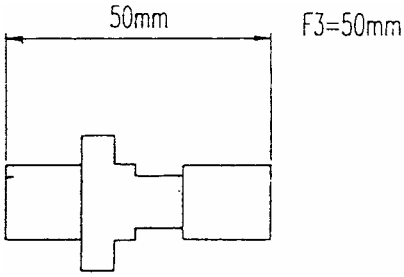

F2: Предельное положение толкателя

F2=A

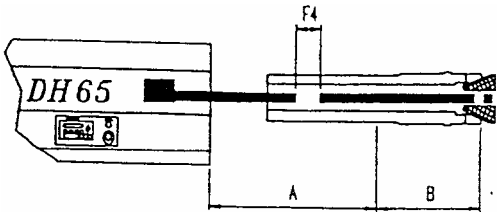



(1) Когда толкатель находится в зоне «А», обратный ход соответствует установке F4.
(2) Когда толкатель находится в зоне «В», обратный ход осуществляется до положения «А».

F3: длина детали с учетом ширины отрезного резца.
(1) Задайте значение F3 для данной длины детали
(2) При изменении длины детали, задайте новую величину F3.



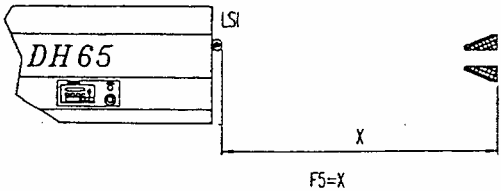
F4: обратный ход




Установка F4 должна быть более 1 мм при условии, что толкатель не касается конца прутка.

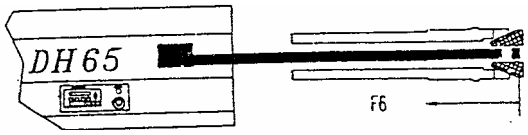
Примечание. Длина пути возврата пневматического цилиндра всегда превышает установленное значение.

F5: надежная длина



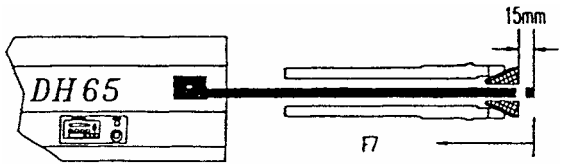

(1) F5 контролирует подачу нового прутка в зажимной патрон пластиной 2.6 ( см. лист 03 2 раздела “PARTS LIST” Руководства по эксплуатации DH-65.
(2) Если новый пруток застрянет в шпинделе или зажимном патроне, устройство для подачи прутков подаст сигнал тревоги.
(3) Задайте правильно установку.
При слишком большом значении станок не запустится.

F6: точка конца прутка – предельное значение для механической обработки (конец прутка)



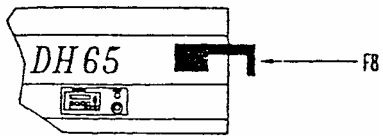

Поместите толкатель в цангу или патрон станка в ручном режиме так, чтобы торец толкателя совпадал с торцом кулачка или цанги. Это положение толкателя и есть точка F6 – точка, до которой толкатель доходит при минимальной длине зажима в станке.

F7: точка выхода толкателя из зажимного патрона – точка выталкивания остатка.




F7 – точка, находящаяся на расстоянии 15 мм от торца цанги или кулачка патрона. Значение установки F7 всегда больше значения F6, в противном случае устройство DH-65 подаст сигнал тревоги.

F8: точка +Z: предел первоначального положения прутка




При соприкосновении с прутком толкатель будет толкать до упора, который определяется установкой F8.

Примечание. После монтажа и регулировки устройства DH-65 необходимо задать значение величин F1-F8. Значения величин F2, F5, F6, F7 и F8 считываются с дисплея DH-65. Установки F1 и F3 задаются пользователем при изменении длины детали. Установки F2 и F4 должны быть такими, чтобы толкатель при вращении шпинделя находился **ВНЕ ЕГО**.

## ЗНАЧЕНИЯ F1 – F8

На DH-65 T6:

1. Установлены F1=100, F2=413, F3=103, F4=15, F5=745, F6=1342, F7=1364, F8=1594.

ПРИМЕЧАНИЕ. Величины установлены для изготовления (отрезки) тестовых заготовок Ø 12 мм длиной 100 мм.

### 1.1.3.4 Определение нуля детали

Нуль детали устанавливается двумя способами:

1. с помощью функции G50 - установка системы координат детали через G50
2. с помощью функций G54-G59 (1,2 и т.д. системы координат)

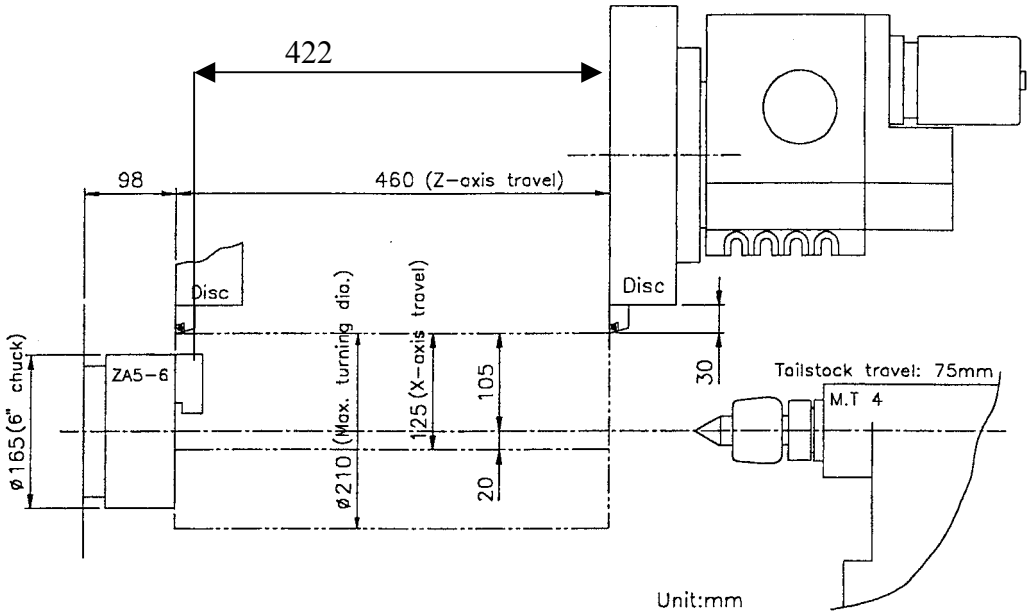
Необходимо отметить, что функции G54-G59 являются опцией в станках с ЧПУ Fanuc 0, а в Fanuc 0i эти функции стандартны.Функция G50 присутствует во всех системах ЧПУ Fanuc для токарных станков, однако при выключении станка или при выходе в нуль станка в режиме "ZRN" нуль детали теряется. Поэтому в тексте УП в комментариях необходимо для каждой детали указывать координату по Z нуля детали. Координата нуля детали по X всегда равна 0 ( ось вращения).

