**Энгельсский технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю. А.»**

# ПОДГОТОВКА УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ ДЛЯ ТОКАРНОГО СТАНКА С ЧПУ

***Электронное издание локального распространения***

Методические указания к курсовой работе по курсу
«Автоматизация производственных процессов в машиностроении»
для студентов направления

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»

очной и заочной форм обучения

**Энгельс 2025**

Все права на размножение и распространение в любой форме остаются за разработчиком.

Нелегальное копирование и использование данного продукта запрещено.

***Составители:*** Насад Татьяна Геннадиевна, Козлов Геннадий Александрович

***Под редакцией*** Насад Т.Г.

***Рецензент*** И.А. Маслякова

410054, Саратов, ул. Политехническая, 77
Научно-техническая библиотека СГТУ
тел. 52-63-81, 52-56-01
http://lib.sstu.ru

Регистрационный номер

© Саратовский государственный

технический университет, 2023

**Цель работы**: изучить особенности ручного программирования и составить управляющую программу обработки заданной детали для токарного станка с ЧПУ мод.16К20Ф3С5.

## ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Токарная обработка на станках с ЧПУ предназначена для формообразования торцовых и любых соосных поверхностей вращения, а также резьб как наружного, так и внутреннего типа. В общем случае конфигурация токарных резцов, используемых на токарных станках с ЧПУ, непосредственно не определяет форму обрабатываемой поверхности. Поэтому при формообразовании используется движение не по одной оси станка, а по двум согласованным – продольной, вдоль оси детали, и поперечной, перпендикулярной к оси вращения детали. Первой оси станка с ЧПУ принято присваивать обозначение Z, а второй – обозначение X (ГОСТ 23597 – 79).

В связи со спецификой конфигурации обрабатываемых деталей, представляющих собой тела вращения, геометрические расчёты при программировании токарной обработки сводятся к решению задач на плоскости в осевом сечении. Осями системы координат детали, в которой выполняются расчёты, является ось X, совпадающая с осью вращения детали, и ось Y, лежащая, как правило, в одной из торцовых плоскостей.

Станкостроительной промышленностью выпускается большое количество моделей токарных станков с различными устройствами с ЧПУ. Из них наиболее характерные принципы работы и программирования имеют токарные станки мод. 16К20Ф3С5 с устройством ЧПУ типа Н22-1М. На примере указанной модели станка рассмотрим этапы технологической подготовки и методику разработки управляющих программ (УП). Методы и приёмы составления и расчёта УП с небольшими изменениями могут быть использованы и для других токарных станков с ЧПУ.

Станок 16К20Ф3С5 является наиболее массовой моделью токарного станка среднего размера с высотой центров 220 мм.

Станки этой модели предназначены для полуавтоматической токарной обработки деталей со ступенчатыми цилиндрическими, конусными, фасонными, наружными и внутренними поверхностями.

Кроме того, предусмотрена возможность нарезания резцом крепёжных резьб и других винтовых поверхностей.

Станок мод. 16К20Ф3С5 оснащён шестипозиционной револьверной головкой с горизонтальной осью вращения, установленной на поперечном суппорте. Поиск инструмента и поворот в нужную позицию револьверной головки осуществляется автоматически. В шпиндельной бабке станка предусмотрено переключение вручную трёх диапазонов

скоростей, что вместе с девятискоростной автоматической коробкой скоростей и с учётом перекрытия некоторых ступеней обеспечивает получение 22 частот вращения шпинделя в диапазонах: 12,5 – 200; 50 – 800; 125 – 2000 об/мин.

Краткая характеристика токарного станка мод. 16К20Ф3С5, оснащённого устройством ЧПУ типа Н22-1М, дана в табл. 1.

## Согласование систем координат при программировании токарной обработки

В процессе подготовки УП для станков с ЧПУ деталь рассматривается в технологической системе (станок-приспособление-инструмент-деталь). Заготовка устанавливается на станке с помощью приспособления, которое фиксирует положение будущей детали относительно начального положения рабочих органов станка, определяющих и положение режущего инструмента.

Траектория инструмента строится относительно контура детали, а затем преобразуется в движение соответствующих рабочих органов станка. Для этого используются системы координат детали, станка и инструмента.

Система координат станка является главной расчётной системой, в которой определяются предельные перемещения, начальные и текущие положения рабочих органов станка. Систему координат станка с ЧПУ выбирают в соответствии с ГОСТ 23597-79.

Система координат детали служит для пересчёта размеров, заданных на чертеже детали, в координаты опорных точек её контура. В этой же системе координат производится расчёт опорных точек траектории инструмента. Под опорными точками понимают точки начала, конца, пересечения или касания геометрических элементов, из которых образованы линии контура детали и траектории инструмента.

Система координат инструмента предназначена для задания положения его режущей части относительно державки.

Инструмент описывается в рабочем положении в сборе с державкой. При описании всех инструментов для токарных станков с ЧПУудобно использовать единую систему координат инструмента $X_и O_и Z_и$, оси которой параллельны соответствующим осям стандартной системы координат станка и направлены в ту же сторону. Начало системы координат $O_и$ принимают в базовой точке инструментального блока,

Таблица 1

Техническая характеристика станка мод.16К20ФЗС5

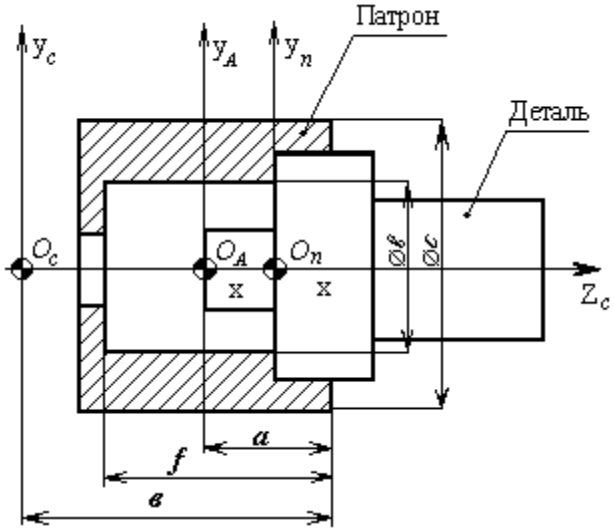
| Х а р а к т е р и с т и к а | Показатель |
|---|---|
| Наибольший диаметр обрабатываемой детали, мм: | |
| над станиной | 400 |
| над суппортом | 220 |
| Расстояние между центрами, мм | 1000 |
| Диаметр отверстия шпинделя, мм | 52 |
| Фланцевый конец шпинделя по ГОСТ 12593-72 | 6К |
| Центр шпинделя по ГОСТ 13214-79 | Морзе N6 |
| Наибольшая высота державки резца, мм | 25 |
| Число позиций револьверной головки | 6 |
| Наибольший шаг нарезаемой резьбы, мм | 20 |
| Частота вращения шпинделя, об/мин | 12,5-2000 |
| Число ступеней частот вращения шпинделя: общее/по программе | 22/9 |
| Наибольшее перемещение суппорта, мм: | |
| по оси X | 250 |
| по оси Z | 900 |
| Число подач | Бесступенчатое регулирование |
| Диапозон скоростей рабочих подач, мм/мин: | |
| по оси X | 1,5-600 |
| по оси Z | 3-1200 |
| Дискретность отсчёта, мм: | |
| по оси X | 0,005 |
| по оси Z | 0,01 |
| Скорость быстрых перемещений, мм/мин: | |
| по оси X | 2400 |
| по оси Z | 4800 |
| Точность обработки размеров, мм: | |
| диаметральных | 0,03 |
| линейных | 0,05 |
| Мощность привода главного движения, кВт | 10 |

выбираемой с учётом особенностей его установки на станке. Связь систем координат детали, станка и приспособления показана на рис.1.

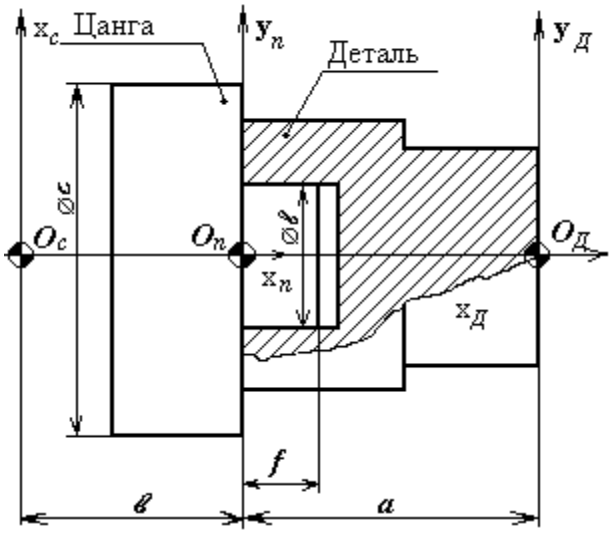
Одна из координатных осей токарного станка $Z_c$ совпадает с осью вращения шпинделя, а вторая ось $X_c$ ей перпендикулярна и проходит через нулевую точку системы координат станка $O_c$. Координатными осями приспособления (патрона или цанги) являются $X_п$, совпадающая с осью вращения шпинделя, и ось $Y_п$, лежащая в плоскости опорного торца. Расстояние ***в*** от начала системы координат станка $O_c$ до начальной точки системы координат приспособления $O_п$ имеет постоянную величину для каждого из используемых приспособлений. Помимо этого, конфигурация базовых элементов зажимного приспособления характеризуется наружным диаметром ***∅c*** и координатой наружного торца патрона ***d***, которые используются для расчёта траектории инструмента, гарантирующей отсутствие столкновения его с приспособлением. Кроме того, задают диаметр ***∅в***, который характеризует либо диаметр отверстия в патроне (при отрицательном значении ***f***, определяющем глубину этого опверстия), либо диаметр разжимной оправки (при положительной величине ***f***).

Начало системы координат детали $O_д$ обычно выбирается технологом-программистом, исходя из удобства описания её конфигурации. Согласование систем координат детали и приспособления осуществляется заданием размера ***a***, определяющего в системе координат детали расположение опорного торца зажимного приспособления. При этом различают нормальный установ детали (рис.1,а), когда направление осей $O_дX_д$ и $O_пX_п$ совпадает, и обратный (рис.1,б), если оси имеют противоположное направление.

