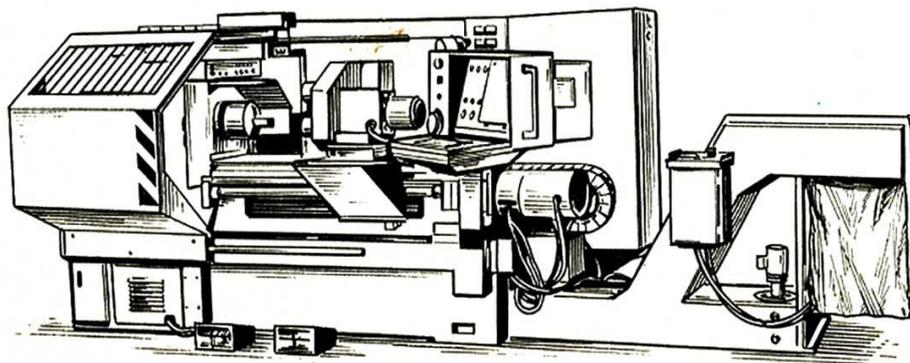


**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**НАМАНГАНСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ**

КАФЕДРА «ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ»



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**Для выполнения практических работ
на станках с ЧПУ.**

**ПО КУРСУ «ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
ПРОИЗВОДСТВА»**

**ДЛЯ МАГИСТРАНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ
5А520601- Технология машиностроения.**

НАМАНГАН – 2006

Ознакомление студента фрезерным станком с ЧПУ, разработка детали на этом станке.

Методическое указание к выполнению лабораторной работы по курсу «Технологии автоматизированного производства» НамИПИ

Составители:

доцент, к.т.н. А. Ю. Омиров
ассистент Р. И. Каримов

Рецензент:

доцент, к.т.н. А. Ботиров (НамИПИ)
доцент, к.т.н. А.Каюмов (НамИЭИ)

Рассмотрено и одобрено методическим советом НамИПИ
протокол № ___ от « » _____ 2006г.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ НА СТАНКАХ С ЧПУ

На этапе проектирования операции обработки заготовки на станке с ЧПУ разрабатывают расчетно-технологическую карту (РТК), включающую построение траектории движения инструмента инструмента, выполняют расчеты координат опорных точек и перемещений между ними. Далее, на основании РТК производят кодирование управляющей программы и ее запись на программноносителе [10]. Особенности разработки управляющих программ (УП) зависят от типа станка и системы ЧПУ [28, 33].

Кодирование и нанесение информации на перфоленту о траектории движения инструмента и всех технологических команд, необходимых для выполнения технологической операции, производится в виде последовательности фраз – кадров. Каждый кадр содержит информацию о геометрических и технологических командах, необходимых для обработки определенного участка заготовки. Последовательность кадров в программе определяет последовательность приемов обработки на станке. Кадр состоит из некоторого числа строк перфоленты, в каждой из которых записывают кодовые обозначения символов программы. Эти символы обозначаются с помощью международного семиэлементного алфавитно-цифрового кода для программирования обработки ИСО-7 бит. Этот код устанавливает множество определенных символов, которые подразделяются на цифровые, буквенные в буквах латинского алфавита – и некоторое число графических [28].

Адреса кодов обозначают различные команды по управлению станком с ЧПУ: N – номер кадра; X – перемещение по осе X; Y – перемещение по осе Y; Z – перемещение по осе Z; F – скорость подачи; S – частота вращения шпинделя; T – номер инструмента; L – номер коррекции; M – вспомогательные функции; G – подготовительные функции; A, B, C – повороты вокруг осей X, Y, Z.

Кроме адресов, код ИСО-7 бит имеет ряд служебных символов: «+», «-» - знаки направления перемещений; PS или LF – конец кадра; % - начало программы; / - информация, взятая в скобки, может быть отработана только при ручном включении на пульте специального кода.

Полное обозначения формата кадра определяет максимальный набор слов и их длину, которые требуется для записи необходимой информации по управлению станков с ЧПУ. Слова должны записываться в определенном порядке (формате) согласно схеме.

N3G2 X+33 Y (+) 33 Z (+) 32 B32 F2 S2 T2 M2 LF.

Цифры, стоящие после адресов кодов, означают число значащих разрядов. Для отдельных адресов в зависимости от конкретной системы ЧПУ форматы могут отличаться от приведённых в схеме. Рассмотрим подробнее правила построения слов.

«Номер кадра» состоит из адреса N и трёх цифр: от 001 до 999. Эта информация высвечивается на табло устройства ЧПУ для контроля отработки программы.