Например:

O0010(WTULKA )
(KULACHOK ZAKAL)
(ZAGOTOVKA D=25 L= 800, N=31 DET)
(CYCLE TIME M S)
**(G50 Z 397)**

Нуль детали можно определить при наладке станка (как это делать будет изложено в разделе **Наладка станка**), но можно определить и сразу при разработке УП. Предварительно нужно только измерить с помощью индикации самого станка расстояние

между передним торцом револьверной головки в положении «нуль станка» и торцом кулачков (в случае обработки в кулачковом патроне). Это расстояние- **422 -** показано на рисунке:




На примере детали «Втулка» определим нуль детали по формуле:

$$Z=422-(Zmax + B_{безоп}) \text{ где}$$

Zmax - наибольшее при обработке детали перемещение инструмента по оси Z.
$B_{безоп}$ - гарантированное расстояние от **наибольшего перемещения инструмента по оси Z (Zmax)** до торца кулачков. Обычно эта величина принимается в диапазоне 2-4мм в зависимости от размера рабочей зоны станка и необходимости отрезки детали.
В УП «Втулка» кадр N100 Z-25.5 – максимальное перемещение инструмента по оси Z, таким образом координата нуля детали:

Z= 422-(25.5+2)=394.5 – округляем до 394.

В текст УП записываем **(G50 Z 394)**
Если в системе ЧПУ есть функции G54-G59, то найденную координату Z нуля детали при наладке станка необходимо ввести в таблицу "WORK" режима "MENU OFFSET" в соответствии с номером выбранной системы координат. Например, выбрана система координат G55, следовательно, в таблицу "WORK" для системы G55 вводим Z 394. В тексте УП **во всех блоках обработки в начале инструментального блока** записываем:

N28 G0G40**G55**G96X150Z150T300
……..
……..

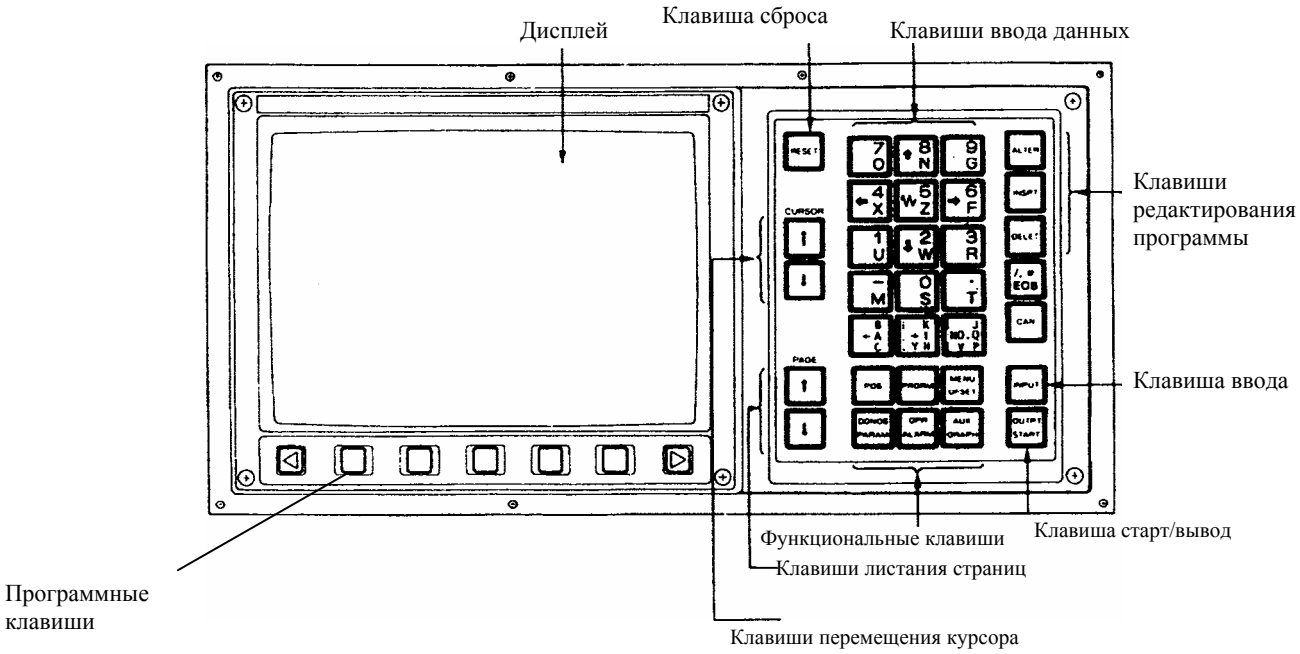
N46 G0**G55**G97X150Z150T800M8
…….
В комментарии в начале УП необходимо записать: **(G55 Z 394)**

Заканчивая раздел **«Разработка управляющей программы»** необходимо отметить, что возможности систем ЧПУ Fanuc всех модификаций довольно высоки и разнообразны. При использовании новых функций программирования необходимо тщательно проверять работу станка по программе.