Координаты нулевой точки $X_o$ и $Z_o$ задаются относительно системы координат станка, а настроечные размеры режущего инструмента $W_x$ и $W_z$, задаваемые в карте наладки инструмента, позволяют определять расположение расчётной точки инструмента в системе координат станка [6,7].




а)




б)

Рис.1.Схема согласования систем координат при программировании токарной обработки на станке с ЧПУ: а - нормальный установ детали в токарном патроне; б - обратный установ детали в цанговом патроне.

# МЕТОДИКА РУЧНОЙ ПОДГОТОВКИ УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ ДЛЯ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ С ЧПУ И ФОРМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ

Расчёт программ для станков с ЧПУ выполняют либо вручную, либо автоматически с использованием ЭВМ.

Рассмотрим для детали “Переходник” методику ручной подготовки УП и примеры оформления документов на технологический процесс и операцию, выполняемую на токарном станке с ЧПУ мод. 16К20Ф3С5.

## Подготовка технологических данных

Комплектность и правила оформления документов на технологические процессы и операции, выполняемые на станках с ЧПУ, определены в ГОСТ 3.1418-82. Комплектность документов устанавливается разработчиком в зависимости от типа производства и разрабатываемых видов технологических процессов (операций).

Чаще всего исходным документом для выполнения этого этапа является маршрутная карта (ГОСТ 3.1118-82), пример заполнения которой дан на рис.2.

В качестве заготовок для деталей, обрабатываемых на станках с ЧПУ средних размеров в условиях серийного производства, используется разрезной прокат. При диаметрах заготовок от 50 мм и выше используются штучные заготовки на одну деталь. Для деталей, максимальный диаметр которых меньше 50 мм, возможно использование одной заготовки на несколько деталей.

Заготовки для деталей, обрабатываемых в центрах, должны быть зацентрованы с двух сторон, а один из торцев подрезан.

При использовании в качестве заготовок поковок необходимо предварительно обтачивать поверхности, используемые для закрепления. Термообработка заготовок (улучшение), если она требуется, должна проводиться перед программной операцией [4].

Приложением к маршрутной карте может быть карта заказа (КЗ/П - рис.3), обязательно эскиз детали (рис.5-7). При разработке данных документов определяют последовательность переходов, назначают режимы резания с учётом величин припусков на обработку, требований к детали, силовых и других возможностей станка, режущего инструмента и оснастки перечисленные документы оформляют по ГОСТ 3.1418-82, ГОСТ 3.1104-81 и ГОСТ 3.1702-79, а, кроме того, используют справочно-нормативные материалы [1-3, 5].

| Подп. N | Подп. и дата | Взам. N | Дубл. N | Подп. и дата |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| | | | | |

01146.00006

| НПО "Чайка" | МАРШРУТНАЯ КАРТА | 406423.029 | 01146.00006 |
|---|---|---|---|
| | | ПЕРЕХОДНИК | Литера 0 |

| Материал | | Код ед. величины | Масса Детали | Заготовка | | | | Ед. норм | Норма расход | Коэф. исп. матер. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Наименование, марка | Код | | | Код и вид | Профиль и размеры | Кол. дет. | Масса | | | |
| Бронза Бр. АМц9-2 ГОСТ 18175-78 | | кг | 0,41 | Пруток | ∅50 х 2000 | 27 | 33,6 | кг | 1,24 | 0,33 |

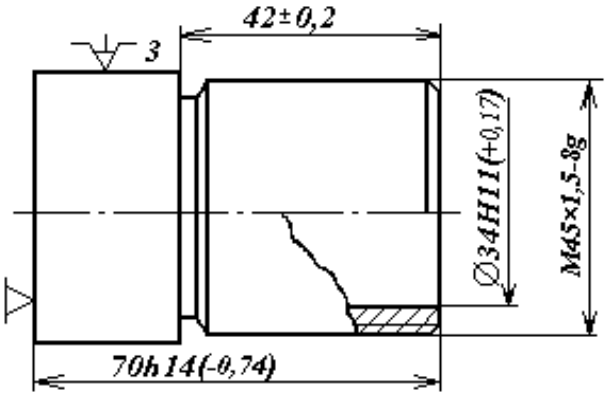
| Номер: Цеха | Участка | Операции | НАИМЕНОВАНИЕ И СОДЕРЖАНИЕ ОПЕРАЦИИ | Оборудование ( код , номер ) | Приспособление и инструмент ( код , код , номер ) | К шт / Код профес. | Кол. раб / Разряд | Кол. одн обр. дет / Ед. нормир. | Код т.с / Код. вн. | Объем производства партии | $T_{п.з.}$ / $T_{шт}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 03 | 02 | 005 | 4180. ЗАГОТОВИТЕЛЬНАЯ | 16К20 | Патрон 3-х кул. | 1 | 1 | 1 | х | | |
| | | | Отрезать заготовку | | Резец прорезной | 22 | 3 | 1 | р | | |
| 05 | 01 | 010 | 4110. ТОКАРНАЯ | 16К20 | Патрон 3-х кул. | 1 | 1 | 1 | х | | |
| | | | ( 60140. 00006 ) | | | 22 | 4 | 1 | р | | |
| 05 | 01 | 015 | 4114. ТОКАРНАЯ ПРОГРАММНАЯ | 16К20Ф3С5 | Патрон 3-х кул. | 1 | 1 | 1 | х | | |
| | | | (60146. 00006 ) | | | 26 | 26 | 1 | р | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |

Рис. 2

ГОСТ 3. 1418-62 Форма 6

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 01146.00006 | 1 | 1 |
| НПО "Чайка" | 406423.029 | - | 50146.00006 | | |
| ПЕРЕХОДНИК | | | $O_1$ | | |
| Наименование операции | | Оборудование,устройство ЧПУ | | | |
| ТОКАРНАЯ | | 16К20ФЗС5, Н22 - 1М | | | |
| Дата РП | Дата ВП | | Кол. запусков | Тираж программы | |
| 03.04.86 | 16.04.86 | 450 | 4 | 4 | |

ЭСКИЗ ДЕТАЛИ




Выполнение остальных размеров по чертежу детали.

ЭСКИЗ ЗАГОТОВКИ

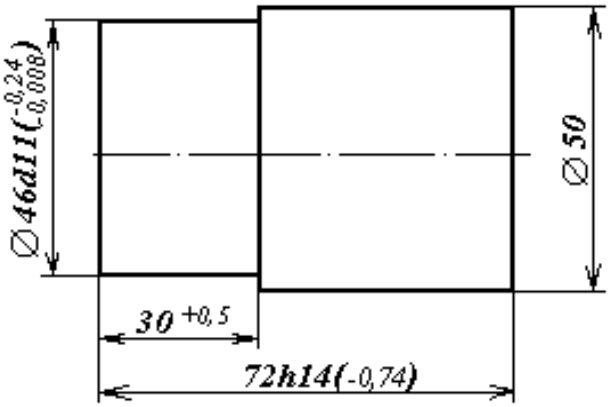



Рис. 3

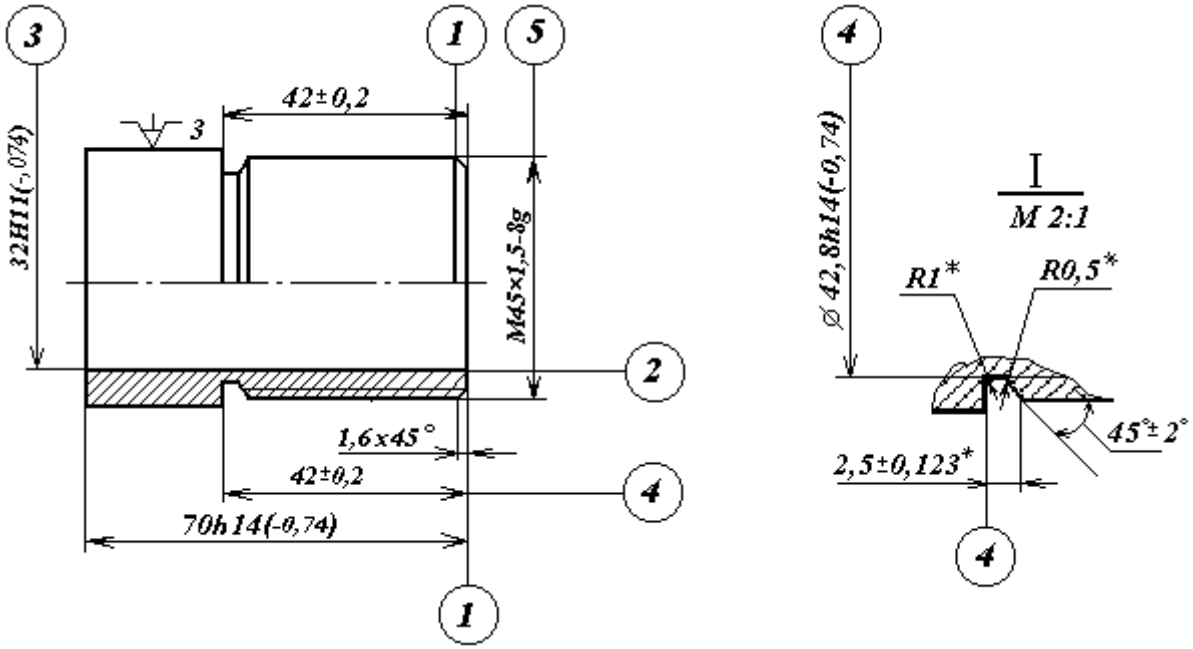
| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Разраб. | Иванов | | 04.04.86 |
| | | | | | Соглас. | Воронов | | 05.04.86 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | Н. контр. | | | |

Дубл. Взам. Подп.