«Подготовительная функция» состоит из адреса G и кодового двухзначного числа. Эта функция определяет информацию об изменении условий перемещений и включает следующие виды:

- G00 – позиционирование;
- G01 – линейная интерполяция;
- G02 – круговая интерполяция и движения по часовой стрелке;
- G03 – круговая интерполяция и движения против часовой стрелки;
- G04 – выдержка (пауза);
- G08 – разгон ;
- G09 – торможение в конце кадра;
- G17 – выбор плоскости обработки XY;
- G18 – то же, для XZ;
- G19 – то же, для YZ;
- G40 – отмена коррекции режущего инструмента;
- G41 – коррекция инструмента левая;
- G42 – коррекция инструмента правая;
- G43 – коррекция инструмента положительная;
- G44 – коррекция инструмента отрицательная;
- G60 – точное позиционирование 1 (высокоточное);
- G61 – точное позиционирование 2 (среднее);
- G62 – быстрое позиционирование (грубое);
- G80...89 – постоянные автоматические циклы;
- G90 – абсолютный размер;
- G91 – размер в приращениях;
- G92...99 - резерв

"перемещение по осям X, Y, Z" задаются в абсолютных значениях (при G90) или в приращениях с соответствующими адресами перемещений (при G91) Ось X - всегда горизонтальная, ось Z - совмещается с осью инструмента, а ось Y - перпендикулярна осям X и Z. Направление перемещения определяется знаком "+" или

"–". Величина перемещения записывается шестизначной цифрой: 000.000, где первые три – целые, а вторые - дробные.

"Поворот вокруг оси " означает при команде В, что система готовит поворот стола с заготовкой вокруг оси Y. Величина поворота определяется пятизначной цифрой 000.00, где первые три цифры целые, а две последние – дробные доли оборота или градусы.

"Инструмент" обозначается адресом T и выражает в кодированном виде номер инструмента, по которому система осуществляет его поиск в магазине или револьверной головке. Число инструментов определяется видом станка и может быть от 00 до 99.

"Вспомогательная функция" обозначается адресом M и определяет изменение в условиях обработки программы станком. кодирование этой функции производится двузначным числом. наиболее часто используют:

- M00 – программируемый останов;
- M02 – конец программы;
- M03 – вращение шпинделя по часовой стрелке ;
- M04 – вращение шпинделя против часовой стрелки;
- M05 – останов шпинделя;
- M06 – смена инструмента;
- M08 – включение охлаждения;
- M09 – выключение охлаждения;
- M10 – зажим инструмента ;
- M11 – разжим инструмента;
- M36...M38 – выбор диапазонов;
- M60 – смена заготовки;
- M68 – зажим заготовки;
- M64 – отжим заготовки;
- M71 – поворот стола в нужное положение;
- M72– поворот стола на 90°;
- M73 –поворот стола на 180°;
- M74 – поворот стола на 270°;

"Скорость подачи" F и "Частота вращения шпинделя" S могут кодироваться методом прямого обозначения и методом геометрической прогрессии. Первый метод является более предпочтительным числом, соответствующим их величине, с указанием ее разряда с помощью вспомогательных функций M36...M38. Например, при скорости подачи 800мм/ мин необходимо записать 0080 и указать функцию M36, а при скорости подачи 0, 02

мм/мин запишется 0002 и функция M37, которая включает диапазон 2, предусматривающий уменьшение записанного значения подачи 1:100. При методе геометрической прогрессии подачу и частоту вращения шпинделя задают двухзначным кодовым числом согласно данным табл. Так, для скорости подачи 80 мм/мин будет выбран код F38. Ниже описаны основные особенности разработки управляющих программ для сверлильных и токарных станков с ЧПУ, оснащенных соответственно позиционными и контурными системами управления.

Технологическая часть подготовки УП для сверлильных станков с ЧПУ и многооперационных станков начинается с изучения данных чертежа детали и технологического процесса ее изготовления. Из-за отсутствия устройств для направления инструмента в ряде случаев для рассматриваемых станков целесообразно применять центрование отверстий перед сверлением, что повышает точность обработки. При выборе базы для выполнения размеров в двух координатной системе необходимо соблюдать принцип единства баз. В качестве такой базы используют оси "плавающего" нуля, который, как правило, является исходной точкой для начала обработки по программе. "Плавающий" нуль означает, что рассматриваемая точка может быть помещена при настройке станка в любой точке стола. При выборе базы по оси Z следует помнить, что автоматическая смена инструмента обеспечиваемая поворотом револьверной головки или автооператором из магазина, происходит в верхнем исходном положении.