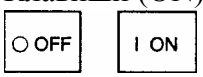
# 1.2 РАБОТА С ПУЛЬТОМ ОПЕРАТОРА

В настоящем разделе изложено описание пульта системы ЧПУ Fanuc нулевой серии и пульта станка Т6. Поскольку в различных моделях станков имеются отличия в расположении кнопок, их аппаратном исполнении (переключатели или кнопки различных типов), в разделе излагается только назначение и краткое описание работы с клавиатурой. За более подробной информацией необходимо обращаться к «Руководству по эксплуатации» конкретного станка и «Руководству по эксплуатации» конкретной системы ЧПУ Fanuc.

## 1.2.1 Пульт системы ЧПУ Fanuc




Клавиши (ON) ВКЛ. и (OFF) ВЫКЛ.




Нажатием на эти клавиши включается или выключается питание системы ЧПУ. Расположение клавиш – в зависимости от модели станка.

Клавиша RESET (сброс)

При нажатии на эту клавишу происходит отмена всех команд, остановка станка в режиме AUTO, возврат к началу программы в режиме EDIT, сброс аварийного сообщения при условии устранения ошибки, вызвавшей это сообщение.

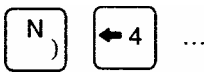
Клавиши OUTPUT, START

Используется для исполнения программы в режиме MDI и для вывода данных на устройство ввода-вывода. В последних системах ЧПУ клавиша имеет только функцию вывода - OUTPUT

Программные клавиши (по заказу)

Программные клавиши имеют много функций. Функции программных клавиш отображаются в нижней части дисплея.

Клавиши адреса и цифровые




Эти клавиши предназначены для ввода буквенных, цифровых и других знаков при вводе команд в буквенно-цифровом коде.

Клавиша SHIFT

На некоторых клавишах указаны два знака. При нажатии клавиши <SHIFT> вводится знак, указанный в нижнем правом углу кнопки, при этом высвечивается знак «^».

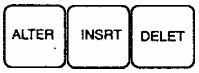
Клавиша INPUT

Используется для ввода буквенно-цифровой информации в систему ЧПУ. Эта клавиша эквивалентна клавише[INPUT] программных клавиш. Кроме того, она используется для ввода в систему ЧПУ информации через устройство ввода-вывода. **Эта клавиша НИКОГДА не используется при ручном вводе и редактировании управляющих программ.**

Клавиша отмены CANCEL

Нажать эту клавишу для отмены последнего знака или символа введения в буфер.

Клавиши редактирования программы



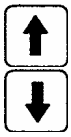

Используются при вводе и редактировании управляющей программы

: ALTER **Замена** слова программы

: INSERT **Вставка** слова программы

: DELETE **Удаление** слова программы

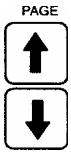
Клавиши перемещения курсора



: Эта клавиша используется для перемещения курсора в направлении вниз

: Эта клавиша используется для перемещения курсора вверх

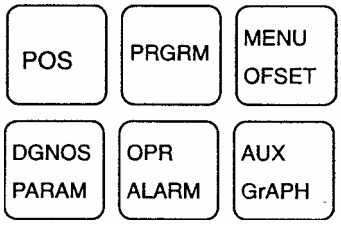
Клавиши листания страницы



: Эта клавиша используется, чтобы перелистывать страницы на экране дисплея в прямом направлении.

: Эта клавиша используется для перелистывания страниц в обратном направлении.