КЗ/П Для разработки управляющих программ

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | | | |
| Подл. | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | 01146.00006 | | 1 | 1 |
| Разраб. | Попов | | | НПО "Чайка" | | 406423.029 | | - | | | | 20146.00006 | | | |
| Соглас. | Сидоров | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | ПЕРЕХОДНИК | | | | | | | | 05 01 | | 015 | |
| Н. контр. | Васильева | | | | | | | | | | | | | | |

ЭСКИЗ ДЕТАЛИ




* Размеры обеспечиваются заточкой резца

Рис.4

| КЭ |
|---|

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | | |
| Взам | | | | | | | | | | | | | | | |
| Подп. | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | 01146.00006 | 3 | 1 | |
| Разраб. | Попов | | | НПО "Чайка" | 406423.023 | | | - | | | | 60146.00006 | | | |
| Соглас. | Сидоров | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | ПЕРЕХОДНИК | | | | | | | | 05 ' 01' | | 015 | |
| Н.контр. | Васильева | | | | | | | | | | | | | | |

| Наименование операции | Материал | Твёрд. | ЕВ | МД | Профиль и размеры | МЗ | КОИД |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ТОКАРНАЯ | Бр.Амц9-2 | 100…120 | кг | 0,41 | Пруток ∅50 × 72 | 0,99 | 1 |

| Оборудование, устр-во ЧПУ | Обозначение программы | То | Тв | Тп.з | Тшт | СОЖ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 16К20Ф3С5, Н22-1М | Т-127856 | 0,8 | 2,36 | 3,15 | 8,27 | Эмульсия |

| | | ПИ | ДилиВ | L | t | i | S | n | V | Тв | То |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| О01 | 1. Установить, закрепить заготовку | | | | | | | | | | |
| Т02 | П3К-У 400Ф8.93 - патрон | | | | | | | | | | |
| О03 | 2. Точить поверхность до ∅ 45d11 $\begin{pmatrix}-0{,}24\\-0{,}08\end{pmatrix}$, выдержав размер 30, подрезать торец, выдержав размер 70h14, | | | | | | | | | | |
| 04 | точить фаску 1,6 х 45° | | | | | | | | | | |
| Т05 | АД.382.000 ТУ2 035-297-72 - блок инструментальный; К01.4272.000 ТУ2 035-588-77 - вставка резцовая; | | | | | | | | | | |
| | 8133-0136h11 ГОСТ 18326-73 - скоба; 8102-0044h14 ГОСТ 18355-73 - скоба; | | | | | | | | | | |
| | 8371-0024 МН1416-61 - шаблон; ШЦ-1 ГОСТ 166-80 - штангенциркуль | | | | | | | | | | |
| Р08 | | 1 | ∅45 | 44 | 2,5 | 1 | 130 | 800 | 113 | | 0,19 |
| 09 | | 1 | ∅45 | 24 | 2 | 1 | 130 | 800 | 113 | | 0,06 |
| 10 | | 1 | ∅45 | 2,6 | 1,6 | 1 | 130 | 800 | 113 | | 0,01 |
| 11 | | | | | | | | | | | |
| О12 | 3. Сверлить отв. ∅30 Н14 на проход | | | | | | | | | | |
| Т13 | АД.382 000 ТУ2 035-297-72 - блок инструментальный; 035-2301-1100 ОСТ 2 И20-2-80 - сверло; | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| ОК | Рис. 5. Обработка детали на металлорежущих станках с ЧПУ | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Подп. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | 01146.00006 | | 2 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | 406423.029 | | | | | 60146.00006 | | 015 |

| | | ПИ | ДилиВ | L | t | i | S | n | V | Тв | То |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 14 | 8313-0944Н14 ГОСТ 14810-69 - пробка | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | |
| Р16 | | 2 | ∅30 | 74 | 15 | 1 | 150 | 800 | 75,4 | | 0,34 |
| 17 | | | | | | | | | | | |
| О18 | 4. Расточить отв. ∅32Н11 (+0,16) напроход | | | | | | | | | | |
| Т19 | АД. 382.000 ТУ2 035-297-72 - блок инструментальный; К.01.4499.000 ГОСТ 1948-80 - резец расточной; | | | | | | | | | | |
| 20 | 8132-0948Н11 ГОСТ 14810-69 - пробка | | | | | | | | | | |
| Р21 | | 3 | ∅32 | 74 | 1 | 1 | 120 | 800 | 80,4 | | 0,13 |
| 22 | | | | | | | | | | | |
| О23 | 5. Точить канавку в размер: 2,5±0,125 и фаску 1,1×45° | | | | | | | | | | |
| Т24 | АД.382.000 ТУ2 035-297-72 - блок инструментальный; К.01.4163.000 ТУ2 035-588-77 - вставка резцовая; | | | | | | | | | | |
| Р25 | | 3 | ∅42,8 | 3 | 2,2 | 1 | 100 | 800 | 107,6 | | 0,03 |
| 26 | | | | | | | | | | | |
| О27 | 6. Нарезать резьбу М45 х 1,5 -8g | | | | | | | | | | |
| Т28 | АД.382.000 ТУ2 035-297-72 - блок инструментальный; К.01.4271.000 ТУ2 035-588-77 - вставка резцовая; | | | | | | | | | | |
| 29 | 8211-1148 8g ГОСТ 17764-72 - кольцо; 8211-0148 8g ГОСТ 17763-72 - кольцо | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ОК | Рис. 6. Обработка деталей на металлорежущих станках с ЧПУ |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Подп. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | 01146.00006 | | 3 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | 406423.029 | | | | 60146.00006 | | 015 |

| | | ПИ | ДилиВ | L | t | i | S | n | V | Тв | То |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Р31 | | 5 | ∅45,02 | 74,50 | 0,41 | 1 | 600 | 800 | 113 | | 0,002 |
| 32 | | 5 | ∅44,72 | 74,40 | 0,17 | 1 | 600 | 800 | 113 | | 0,002 |
| 33 | | 5 | ∅44,50 | 74,50 | 0,13 | 1 | 600 | 800 | 113 | | 0,002 |
| 34 | | 5 | ∅44,32 | 74,44 | 0,11 | 1 | 600 | 800 | 113 | | 0,002 |
| 35 | | 5 | ∅44,16 | 74,50 | 0,10 | 1 | 600 | 800 | 113 | | 0,002 |
| 36 | | | | | | | | | | | |
| О37 | 6. Контроль исполнителем | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ОК | Рис. 7. Обработка деталей на металлорежущих станках с ЧПУ |

## Разработка карты наладки инструмента

Карта наладки инструмента (КН/П) является сводным технологическим документом, определяющим состав режущего инструмента на весь технологический процесс или отдельную технологическую операцию. Совместно с КН/П дополнительно используют карты эскизов (КЭ). Оба этих документа содержат следующую информацию:

- способ закрепления заготовки в приспособлении;
- контуры обрабатываемых поверхностей;
- координаты нулевого положения суппорта;
- расстановку инструментов в револьверной головке станка и их обозначение;
- расстояния (вылеты) от оси резцедержателей до формообразующей вершины каждого инструмента в продольном и поперечном направлениях;
- указание для каждой поверхности, каким инструментом она должна быть обработана;
- наладочные размеры, величины коррекции инструментов, а также номера соответствующих корректоров.

Примеры оформления КН/П и КЭ на токарную операцию даны на рис.8 и 9.

## Расчёт опорных точек контура детали “Переходник”

Определение геометрических элементов контура детали ведётся по заданным на чертеже размерам. Размеры детали и величины межоперационных припусков на обработку могут задаваться с отклонениями или обозначениями квалитетов.

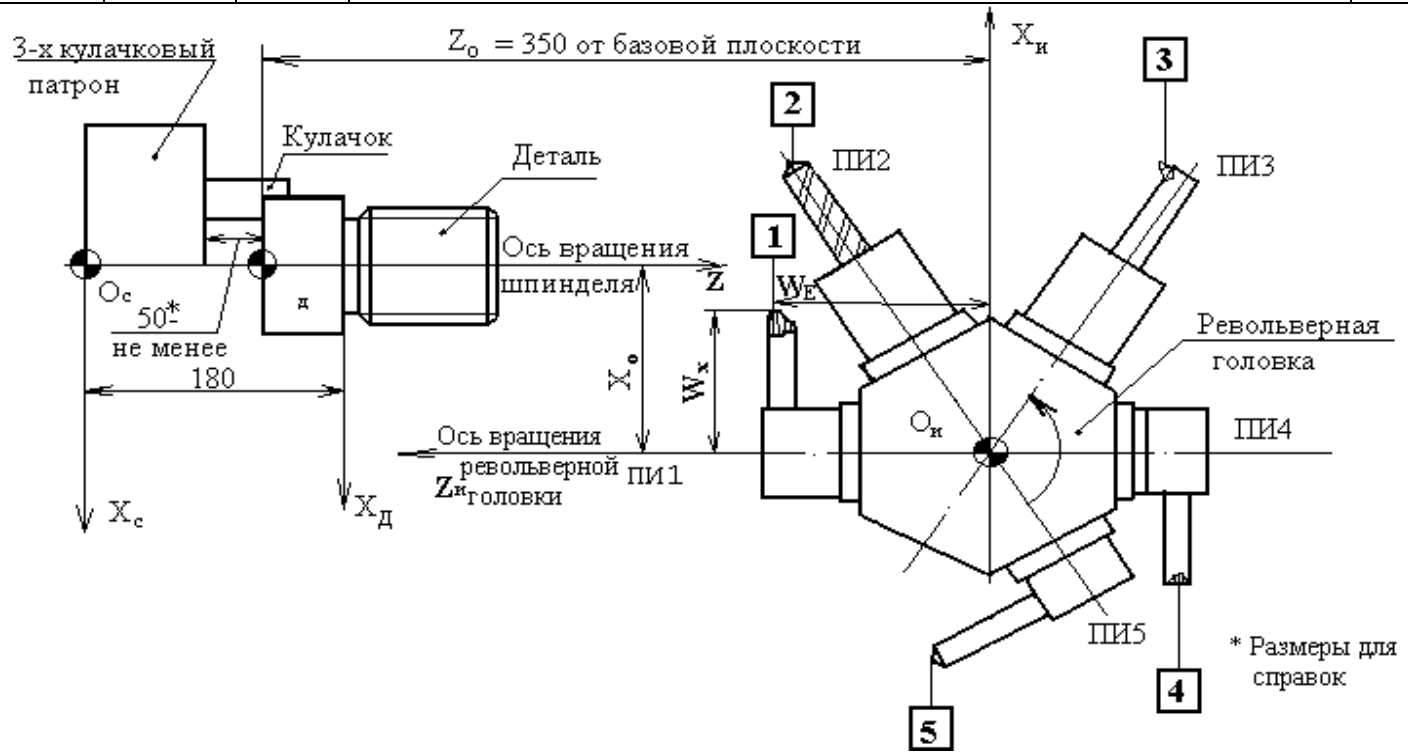
Вычисление координат опорных точек контура детали ведётся в системе координат детали с помощью уравнений, описывающих геометрические элементы и соотношения в треугольниках.