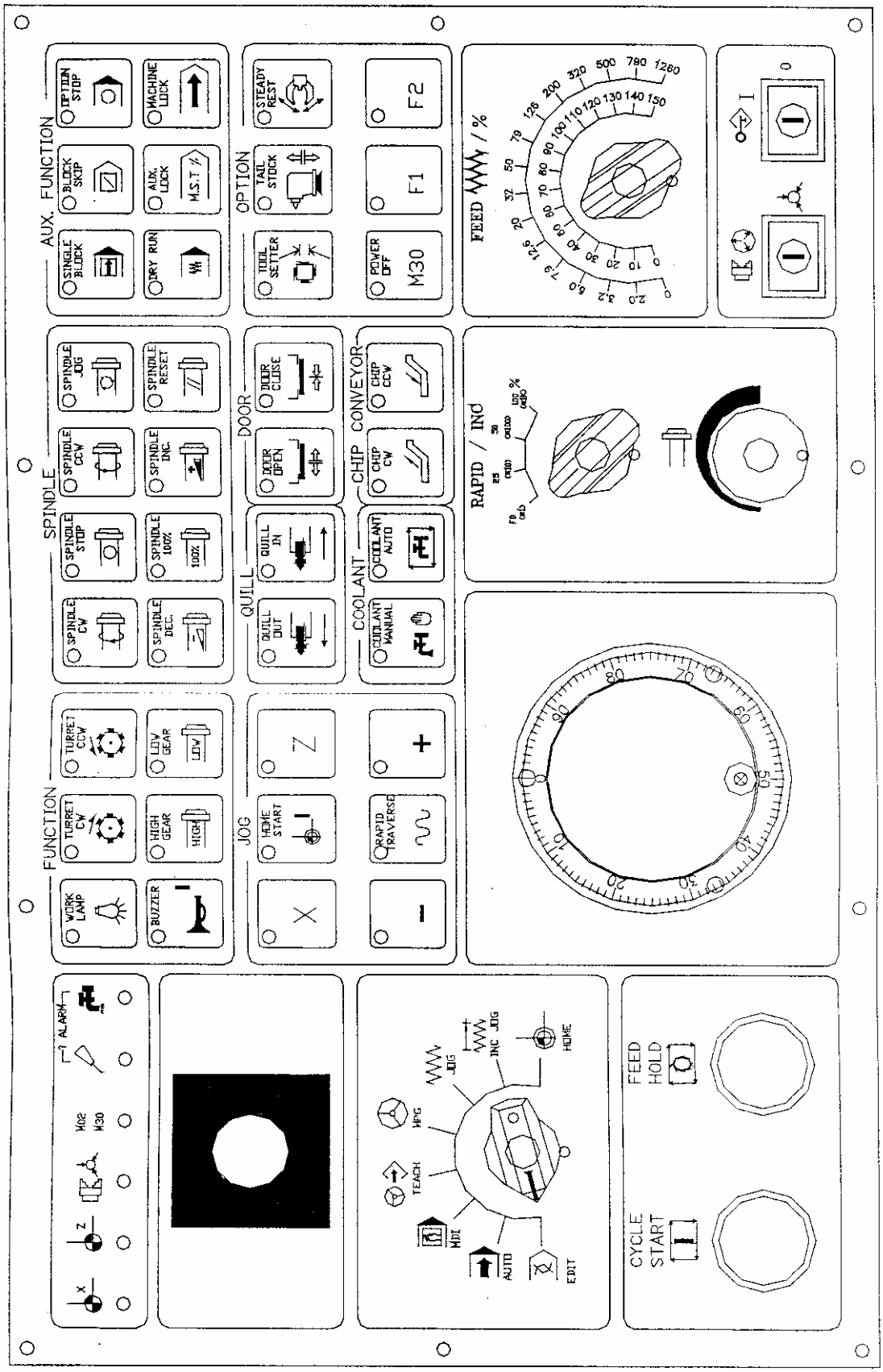
Функциональные клавиши

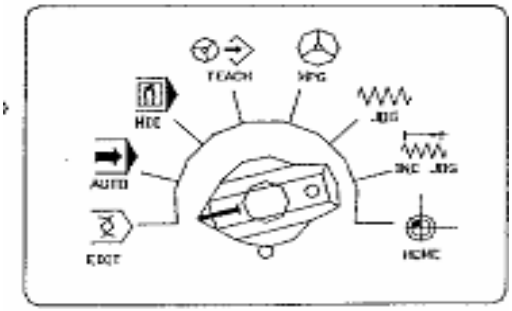



Эти клавиши используются для включения соответствующих функций на экране дисплея .

| | |
|---|---|
| POS | При нажатии на эту клавишу на экране отображаются текущие координаты станка( абсолютные, в приращениях, все). |
| PRGRM | При нажатии на эту клавишу на экране отображается текущая программа обработки. |
| MENU OFSET | При нажатии на эту клавишу на экране отображается меню коррекций на инструмент. |
| DGNOS PARAM | **Режим используется, как правило, специалистами по техническому обслуживанию станка.** При нажатии на эту клавишу на экране отображаются параметры станка или режим диагностирования работы узлов станка. |
| OPR ALARM | При нажатии на эту клавишу на экране отображаются сообщения об ошибках. При возникновении аварийных ситуаций или ошибок этот экран включается автоматически. |
| AUX GRAPH | При нажатии на эту клавишу включается режим графического контроля (просмотра) управляющей программы . |

## 1.2.2 Пульт станка


AUX. FUNCTION
SINGLE BLOCK
DRY RUN
BLOCK SKIP
AUX. LOCK
M.S.T
OPTION STOP
MACHINE LOCK
OPTION
TOOL SETTER
TAIL STOCK
STEADY REST
POWER OFF
M30
F1
F2
FEED / %
SPINDLE
SPINDLE CW
SPINDLE STOP
SPINDLE CCW
SPINDLE DEC.
SPINDLE INC.
SPINDLE 100%
100%
SPINDLE JOG
SPINDLE RESET
DOOR
DOOR OPEN
DOOR CLOSE
QUILL
QUILL OUT
QUILL IN
COOLANT
COOLANT MANUAL
COOLANT AUTO
CHIP CONVEYOR
CHIP CW
CHIP CCW
RAPID / IND
FUNCTION
TURRET CW
TURRET CCW
WORK LAMP
HIGH GEAR
LOW GEAR
BUZZER
HIGH
LOW
JOG
HOME START
RAPID TRAVERSE
ALARM
M02
M30
MPG
JOG
INC JOG
HOME
TEACH
MDI
AUTO
EDIT
FEED HOLD
CYCLE START




Переключатель режимов работы

**EDIT** (РЕДАКТИРОВАНИЕ): Редактор программ. В этом режиме можно вводить и выводить УП с внешних устройств, составлять, редактировать и удалять программы.

**AUTO** (АВТОМАТИЧЕСКИЙ): Режим автоматической работы по выбранной УП.

**MDI** (РУЧНОЙ ВВОД ДАННЫХ): Используется при необходимости выполнения локальных команд. Например: S1000M3; X200.Z150.T100 и т.д.

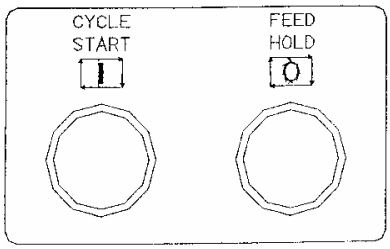
**TEACH** (ОБУЧЕНИЕ): Составление УП методом обработки детали. В настоящее время практически не используется.

**MPG** («ЭЛЕКТРОННЫЙ МАХОВИЧОК»): Перемещение суппорта станка.

**JOG** (РУЧНОЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЕ): Перемещение суппорта при нажатии клавиши движения. Предварительно необходимо выбрать ось перемещения клавишами X или Z. Подача осуществляется на скорости, установленной переключателем FEED

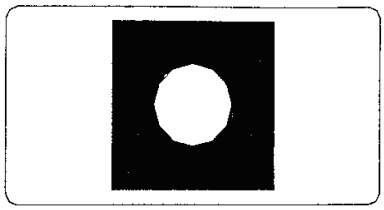
**INC JOG** (ДИСКРЕТНОЕ РУЧНОЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЕ): Перемещение суппорта при нажатии клавиши перемещения в этом режиме осуществляется дискретно – одно нажатие – один дискрет. Величина дискрета устанавливается переключателем RAPID / INC.Далее аналогично режиму JOG

**HOME:** Выход в ноль станка. Обязательная процедура при включении станка.

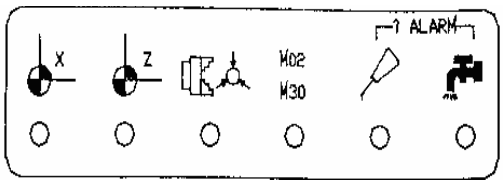



**CICLE START** – пуск станка по программе в режиме **AUTO** или **MDI**

**FEED HOLD –** остановка подачи. При нажатии на кнопку **CICLE START** движение суппорта продолжается.



**EMERGENCY STOP** – кнопка аварийного выключения станка. С ее помощью отключаются привода.




Светодиоды индикации (слева направо): выход в ноль станка, зажим патрона, конец программы, отсутствие масла в станции смазки, отсутствие СОЖ.

**WORK LAMP** – включение освещения рабочей зоны станка.

**TURRET CW CCW –** вращение револьверной головки соответственно по и против часовой стрелки.

**BUZZER –** включение звукового сигнала. При включении подаются звуковые сигналы при окончании программы, останова по команде M01, аварийных ситуациях.

**HIGH GEAR, LOW GEAR –** соответственно, высокое и низкое давление зажима в патроне. Давление устанавливается соответствующими маховичками.

**X, Z –** кнопки выбора осей движения в режиме MPG, JOG, INC JOG, HOME

**HOME START –** старт выхода в ноль станка по выбранной оси.

**«+» «-»** выбор направления движения по осям.

**RAPID TRAVERSE –** движение по осям на ускоренной подаче. Работает при одновременном нажатии на кнопку **«+»** или **«-»** и RAPID TRAVERSE.

**SPINDLE CW и CCW –** включение правых и левых оборотов соответственно. Кнопка работает только в ручных (MPG, JOG, INC JOG) режимах.

**SPINDLE STOP –** выключение вращения шпинделя.

**SPINDLE JOG –** вращение шпинделя толчками. Применяется в тяжелых станках, у которых повернуть патрон вручную достаточно тяжело.

**SPINDLE DEC –** уменьшение заданной скорости вращения шпинделя на 10% при КАЖДОМ нажатии на кнопку, но не более чем на 50%.

**SPINDLE INC -** увеличение заданной скорости вращения шпинделя на 10% при КАЖДОМ нажатии на кнопку, но не более чем на 20%.

**SPINDLE 100% -** при нажатии на кнопку СРАЗУ устанавливается заданная скорость вращения шпинделя.

**SPINDLE RESET -** останов шпинделя. Если во время исполнения программы была нажата кнопка «FEED HOLD», подача по осям будет остановлена, но шпиндель будет вращаться. Для остановки вращения шпинделя нажать кнопку «SPINDLE RESET», для возобновления работы шпинделя – кнопку «CYCLE START».

**QUIL OUT, QUILL IN –** пиноль задней бабки вперед и назад соответственно.

**DOOR OPEN, DOOR CLOSE –** соответственно, дверь закрыта и открыта. Работают при наличии в станке соответствующего привода. При отсутствии привода в соответствующем положении горят светодиоды.

**COOLANT MANUAL –** включение подачи СОЖ вручную. Работает только при закрытой двери.

**COOLANT AUTO –** включение СОЖ в автоматическом режиме ( при наличии в программе соответствующей команды).

**CHIP CW –** конвейер уборки стружки вперед. Работает в непрерывном режиме.

**CHIP CCW -** конвейер уборки стружки назад. Работает только когда кнопка удерживается рукой. Применяется, когда нужно что-либо достать из поддона.

**SINGLE BLOCK –** режим автоматической работы ПО КАДРАМ.

**BLOCK SCIP (**на некоторых станках **BLOCK DELETE) -** режим автоматической работы с пропуском кадров, отмеченных знаком **«/»**.

**OPTION STOP –** останов с подтверждением. Если в УП встречается команда M01, то при нажатой кнопке станок останавливается. При отжатой кнопке команда M01 игнорируется.

**DRY RUN (**ПРОБНЫЙ ПРОГОН) – при нажатой кнопке величина подачи, заданная в УП, игнорируется, а движение по осям происходит на УСКОРЕННОЙ подаче. Режим применялся для проверки УП. Во избежание поломок станка пользоваться режимом НЕ РЕКОМЕНДУЕТСЯ.

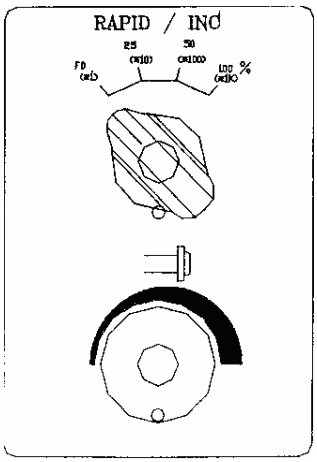
**AUX LOCK –** блокировка функций M,S,T. При работе в автоматическом режиме происходит только движение суппорта.