В данном примере расчёт перемещений инструмента, для упрощения, производится по контуру детали без учёта радиуса резца, считая его близким к нулю. Далее величины приращений переводятся в количество импульсов управления приводом по каждой координате с учётом цены импульса для станка мод. 16К20Ф3С5 в мм.

Расчёт координат опорных точек детали “Переходник” ведётся с использованием геометрической информации из КЭ по переходам 1-5 (рис.10-14), а определение приращений и количества импульсов по формулам:

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | | |
| Взаим. | | | | | | | | | | | | | | | |
| Подл. | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Разраб. | Попов | | | НПО "Чайка" | 406423.029 | - | 42146.00006 | |
| Соглас. | Сидоров | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | ПЕРЕХОДНИК | | | 05 01 | 015 |
| Н. контр. | Васильева | | | | | | | |




XcOcZc - система координат станка
XдOдZд - система координат детали
XиOиZи - система координат инструмента

X₀, Z₀-координаты исходного положения револьверной головки
Wx, Wz - координатные расстояния вершины режущих инструментов

Рис.8

КЭ

| | | | |
|---|---|---|---|
| Дубл. | | | |
| Взам. | | | |
| Подл. | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 01146.00006 | 1 | 1 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Разраб. | | | НПО "Чайка" | 406423.029 | - | 42146.00006 |
| Соглас. | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | 05 01 | 015 |
| Н.контр. | | | | | | |

| Ф Т | Опер Пер. | ПИ | Вспомогательный и режущий инструмент | Код наименован. | Наладочные размеры | Коорект. раз | НК |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Обозначение детали, программы оборудования, устройства ЧПУ | | | | | |
| Ф01 | | 820345, | Т-127856 управляющая программа; станок 16К20Ф3С5; устройство ЧПУ Н22-1М | | | | |
| Т02 | 1 | 1 | АД.382.000 по ТУ2 035-297-72 - блок инструментальный | | $W_x$=140; $W_z$=62 | ∅45d11 | 1X |
| Т03 | | | К.01.4272.000 по ТУ2 035-588-77 - вставка резцовая | | | $30_{-0.74}$ | 1Z |
| Т04 | 2 | 2 | АД.382.000 по ТУ2 035-297-72 - блок инструментальный | | $W_x$=110; $W_z$=272 | 70 | 2Z |
| Т05 | | | 035-2301-1100 по ОСТ2 И20-2-80 - сверло | | | | |
| Т06 | 3 | 3 | АД,382,000 по ТУ2 035-297-72 - блок инструментальный | | $W_x$=100; $W_z$=250 | $\varnothing 32^{+0.16}$ | 3X |
| Т07 | | | К.01.4499.000 по ГОСТ 19048-80 - резец расточной | | | | |
| Т08 | 4 | 4 | АД.382.000 по ТУ2 035-297-72 - блок инструментальный | | $W_x$=140; $W_z$=62 | ∅ 42.8 | 4X |
| Т09 | | | К.01.4163.000 по ТУ2 035-588-77 - вставка резцовая | | | $28 \pm 0.08$ | 4Z |
| Т10 | 5 | 5 | АД.382.000 по ТУ2 035-297-72 - блок инструментальный | | $W_x$=140; $W_z$=62 | ∅45.02 | 5X |
| Т11 | | | К.01.4271.000 по ТУ2 035-588-77 - вставка резцовая | | | 74.5 | 5Z |
| 12 | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | |

КН/П

Рис.9. Для обработки деталей на металлорежущих станках с ЧПУ

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | | |
| Подл. | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | 01146.00006 | | 1 | 1 |
| Разраб. | Попов | | | НПО "Чайка" | 406423.029 | | - | | | | 20146.00006 | | | |
| Соглас. | Сидоров | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | ПЕРЕХОДНИК | | | | | | | 05 01 | | 015 | |
| Н. контр. | Васильева | | | | | | | | | | | | | |

ПЕРЕХОД 1

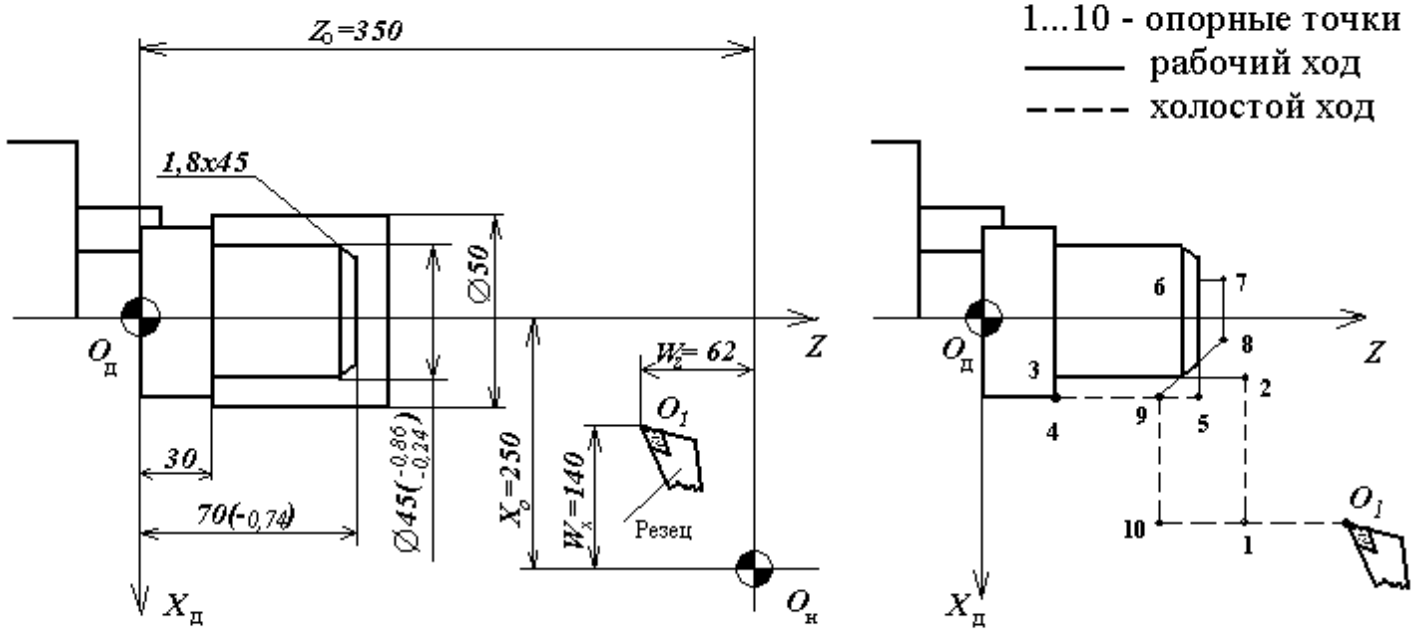



Рис. 10

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | | | |
| Подл. | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | 01146.00006 | | 1 | 1 |
| Разраб. | Попов | | | НПО "Чайка" | | 406423.029 | | - | | | | 20146.00006 | | | |
| Соглас. | Сидоров | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | ПЕРЕХОДНИК | | | | | | | | 05 01 | | | 015 |
| Н. контр | Васильева | | | | | | | | | | | | | | |

ПЕРЕХОД 2

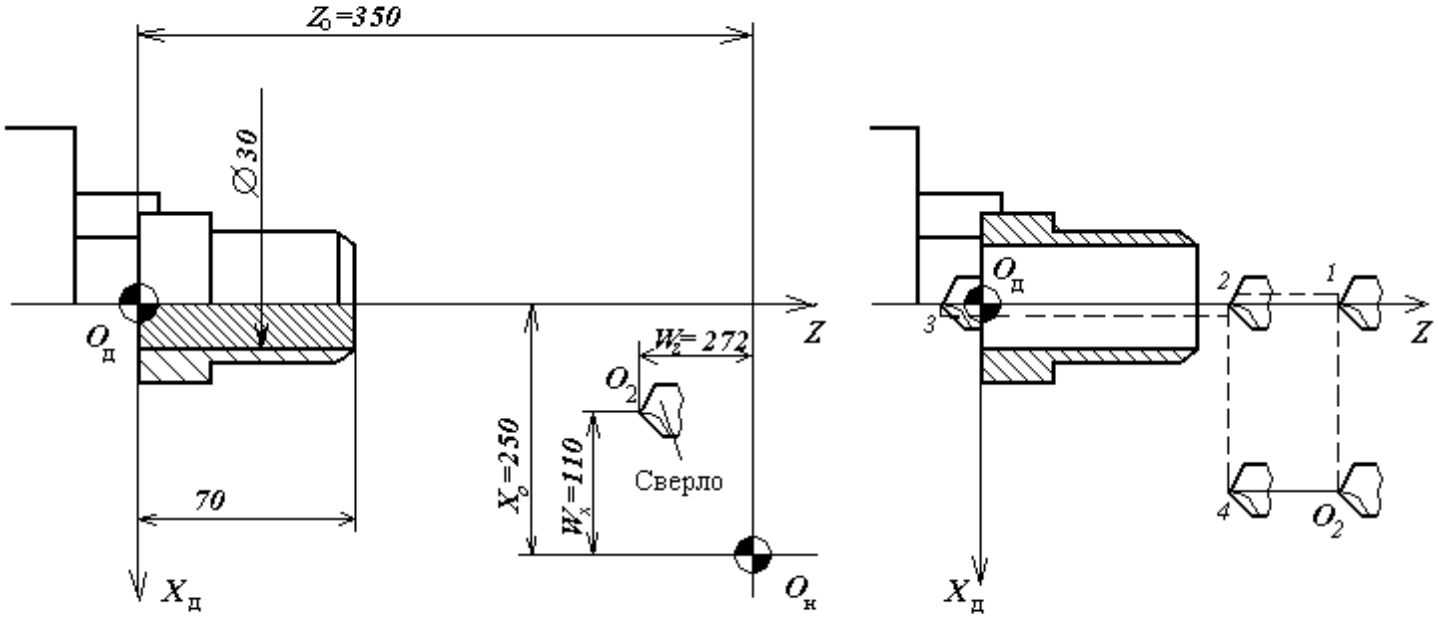



Рис. 11

| |
|---|
| КЭ |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | | | |
| Подл. | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | 01146.00006 | | 1 | 1 |
| Разраб. | Попов | | | НПО "Чайка" | | 406423.029 | | - | | | | 20146.00006 | | | |
| Соглас. | Сидоров | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | ПЕРЕХОДНИК | | | | | | | | 05 01 | | | 015 |
| Н.контр. | Васильева | | | | | | | | | | | | | | |