**MACHINE LOCK –** блокировка движения суппорта, функции M,S,T выполняются. Режим предназначен для проверки УП в графическом режиме. Можно включить дополнительно кнопки «DRY RUN» и «AUX LOCK».
**ВНИМАНИЕ! После работы в режиме MACHINE LOCK необходимо обязательно выйти в ноль станка в режиме HOME.**

**TOOL SETTER –** при нажатии на эту кнопку датчик опускается в рабочее положение, при повторном нажатии – датчик уходит в исходное положение.
**ВНИМАНИЕ!**
**1. Перед нажатием на эту кнопку необходимо убедиться, что датчик не ударится о заготовку или револьверную головку.**
**2. Регулярно очищайте от стружки пространство между «рукой» датчика и кожухом станка.**

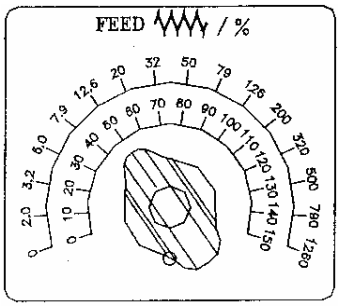
**POWER OFF M30 –** при нажатой кнопке, при включении этого режима в меню OPR, по команде M30 происходит выключение станка. Режим предназначен для отключения станка при работе в вечернее и ночное время в ОТСУТСТВИЕ оператора.

**ПРИМЕЧАНИЕ. Работа всех кнопок одинакова: при первичном нажатии режим включается, а при вторичном – отключается.**

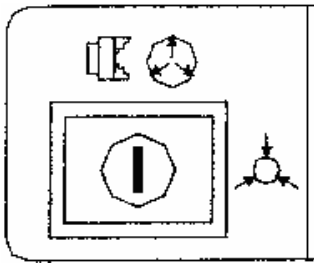



Переключатель скоростей быстрых перемещений (RAPID) и выбора величины дискретного перемещения (INC).
Верхняя шкала устанавливает скорость быстрых перемещений в % от паспортных данных станка, при этом $F_0$ – небольшая скорость, установленная параметром станка.
Нижняя шкала устанавливает количество дискрет перемещения в режиме MPG и INC JOG.

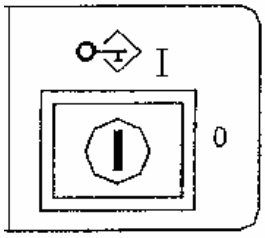
Маховичок плавного регулирования числа оборотов шпинделя в ручном режиме (MPG, JOG и INC JOG).




Регулирование подачи.
Верхняя шкала устанавливает подачу в мм/мин в режиме JOG.
Нижняя шкала устанавливает подачу в % от подачи, заданной в УП.



Ключ инверсии зажима патрона в зависимости от способа –зажим или разжим. Физический зажим заготовки НЕ КОНТРОЛИРУЕТСЯ. Сигнал используется только для контроля при работе в автоматическом режиме.




Ключ защиты редактирования управляющих программ

# 1.3. НАЛАДКА СТАНКА

Процесс наладки станка заключается, в основном, в выполнении следующих действий:

- Установка инструмента в гнезда револьверной головки в соответствии с УП.
- Привязка инструмента.
- Определение нуля детали (если он не определен при разработке УП).
- Ввод и вывод управляющих программ.

Далее будут изложены только основные требования и правила, которые необходимо соблюдать для обеспечения нормальной работы станка и инструмента и сведения к минимуму ошибок оператора.

## 1.3.1. Установка инструмента.

- Перед установкой инструмента необходимо тщательно протереть инструмент и гнезда револьверной головки ветошью.
- В неиспользуемые гнезда для осевого инструмента установить заглушки, а также установить заглушки в неиспользуемые резьбовые отверстия.
- Законтрить в держателях осевого инструмента винты зажима инструмента.
- При установке (замене) пластин очистить посадочные места и элементы крепления от стружки.
- При установке кулачков необходимо очистить зубчатую поверхность реек патрона и кулачков кисточкой или зубной щеткой.
- Чтобы затянуть винты кулачков, в режиме **MDI** задайте команду M19 – ориентация шпинделя: привод не даст вращаться патрону и кулачки можно надежно затянуть.
- При закреплении инструмента пользоваться исправными ключами и не применять приспособления, усиливающие зажим.

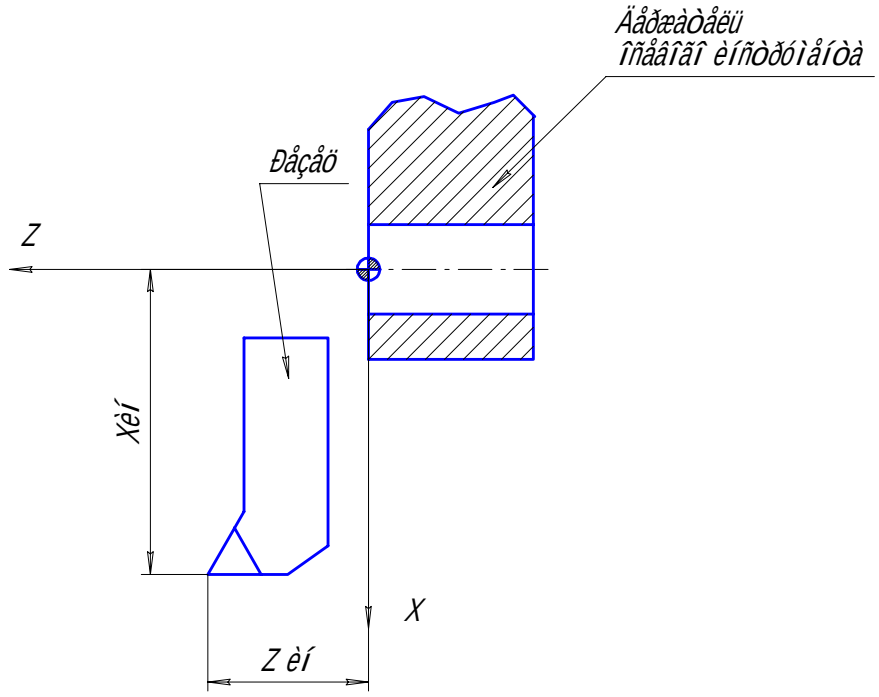
## 1.3.2. Привязка инструмента.

Привязка инструмента является одной из наиболее ответственных работ, выполняемых наладчиком станка. От правильного понимания теории и аккуратного безошибочного выполнения процесса привязки зависит безаварийная работа станка.