## ПЕРЕХОД 3

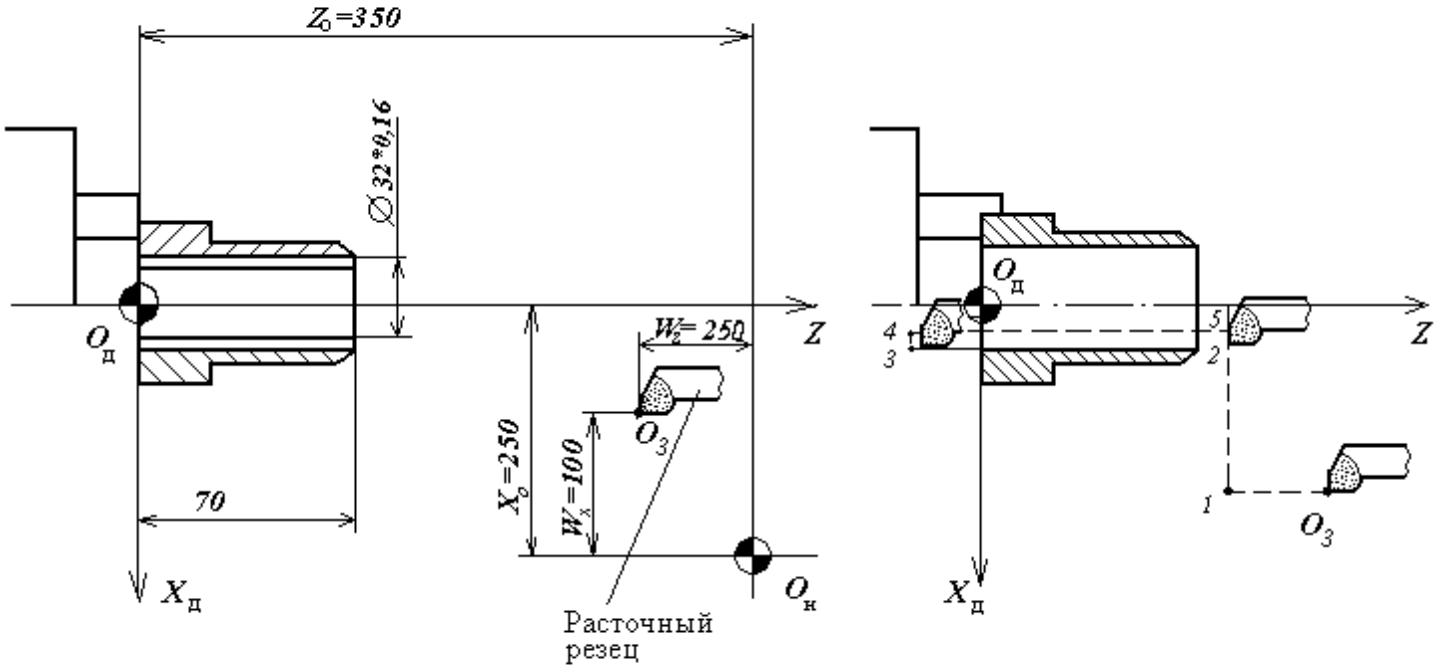



Рис. 12

| КЭ |
|---|

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | | | |
| Подл. | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | 01146.00006 | | 1 | 1 |
| Разраб. | Попов | | | НПО "Чайка" | | 406423.029 | | - | | | | 20146.00006 | | | |
| Соглас. | Сидоров | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | ПЕРЕХОДНИК | | | | | | | | 05 01 | | 015 | |
| Н.контр. | Васильев | | | | | | | | | | | | | | |

## ПЕРЕХОД 4

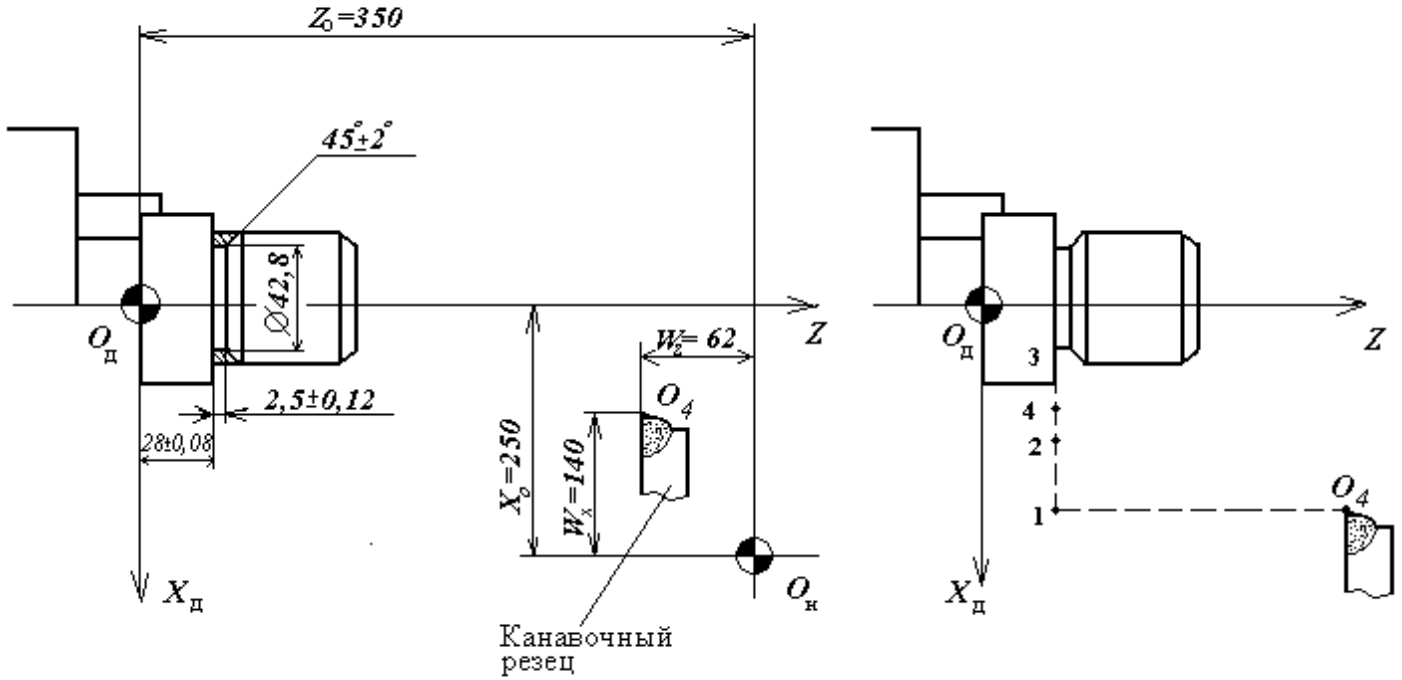



Рис. 13

| КЭ |
|---|

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | | | |
| Подл. | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | 01146.00006 | | 1 | 1 |
| Разраб. | Попов | | | НПО "Чайка" | | 406423.029 | | - | | | | 20146.00006 | | | |
| Соглас. | Сидоров | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | ПЕРЕХОДНИК | | | | | | | | 05 01 | | | 015 |
| Н.контр. | Васильев | | | | | | | | | | | | | | |

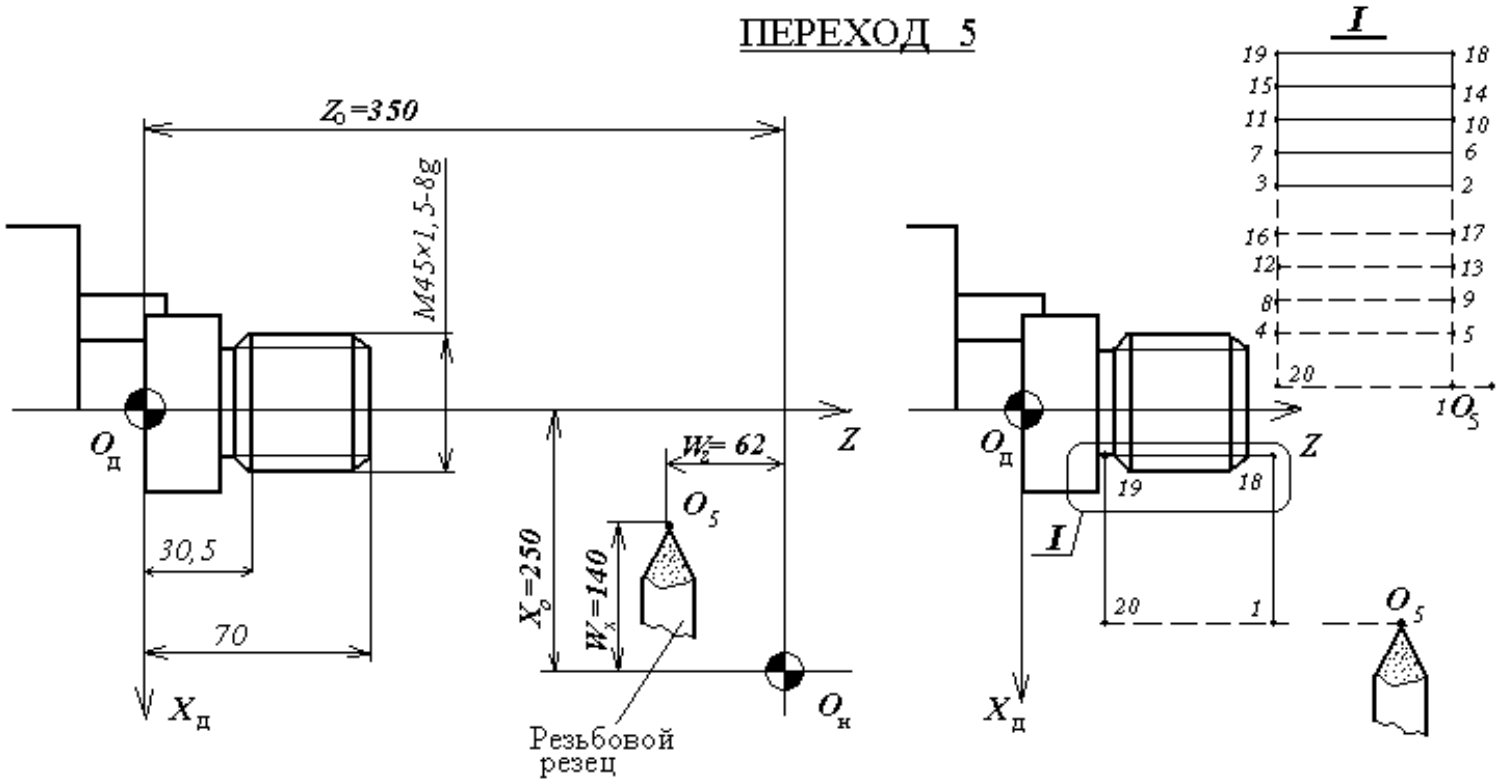



Рис. 14

| |
|---|
| КЭ |

$$\Delta X_{i-(i+1)}=X_i - X_{i+1} \text{ (мм)}; \quad \Delta X_{имп}=\Delta X/0{,}005 ;$$
$$\Delta Z_{i-(i+1)}=Z_i - Z_{i+1} \text{ (мм)}; \quad \Delta Z_{имп}=\Delta Z/0{,}01 ,$$

где 0,005 – цена импульса (дискретность отсчёта) по оси X;
0,01 – цена импульса по оси Z;
i – номер опорной точки.

Результаты геометрического расчёта координат опорных точек сведены в карту геометрической информации (табл. 2).

Таблица 2

Карта геометрической информации для обработки детали " Переходник "

| N Пере - Хода | N опор-ной точки | Абсолютные размеры , мм | | Размеры в приращениях | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | ΔX | | ΔZ | |
| | | X | Z | Мм | имп | мм | имп |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | ***O₁*** | 110 | 288 | 0 | - | -214 | -21400 |
| | 1 | 110 | 74 | -87,6 | -17,520 | 0 | - |
| | 2 | 22,4 | 74 | 0 | - | -44 | -4400 |
| | 3 | 22,4 | 30 | 0,6 | 120 | 0 | - |
| | 4 | 23 | 30 | 0 | - | 40 | 4000 |
| | 5 | 23 | 70 | -24 | -4800 | 0 | - |
| | 6 | -1 | 70 | 0 | - | 0,5 | 50 |
| | 7 | -1 | 70,5 | 21,4 | 4280 | 0 | - |
| | 8 | 20,4 | 70,5 | 2,6 | 520 | -2,6 | -260 |
| | 9 | 23 | 67,9 | 87 | 17400 | 0 | - |
| | 10 | 110 | 67,9 | 0 | - | 220,1 | 22010 |
| | ***O₁*** | 110 | 288 | | | | |
| 2 | ***O₂*** | 140 | 78 | -140 | -28000 | 0 | - |
| | 1 | 0 | 78 | 0 | - | -6 | -600 |
| | 2 | 0 | 72 | 0 | - | -82 | -8200 |
| | 3 | 0 | -10 | 0 | - | 82 | 8200 |
| | 2 | 0 | 72 | 140 | 28000 | 0 | - |
| | 4 | 140 | 72 | 0 | - | 6 | 600 |
| | ***O₂*** | 140 | 78 | | | | |

Продолжение табл.2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | $O_3$ | 150 | 100 | 0 | - | -28 | -2800 |
| | 1 | 150 | 72 | -133,92 | -26784 | 0 | - |
| | 2 | 16,08 | 72 | 0 | - | -79 | -7900 |
| | 3 | 16,08 | -7 | -0,52 | -104 | 0 | - |
| | 4 | 15,56 | -7 | 0 | - | 79 | 7900 |
| | 5 | 15,56 | 72 | 134,44 | 26888 | 0 | - |
| | 1 | 150 | 72 | 0 | - | 28 | 2800 |
| | $O_3$ | 150 | 100 | | | | |
| 4 | $O_4$ | 110 | 288 | 0 | - | -260 | -26000 |
| | 1 | 110 | 28 | -85 | -17000 | 0 | - |
| | 2 | 25 | 28 | -3,7 | -740 | 0 | - |
| | 3' | 21,3 | 28 | 0,1 | 20 | 0 | - |
| | 3" | 21,4 | 28 | 2,6 | 520 | 0 | - |
| | 4 | 24 | 28 | 86 | 17200 | 0 | - |
| | 1 | 110 | 28 | 0 | - | 260 | 26000 |
| | $O_4$ | 110 | 288 | | | | |
| 5 | $O_5$ | 110 | 288 | 0 | - | -213,5 | -21350 |
| | 1 | 110 | 74,5 | -87,49 | -17498 | 0 | - |
| | 2 | 22,51 | 74,5 | 0 | - | -45,5 | -4550 |
| | 3 | 22,51 | 29 | 1,49 | 298 | 0 | - |
| | 4 | 24 | 29 | 0 | - | 45,4 | 4540 |
| | 5 | 24 | 74,4 | -1,64 | -328 | 0 | - |
| | 6 | 22,36 | 74,4 | 0 | - | -45,4 | -4540 |
| | 7 | 22,36 | 29 | 1,64 | 328 | 0 | - |
| | 8 | 24 | 29 | 0 | - | 45,5 | 4550 |
| | 9 | 24 | 74,5 | -1,75 | -350 | 0 | - |
| | 10 | 22,25 | 74,5 | 0 | - | -45,5 | -4550 |
| | 11 | 22,25 | 29 | 1,75 | 350 | 0 | - |
| | 12 | 24 | 29 | 0 | - | 45,44 | 4544 |
| | 13 | 24 | 74,44 | -1,84 | -368 | 0 | - |
| | 14 | 22,16 | 74,44 | 0 | - | -45,44 | -4544 |
| | 15 | 22,16 | 29 | 1,84 | 368 | 0 | - |
| | 16 | 24 | 29 | 0 | - | 45,5 | 4550 |
| | 17 | 24 | 74,5 | -1,92 | -384 | 0 | - |
| | 18 | 22,08 | 74,5 | 0 | - | -45,5 | -4550 |
| | 19 | 22,08 | 29 | 87,92 | 17584 | 0 | - |
| | 20 | 110 | 29 | 0 | - | 259 | 25900 |
| | $O_5$ | 110 | 288 | | | | |

## Обработка винтовых поверхностей

Крепёжные и ходовые резьбы, червяки и другие винтовые поверхности могут обрабатываться на токарных станках с ЧПУ, имеющих связь между поступательным и вращательным движениями рабочих органов. Эта связь, в отличие от жёсткой механической на обычных токарно-винторезных станках, осуществляется синхронизацией линейной интерполяции движения подачи с вращением шпинделя с помощью датчика углового положения.

Технологические схемы многопроходной обработки крепёжных резьб показана на рис.15. Их строят, исходя из того, что форма резьбового резца соответствует профилю обрабатываемой резьбы. На схеме (рис.15,а) представлен общий случай радиального перемещения резьбового резца под некоторым углом $\alpha$ к направлению винтовой поверхности. Частными случаями этой схемы являются схемы, которые предусматривают заглубление резца перпендикулярно к направлению винтовой поверхности (рис.15,б) и вдоль одной из сторон профиля резьбы (рис.15, в, г). По схемам на рис.15, д, е перемещение резца производят поочерёдно вдоль обеих сторон профиля резьбы. При нарезании резьбы по схемам (рис.15, а, б) в резании участвуют одновременно обе режущие кромки резца, стружка имеет корытообразную форму, что повышает её жёсткость и тем самым увеличивает нагрузку на резец. Нарезание резьбы по схемам (рис.15, в, г) обеспечивает лучшее стружкообразование, но приводит к неравномерному изнашиванию режущих кромок резца. Схемы на рис.15, д, е позволяют наряду с удовлетворительным стружкообразованием достигнуть равномерности изнашивания обеих кромок резца. Резьбонарезание по схеме (рис.15,е) предусматриавет образование зазора между переходами $\varepsilon$, исключающего трение ненагруженной кромки резца, что повышает стойкость инструмента.

Нарезание резьбы М45х1,5 (переход 5) на детали "Переходник" приведём по схеме (рис.5,е).

Исходными данными для расчёта опорных точек начал проходов служат: диаметр резьбы D=45 мм, шаг резьбы P=1,5 мм, число проходов K=5 и зазор между проходами $\varepsilon$=0,02 мм. Расчётная схема нарезания резьбы приведена на рис.16.

Высота исходного треугольника $H = P\sqrt{(3/2)} = 1{,}3$мм.

Глубина разделяемой на переходы впадины равна $h = H - H/8 - H/6 = 0{,}92$ мм.