Привязка инструмента заключается в определении и занесении в таблицу корректоров (MENU OFFSET) вылетов инструментов по осям X и Z.

В настоящее время практически все токарные станки оснащаются датчиками (Tool setter) фирмы Renishaw. У станков, не имеющих датчика, привязка осуществляется традиционным методом – протачиванием заготовки по диаметру и подрезкой торца. Привязка с помощью датчика достаточно полно описана в «Руководстве по программированию для станков с Fanuc» H-2000-6030-0B-A, методика привязки протачиванием – в «Руководстве оператора Fanuc серия 0i-TB» B-63834. Поэтому далее будут изложены **принципы** определения вылетов инструмента, т.к. в зависимости от этого производится как калибровка датчика, так и привязка инструмента методом протачивания заготовки.

В качестве **начала координат** для измерения вылетов инструмента предлагается использовать (см. рисунок):




- по оси X – центр отверстия держателя осевого инструмента.
-по оси Z – торец револьверной головки. Для станков с державками VDI по DIN 69880 – торец резцовой державки типа «B», например B3-30x20.

**Внимание: направление осей вылета инструмента никак не связано с осями координат станка.**

Xин и Zин – вылеты инструмента соответственно по осям X и Z, которые заносятся в таблицу корректоров.

Такой принцип отсчета вылетов инструмента обусловлен следующими соображениями:

1. Центр отверстия держателя осевого инструмента в токарных станках ВСЕГДА находится на оси вращения детали, поэтому корректор по X для сверл, метчиков и другого аналогичного осевого инструмента ВСЕГДА равен 0. Кроме того, для расточных резцов в каталогах инструмента, выполненного по стандарту ISO, указывается расстояние от центра круглой державки до вершины режущей пластины, поэтому эту величину (удвоенную) по X можно сразу ввести в таблицу корректоров.
2. В обычной револьверной головке крепление наружных резцов, выполненных по стандарту ISO, осуществляется клином и боковая поверхность державки практически заподлицо с торцом револьверной головки. В каталогах инструмента указывается расстояние от боковой поверхности державки до вершины режущей пластины, таким образом, величину вылета по Z также можно сразу внести в таблицу корректоров.
3. Ориентировочные вылеты осевого инструмента по Z удобно измерять штангенциркулем – «колумбусом».
4. Занесение предварительно измеренных или определенных из каталогов значений вылетов в таблицу корректоров при наличии датчика (Tool setter) привязки инструмента позволяет пользоваться программой автоматической привязки, что существенно сокращает время наладки станка.

Знак вылета «+» или « - » определяется по направлению осей вылета на вышеприведенном рисунке.

Таким образом, глядя на величину и знак корректоров по X и Z в таблице корректоров, легко определить тип инструмента, визуально проверить правильность установки инструмента в соответствующие позиции. При этом естественно подразумевается, что номер корректора равен номеру инструмента.
ПРИМЕЧАНИЕ. При привязке инструмента методом протачивания корректор должен быть включен, т.е. для инструмента, установленного в гнезде 1 - **T0101**.

## 1.3.3. Определение нуля детали.

Необходимо заметить, что нуль детали и корректора на инструмент формально никак не связаны. Определение нуля детали производится ПОСЛЕ привязки инструмента. Поверхность, выбранная в качестве плоскости нуля детали должна быть физической, чтобы ее можно было коснуться инструментом, обычно – это торец детали.
Существует два способа определения нуля детали:

1. С помощью функции G50, при этом нуль детали при выключении станка системой ЧПУ не запоминается.
2. С помощью функций G54-G59, при этом способе нуль детали сохраняется в памяти системы ЧПУ.

### 1.3.3.1 Определение нуля детали с помощью функции G50.

- Установить и закрепить заготовку в патроне.
- Определить, каким инструментом будем привязываться к нулю детали, и вызвать его в режиме MDI **с включенным корректором**, например, T0202.
- В режиме MPG подвести инструмент к торцу детали и аккуратно коснуться торца (подрезать торец).
- НЕ ОТВОДЯ инструмент по оси Z, перейти в режим MDI и выполнить команду **G50Z0** или другое значение Z в зависимости от технологических требований.
- Перейти в режим POS. В абсолютной системе координат координата Z станет Z0.
- Отвести инструмент в безопасное положение.
- В режиме MDI выполнить команду: **G0G28U0W0T0200 (<u>обязательно с выключенным корректором).</u>**
- Перейти в режим POS. В абсолютной системе координат значение координаты Z (например, Z148.8) будет нулем детали. Это значение необходимо записать в комментарий в управляющей программе.
- После включения станка и выхода в нуль станка в режиме ZRN, в режиме MDI выполнить команды **T0100;** (номер инструмента любой С ВЫКЛЮЧЕННЫМ КОРРЕКТОРОМ), **G50Z148.8;** Таким образом нуль детали будет введен.

Нуль детали можно вводить из управляющей программы в автоматическом режиме, если ее соответствующим образом разработать:
**O2001**
**/N1 G0G28U0W0**
**/N3 T0200** (Номера инструментов условны)
**/N5 G50Z148.8**
**N7 X150.Z200.**
**N9 T0100**
и т.д.
Программа запускается в режиме AUTO и нуль детали вводится по программе (кадр N5). После выполнения первого цикла включить режим **BLOCK SCIP** (на некоторых станках

**BLOCK DELETE**), тогда программа будет начинаться с кадра N7 – точки смены инструмента.

1.3.3.2 Определение нуля детали с помощью функций G54-G59.