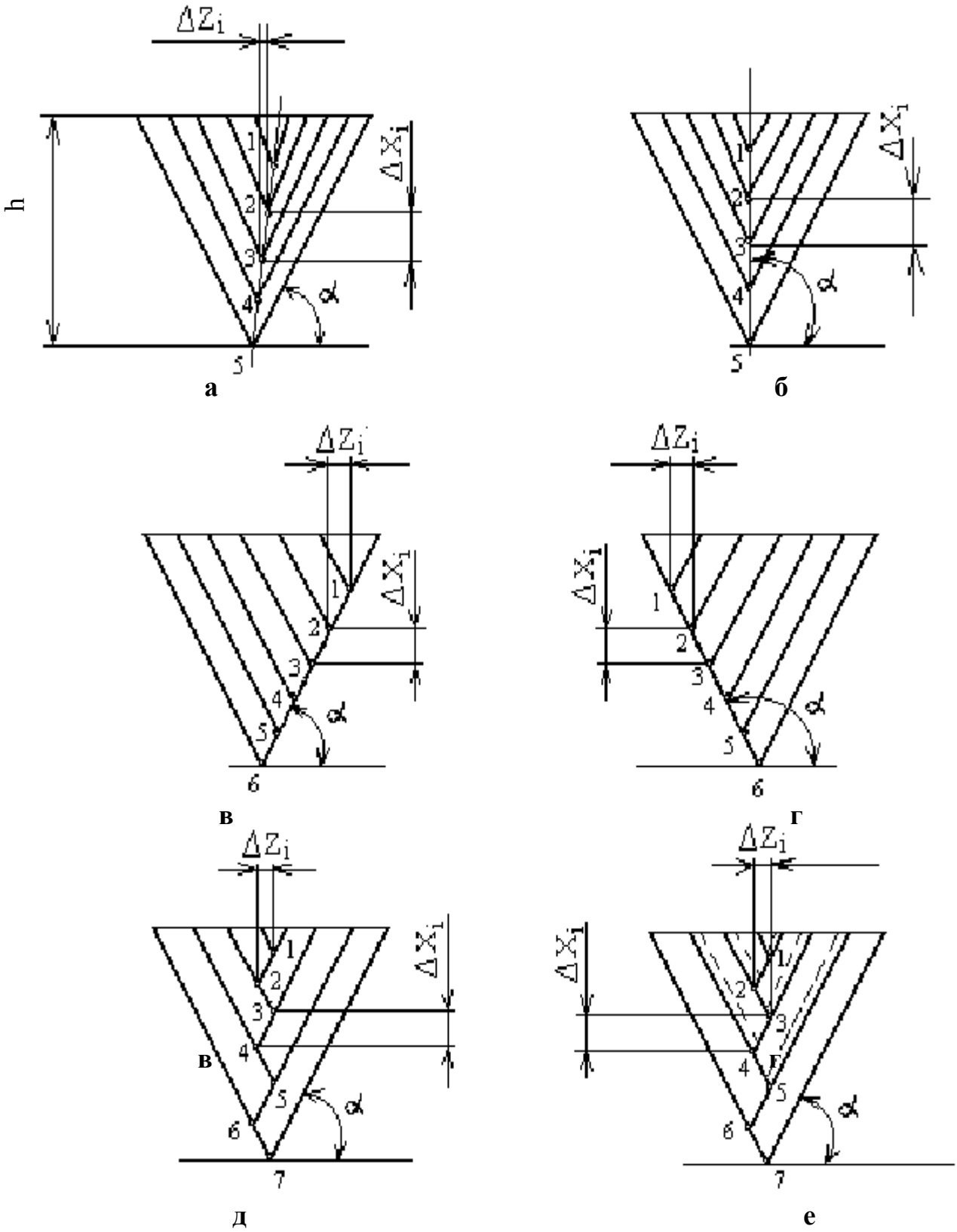



Рис. 15. Схема обработки резьбы на токарных станках с ЧПУ

Постоянство сечения стружки на i -м переходе достигается разделением припуска по закону геометрической прогрессии, то есть:

$$t_i = (h/\sqrt{K})\,(\sqrt{i} - \sqrt{(i-1)})$$

Приращения координаты ΔZ вершины резьбового резца на i -м переходе определяются по формуле

$\Delta Z_i = -t_i * ctg\alpha$ (при чётных i);

$\Delta Z_i = t_{i-1} * ctg\alpha$ (при нечётных i, кроме i=1),

то есть $\Delta Z_1 = 0$.

Приращения координаты ΔX с целью образования зазора: первое приращение увеличивают на (K-1)ε, а последующие уменьшают на величину ε:

$\Delta X_1 = -t_1 - (K-1)\varepsilon$ ;

$\Delta X_i = -t_i + \varepsilon$ .

Тогда координаты начал проходов в системе координат станка:

$X_i = D - 2\Delta X_i$ ;

$Z_i = L_{Z5} + 3P + \Delta Z_i$ ,

где $L_{Z5}$ -координата торца детали по оси Z (для перехода 5).

**Расчётная схема для нарезания резьбы**

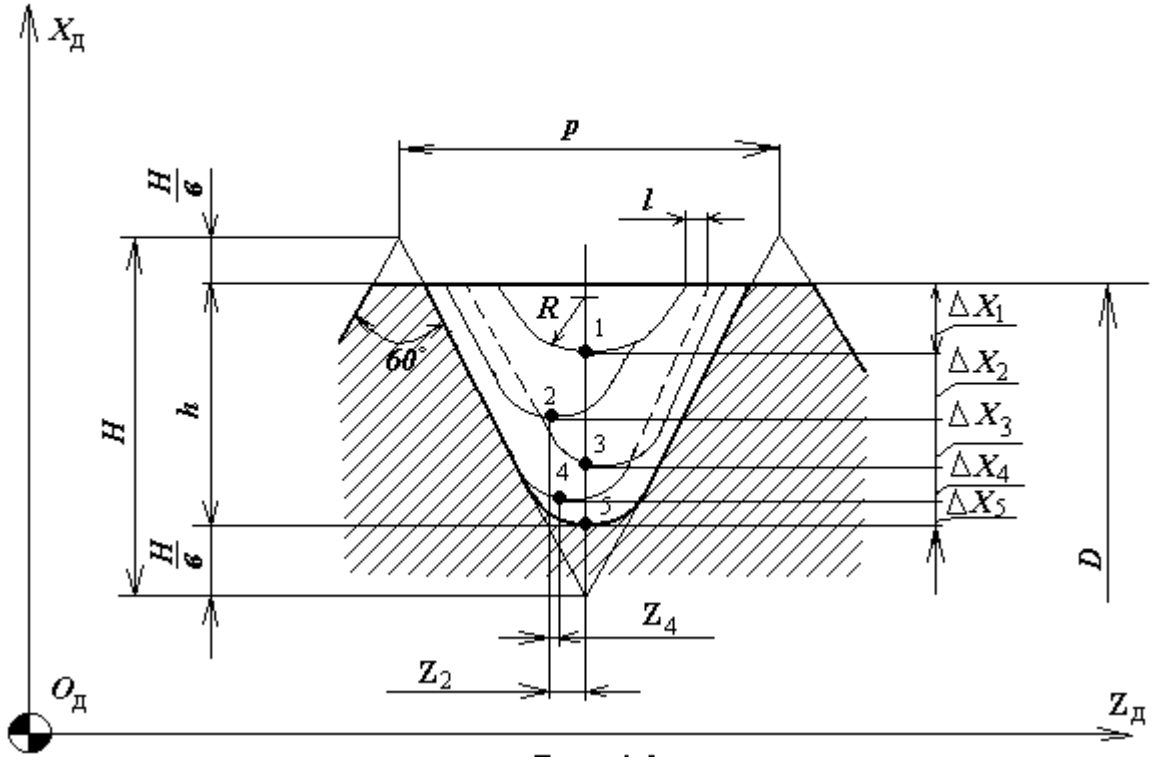



Рис. 16. Расчетная схема для нарезания резьбы

Глубина проходов $t_i$, приращения координат $\Delta X_i$ , $\Delta Z_i$ , рассчитанные по приведённым формулам, и координаты (размеры в мм) точек начал проходов в системе координат станка сведены в табл. 3.

Таблица 3

Карта геометрической информации
для нарезания резьбы М45 х 1.5

| № прохода i | $t_i$ | $\Delta X_i$ | $\Delta Z_i$ | $X_i$ | $Z_i$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.41 | -0.49 | 0 | 44.02 | 74.50 |
| 2 | 0.17 | -0.15 | -0.10 | 43.72 | 74.40 |
| 3 | 0.13 | -0.11 | 0.10 | 43.50 | 74.50 |
| 4 | 0.11 | -0.09 | -0.06 | 43.32 | 74.44 |
| 5 | 0.10 | -0.08 | 0.06 | 43.16 | 74.50 |

## Кодирование и запись управляющей программы

Технологический процесс обработки детали на станке с ЧПУ, детализированный до элементарных перемещений и технологических команд, служит исходной информацией для кодирования, записи, контроля и редактирования УП.

Структуру УП, её формат и методы кодирования управляющей информации, вводимой с перфолент, определяет ГОСТ 20999-78.

Геометрическую информацию, содержащуюся в графах 6 и 8 табл.2, и соответствующие коды необходимо записать в карте кодирования информации (ККИ) в виде последовательности букв и цифр, т.е. закодировать. При этом необходимо соблюдать правила программирования устройства ЧПУ типа Н22-1М.

Кодирование информации в устройстве Н22-1М, которым оснащён станок мод. 16К20Ф3С5, производится в коде ИСО-7бит (ГОСТ 13052-74). Программоносителем является восьмидорожечная перфолента шириной 25.4 мм, параметры которой регламентирует ГОСТ 10860-68.

Закрепление символов за командами и порядок записи управляющей информации в кадре программы для этого устройства ЧПУ приведены в табл.4.

Таблица 4

**Структура и формат программы**

| Слово | | Содержание | Использование |
|---|---|---|---|
| Адрес | Разряд-ность | | |
| № | 3 | Номер кадра | Обязательно в начале кадра |
| G | 2 | Подготовительная функция | Изменение условий перемещений |
| X<br>Z | 4-6 | Перемещение по осям X,Z | Обязательно, если X=0<br>Обязательно, если Z=0<br>Знаки "+" и "-" указывать обязательно |
| M | 3 | Вспомогательная функция | Обязательно |
| F | 5 | Функция подачи | При изменении подачи |
| S | 3 | Скорость главного движения | При изменении скорости |
| T | 3 | Функция инструмента | При смене инструмента |
| L | 2 | Номер корректора | При вводе и отмене коррекции |
| D | 6 | Шаг резьбы | Только при G33 со знаком "+" |
| I<br>K | 6 | Координаты центра круга | Обязательно при I=0<br>Обязательно при K=0<br>Обязательно со знаком "+" |
| LF | - | Конец кадра | Обязательно в конце кадра |
| % | | Начало программы | Предшествует первому кадру |

Слово "Номер кадра" служит для обозначения элементарного участка УП и является вспомогательной информацией. Номер адреса задаётся адресом № и целым десятичным числом. Слово "Подготовительная функция" определяет режим работы устройства ЧПУ. Эти слова задаются адресом G. Каждый кадр заканчивается символом LF. Все остальные адреса записываются между G (или №) и LF в произвольном порядке. В одном кадре не допускается запись более одной подготовительной функции. Нулевая информация по адресам X,Z,K,I не указывается. В кадрах, где присутствуют команды G26 и G27, геометрическая информация не указывается, а подход к нулевой точке станка возможен только по одной координате.

Слово "Функция подачи" определяет скорость подачи, которая в кадре записывается под адресом F и задаётся пятью разрядами. Старший разряд после адреса - признак режима обработки. В четырёх младших разрядах задаётся величина скорости подачи в мм/мин.

Первый разряд может принимать значения, которые соответствуют следующим режимам: 1 - разгон, 2 - торможение, 7 - признак ускоренного перемещения. В режиме торможения все величины подач уменьшаются в 20 раз. Рабочие подачи можно задавать в диапазоне от 1 до 1200 мм/мин., причём если задавать режим торможения, то будут отрабатываться подачи в диапазоне 0.05-60 мм/мин. При задании ускоренного перемещения (F70000) перемещение допускается только по одной из координат.

Слово "Скорость главного движения" записывается с адресом S и определяет частоту вращения шпинделя в об/мин. Код частоты вращения шпинделя станка мод. 16К20Ф3С5 назначается согласно табл. 5.

Таблица 5

| Код частоты вращения шпинделя S000 | Диапазоны | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | | 2 | | 3 | |
| | Об/мин | Мкр кгс·м | Об/мин | Мкр кгс·м | Об/мин | Мкр кгс·м |
| :01 | 12.5 | 130 | 50 | 100 | 125 | 57.7 |
| :02 | 18 | 130 | 71 | 100 | 180 | 40 |
| :03 | 25 | 130 | 100 | 72.15 | 250 | 28.86 |
| :04 | 35.5 | 130 | 140 | 51.5 | 355 | 20.3 |
| :05 | 50 | 130 | 200 | 36 | 500 | 14.4 |
| :06 | 71 | 130 | 280 | 25.8 | 710 | 10.16 |
| :07 | 100 | 72.15 | 400 | 18 | 1000 | 7.2 |
| :08 | 140 | 51.5 | 560 | 12.86 | 1400 | 5 |
| :09 | 200 | 36 | 800 | 9 | 2000 | 3.6 |

ПРИМЕЧАНИЕ. В табл. 5 вместо символа ( : ) ставится значение старшего разряда "0" или "1". При назначении "0" команда S начинается вместе с отработкой геометрической информации (например, S007), а при назначении "1" - после ответа о выполнении команды аналогичного назначения.

Вспомогательная функция M и функция инструмента T задаются словами с адресами и трёхзначными кодовыми числами. Старший разряд после адреса может принимать значения "0" или "1". При наличии "0" выполнение этих команд начинается с отработкой геометрической информации, а при наличии "1" - после ответа о выполнении команды аналогичного назначения. Функции M и T кодируют в соответствии с рекомендациями ГОСТ 13052-74.

Выбор номера корректора задаётся функцией L с двумя разрядами, старший из которых предназначен для обозначения возможностей ввода коррекции. При программировании: 1 - означает ввод коррекции по оси X, 2 - ввод коррекции по оси Z, 3 - ввод коррекции по осям X и Z одновременно.

Кодирование и запись программы для обработки на станке мод. 16К20Ф3С5 детали "Переходник" приведены на рис. 17-19.

После кодирования и записи УП обязательно должна пройти этап проверки и отладки. Для обнаружения ошибок в УП имеется несколько способов. Один из них, например, способ выявления геометрических

ошибок, состоит в следующем. При помощи микрокалькулятора подсчитывают сумму импульсов, записанных в табл. 2 для перемещений в направлении +X, а затем в направлении -X. При этом сумма положительных шагов должна равняться сумме отрицательных. Аналогично сравнивают число шагов в направлениях +Z и -Z. Такая проверка необходима до набивки перфоленты, а также в случае внесения изменений в УП в процессе её отладки [ 8 ].

## ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Разработать управляющую программу обработки детали на станке мод. 16К20Ф3С5. Эскиз и размеры детали, для которой необходимо разработать УП, выдаются преподавателем.

**Порядок выполнения работы следующий**:

1. Изучить техническую характеристику токарного станка мод. 16К20Ф3С5 и особенности программирования устройства ЧПУ типа Н22-1М.
2. Выбрать заготовку составить маршрут обработки детали.
3. Разработать операционный технологический процесс обработки заданной детали. Выбрать режимы резания, инструмент, оснастку.
4. Выбрать систему координат детали. Составить карту наладки инструмента на программную операцию.
5. Произвести наладку и определить траекторию движения инструмента по каждому переходу программной операции.
6. Произвести расчёт опорных точек и кодирование информации.
7. Произвести запись текста управляющей программы и её проверку.

ГОСТ 3. 1418 - 82 Форма 5

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 01146.00006 | 3 | 1 | |
| НПО " Чайка " | 406423.029 | - | 71146.00006 | | |
| ПЕРЕХОДНИК | | | 05 01 | 015 | |
| Оборудование, устройство ЧПУ | | Особые указания | | | |
| Токарный 16К20ФЗС5, Н22-1М | | - | | | |

| Nкадра | Кодирование информации, содержание кадра | Содержание перехода |
|---|---|---|
| | % | Начало программы |
| 1 | №001 G26 T101 M014 LF | |
| 2 | №002 G01 F10600 S029 L31 LF | |
| 3 | №003 Z-21400 F70000 LF | Быстрый ход |
| 4 | №004 X-17520 LF | |
| 5 | №005 Z-04400 F10130 LF | Рабочая подача |
| 6 | №006 X+00120 LF | |
| 7 | №007 Z+04000 F70000 LF | |
| 8 | №008 X-04800 F10130 LF | |
| 9 | №009 Z+00050 LF | |
| 10 | №010 X+04280 F70000 LF | |
| 11 | №011 X+00520 Z-00260 F10130 LF | |
| 12 | №012 X+17400 F70000 LF | |
| 13 | №013 Z+22010 LF | |
| 14 | №014 G40 F10600 L31 LF | Отмена коррекции |
| 15 | №015 G01 F10600 T102 L22 LF | |
| 16 | №016 X-28000 F7000 LF | |
| 17 | №017 Z-00600 F11200 LF | При ходе менее 20мм |
| 18 | №018 Z-08200 F10150 LF | |
| 19 | №019 Z+08200 F70000 LF | |
| 20 | №020 G25 X+999999 LF | Возврат в исх. точку |
| 21 | №021 G01 Z+00600 F11200 LF | |
| 22 | №022 G40 F10600 L22 LF | |
| 23 | №023 G01 F10600 T103 L33 LF | |
| 24 | №024 Z-02800 F70000 LF | |

Дубл. Взам. Подп.

ККИ

Рис. 17. Для разработки управляющих программ

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 01146.00006 | 2 |
| | | | | | 406423.029 | 71146.00006 | 015 |

| № кадр | Кодирование информации, содержание кадра | Содержание перехода |
|---|---|---|
| 25 | №025 X-26784 LF | |
| 26 | №026 Z-07900 F10120 LF | |
| 27 | №027 X-00104 LF | |
| 28 | №028 Z+07900 F70000 LF | |
| 29 | №029 X+26888 LF | |
| 30 | №030 Z+02800 LF | |
| 31 | №031 G40 F10600 L33 LF | |
| 32 | №032 G01 F10600 T104 L34 LF | |
| 33 | №033 Z-26000 F70000 LF | |
| 34 | №034 X-17000 LF | |
| 35 | №035 X-00740 F10100 LF | |
| 36 | №036 G04 X+00020 F20100 LF | Выдержка времени |
| 37 | №037 G01 X+00520 F10600 LF | |
| 38 | №038 X+17200 F70000 LF | |
| 39 | №039 Z+26000 LF | |
| 40 | №040 F10600 L34 LF | |
| 41 | №041 G01 F10600 T105 L35 LF | |
| 42 | №042 Z-21350 F70000 LF | |
| 43 | №043 X-17498 LF | |
| 44 | №044 G33 X+000256 Z-004550 D+000150 LF | Нарезание резьбы |
| 45 | №045 G01 X+00298 F10600 LF | |
| 46 | №046 Z+04540 F70000 LF | |
| 47 | №047 X-00396 F10600 LF | |
| 48 | №048 G33 X+000256 Z-004540 D+000150 LF | D-шаг резьбы в |
| 49 | №049 G01 X+00328 F10600 LF | импульсах |

| Дуб | Взам | Под |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ККИ | Рис. 18. Для разработки управляющих программ |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 01146.00006 | 3 | |
| | | | | 406423.029 | 71146.00006 | 015 | |

| № кадр | Кодирование информации, содержание кадра | Содержание перехода |
|---|---|---|
| 50 | №050 Z+04550 F70000 LF | |
| 51 | №051 X-00350 F10600 LF | |
| 52 | №052 G33 X+000256 Z-004550 D+000150 LF | X+000256 это число |
| 53 | №053 G01 X+00350 F10600 LF | импульсов на оборот |
| 54 | №054 Z+04544 F70000 LF | резьбонарезного датчика |
| 55 | №055 X-00368 F10600 LF | |
| 56 | №056 G33 X+00256 Z-004544 D+000150 LF | |
| 57 | №057 G01 X+00368 F10600 LF | |
| 58 | №058 Z+04550 F70000 LF | |
| 59 | №059 X-00384 F10600 LF | |
| 60 | №060 G33 X+000256 Z-004550 D+000150 LF | |
| 61 | №061 G01 X+17584 F70000 M009 LF | |
| 62 | №062 Z+25900 LF | |
| 63 | №063 G40 F10600 LF | |
| 64 | №064 M002 LF | Конец программы |

| Дубл. | Взам. | Подп. |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |

ККИ

Рис. 19. Для разработки управляющих программ

## СОДЕРЖАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЁТА О РАБОТЕ

Отчёт должен содержать:

1. Название лабораторной работы.
2. Цель работы.
3. Технологические документы, необходимые при разработке УП для токарных станков с ЧПУ.
4. Выводы.

## ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Какие конструкционные особенности и технологические возможности имеют современные токарные станки с ЧПУ ?
2. От чего зависит выбор системы координат детали ?
3. Какие способы базирования и закрепления заготовок применяют на токарных станках с ЧПУ ?
4. В чём состоит преимущество задания геометрической информации в относительной системе координат ?
5. Каков порядок записи информации в кадре УП для устройства ЧПУ типа Н22-1М ?
6. Какие причины вызывают появление ошибок при разработке УП ?
7. Как выявить ошибки в геометрической части УП ?

## ЛИТЕРАТУРА


1. Кузнецов Ю.И., Маслов А.Р., Байков А.Н. Оснастка для станков с ЧПУ: Справочник. - М.: Машиностроение, 1983.
2. Марголит Р.Б. Наладка станков с программным управлением. - М.: Машиностроение. 1983. Гл. 1,4,6,9.
3. Дерябин А.Л. Программирование технологических процессов для станков с ЧПУ. - М.: Машиностроение, 1984. Гл. 1-4.
4. Евгеньев Г.Б. Основы программирования обработки на станках с ЧПУ. - М.: Машиностроение, 1983. Гл. 1,2,4.


Время, отведённое на лабораторную работу

| | |
|---|---|
| Подготовка к работе | 0,5 акад. часа |
| Выполнение работы | 1,5 акад. часа |
| Оформление отчёта | 1,5 акад. часа |
| Отчёт о лабораторной работе | 0,5 акад. часа |