- Установить и закрепить заготовку в патроне.
- Определить, каким инструментом будем привязываться к нулю детали, и вызвать его в режиме MDI **с включенным корректором**, например, T0202.
- В режиме MPG подвести инструмент к торцу детали и аккуратно коснуться торца (подрезать торец).
- НЕ ОТВОДЯ инструмент по оси Z, включить MENU OFFSET – WORK. В открывшемся окне установить курсор в строке Z в выбранной системе координат, например, G54. Набрать с клавиатуры **Z0** или другое значение Z в зависимости от технологических требований. Как только нажата клавиша Z, в окне появляется программная клавиша MEASUR. При нажатии на эту клавишу система ЧПУ вычисляет и вносит в строку координату нуля детали. Если использовать систему координат, отличную от G54, предварительно необходимо в режиме MDI выполнить команду, например, G56. В MENU OFFSET установить курсор в строке Z в G56 системе координат.

## 1.3.4. Ввод – вывод управляющих программ.

Ввод и вывод УП не представляет каких-либо трудностей и осуществляется в режиме EDIT с помощью последовательного нажатия программных клавиш READ (ввод) или PUNCH (вывод) и программной клавиши EXEC (выполнить). К разъему RS232 станка должен быть подключен специальный кабель (обязательно при выключенном питании), соединяющий станок с устройством ввода – вывода. Таким устройством может быть персональный компьютер, имеющий специальную программу приема – передачи управляющих программ, специальный DNC – терминал или другое подобное средство. При выполнении ввода – вывода ключ защиты программ должен быть выключен.

## 1.3.5. Графический контроль управляющих программ.

Эта процедура применяется в случаях, если программа вводилась вручную с пульта системы ЧПУ, в рабочую программу вводилось большое количество изменений, т.е. во всех случаях, когда происходит РУЧНОЕ изменение программы. При этом часто не дожимаются или не нажимаются клавиши буквенно-цифровой информации, клавиши редактирования. И это соответственно приводит к неправильной работе станка, поломке его и инструмента. Необходимо иметь ввиду, что режим графического контроля отображает только траекторию движения БЕЗ УЧЕТА коррекции на инструмент. Режим графического контроля включается кнопкой **AUX GRAPH**. Необходимо в окне графических параметров ввести диаметр и длину детали в ДИСКРЕТАХ, например Ø 40 соответствует 40 000. Система ЧПУ сама установит масштаб отображения. ЧПУ последних моделей (Fanuc серия 0i-TB) имеет программные клавиши, позволяющие запускать режим контроля и видеть на экране процесс обработки, но при этом не происходит вращения шпинделя, смены инструмента, движения суппорта. Переключатель режимов при этом необходимо установить положение **AUTO** и нажать кнопку **START.** На предыдущих моделях систем таких клавиш не было и для запуска режима графического контроля необходимо нажать клавишу **MACHINE LOCK,** включить режим **AUTO** и нажать кнопку **START.** Дополнительно можно нажать кнопку **AUX LOCK –** функции M,S,T выполняться не будут.

**ВНИМАНИЕ! Не забудьте после работы в режиме MACHINE LOCK обязательно выйти в ноль станка в режиме HOME.** Если этого не сделать, то, вследствие изменения системы отсчета, при запуске станка в автоматическом режиме может возникнуть аварийная ситуация (поломка станка и инструмента).

### 1.3.6. Особенности работы в автоматическом режиме.

Отработку новой управляющей программы необходимо производить в покадровом режиме (**SINGLE BLOCK**) на скорости быстрых перемещений $F_0$. При непрерывном выполнении программы нужно прислушиваться к звукам резания и держать руку на кнопке **FEED HOLD,** чтобы при малейшем нарушении процесса обработки успеть ее нажать и не допустить поломки инструмента. Если произошло нарушение процесса и была нажата кнопка **FEED HOLD,** то далее должна быть нажата кнопка **RESET**. В памяти системы ЧПУ хранится следующий для исполнения кадр управляющей программы и если не нажать кнопку **RESET,** перейти в режим **MDI** или **AUTO** и выполнять какую-либо команду, сначала будет выполнена команда, хранящаяся в памяти и движение рабочих органов станка не будет соответствовать ожидаемым.
Начать выполнение управляющей программы можно с любого кадра. Поскольку размер управляющих программ для токарных станков невелик, в большинстве систем ЧПУ отсутствует функция рестарта программы. Запуск программы необходимо производить с начала инструментального блока – точки смены инструмента:

**N4 G0 G97 X200 Z200 T600M8**

Для этого необходимо перейти в режим **EDIT**, найти нужный кадр и установить на нем курсор, перейти в режим **AUTO** и нажать кнопку **START**. Программа начнет выполняться с выбранного кадра.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

К сожалению, описать все возможные ситуации, возникающие в процессе разработки технологии и управляющих программ, работы на станке невозможно. Технический прогресс в области станкостроения, производства инструмента и систем ЧПУ настолько стремителен, что практически очень трудно быстро освоить, а тем более описать те новшества, которые появляются буквально с каждым новым станком. Как показывает опыт работы, возможности ЧПУ станка осваиваются в лучшем случае на 50%. Изучение особенностей работы станка, его новых функций требует внимательности и аккуратности, теоретических знаний основных принципов работы оборудования.

## УСПЕХОВ В РАБОТЕ!

# ЛИТЕРАТУРА

1. Металлообработка. Токарный инструмент. C-1000:8-RUS/01 AB Sandvik Coromant.
2. FANUC 0i-series, Руководство оператора

www.leadwell.ru

- **Фрезерные, токарные, шлифовальные, электроэрозионные станки с ЧПУ.**
- **Инструмент для станков с ЧПУ.**
- **Технологическая поддержка и разработка программ.**
- **Гарантийное и после-гарантийное обслуживание**

ИРЛЕН инжиниринг

**www.irlen.ru**

**Санкт-Петербург:**
- 194362, Россия, Санкт-Петербург, ул. Старожиловская, 9.
тел.(812) 513-81-70, факс (812) 513-89-76

**Москва:**
- 105187, Россия, Москва, ул. Вольная, 28
тел. (095) 786-77-24, факс (095) 786-77-25

**Екатеринбург:**
- 620041, Россия, Екатеринбург, ул. Омская, 114.
тел.(343) 213-93-07, 349-02-44, факс (343) 349-03-53