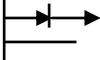
Разработка управляющей программы начинается с составления операционной карты, в которой задается последовательность обработки заготовки по переходам на принятом оборудовании, выбирается режущий инструмент и назначаются режимы резания. Более детальные представления последовательности обработки для каждого перехода показываются на карте эскизов согласно ГОСТ 3.1418 – 82, где изображаются все обрабатываемые поверхности, дается привязка инструмента или оси резцедержателя к началу координат станка и показывается траектория движения режущих кромок инструментов.

Современные типы токарных станков с ЧПУ оснащаются контурными системами управления, наиболее совершенными из которых являются системы типа CNC с встроенными в них ЭВМ. К таким станкам относится токарный станок мод. 16K20T1 с устройством ЧПУ «Электроника НЦ-31». Это

устройство обеспечивает ввод, редактирование, автоматическую обработку по УП, ручное управление станком с пульта устройства.

В последующих примерах для простоты будут указываться только координаты этой точки ИТ положения инструмента относительно системы координат детали.

В качестве основных команд в системе ЧПУ для токарных станков используются следующие.

Перемещение инструмента может задаваться в абсолютной системе отсчета. В абсолютной системе отсчета перемещения производятся относительно выбранной нулевой точки, а в относительной – перемещения производятся относительно предыдущей запрограммированной точки. Наличие признака  определяет относительный способ задания размеров, отсутствие его – абсолютный. Задание на перемещение вдоль оси Z представляется соответственно командами с буквенными адресами X и Z. Формат адресов соответственно X+06 и Z+06. Одной дискете по оси Z соответствует перемещение 0,01 мм, а по оси X – 0,005 мм. При такой дискете значение X задается на диаметр, что упрощает программирование перемещений с непосредственным использованием данных чертежа детали.

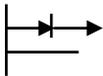
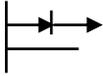
ПРИМЕР

1. Переместить инструмент в точку с координатой X=10 мм и затем в точку с координатой Z=30 мм (абсолютная система отсчета);

```
...      ...  
N10     X2000  
N11     Z3000
```

... ...
(Здесь и далее номера кадров принимаются произвольно).

2. Переместить инструмент по координате X на 20 мм и затем по координате Z – на 55 мм (относительная система отсчета):

```
...      ...        
N20     X 4000  
N21     Z 5500      
```

3. Переместить инструмент в точку координатами X= 12,5 мм и Z= - 32 мм с одновременным движением по обеим осям:

```
...      ...  
N30     X2500*  
N31     Z - 3200  
...      ...
```

Знак (*) означает признак принадлежности слова к команде. В рассмотренном примере он указывает на одновременное выполнение команд заданных в кадре N30 и N31. Такое разделение формата команд на элементарные кадры упрощает ввод и редактирование УП непосредственно на пульте устройства ЧПУ станка.

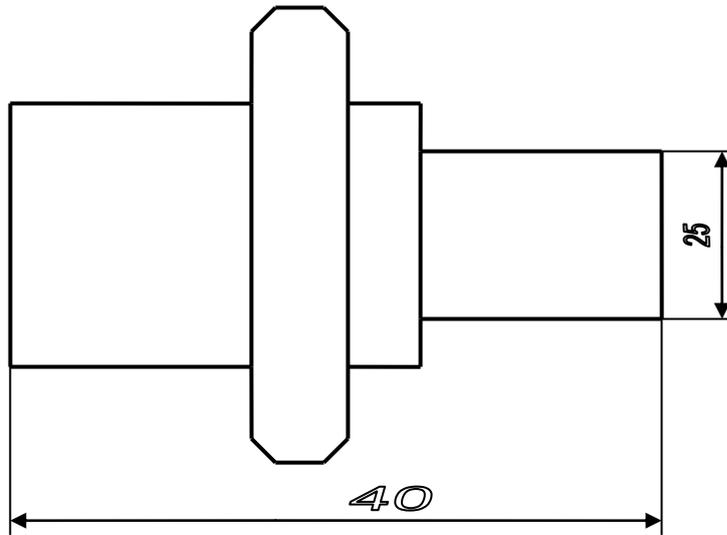
Программирование скорости главного движения задаётся двоично–десятичным кодом в формате S02. Каждому коду соответствует определённая частота вращения шпинделя, мин^{-1} , объединённая для трёх диапазонов. Включение соответствующего диапазона осуществляется с помощью вспомогательных функций M41, M42 (диапазон I, II), M43 (диапазон III), M44 (диапазон IV) в соответствии с табл. 3.10. Направление вращения программируется вспомогательными функциями M3 – по часовой стрелке, M4 – против часовой стрелки.

Пример: Задать вращения шпинделя по часовой стрелки с $n=500 \text{ мин}^{-1}$

...	...
N12	M3
N13	M44
N14	S05
...	...

Пример: 1 Для токарных станков ЧПУ

Заготовка литьё



Вид готовой детали

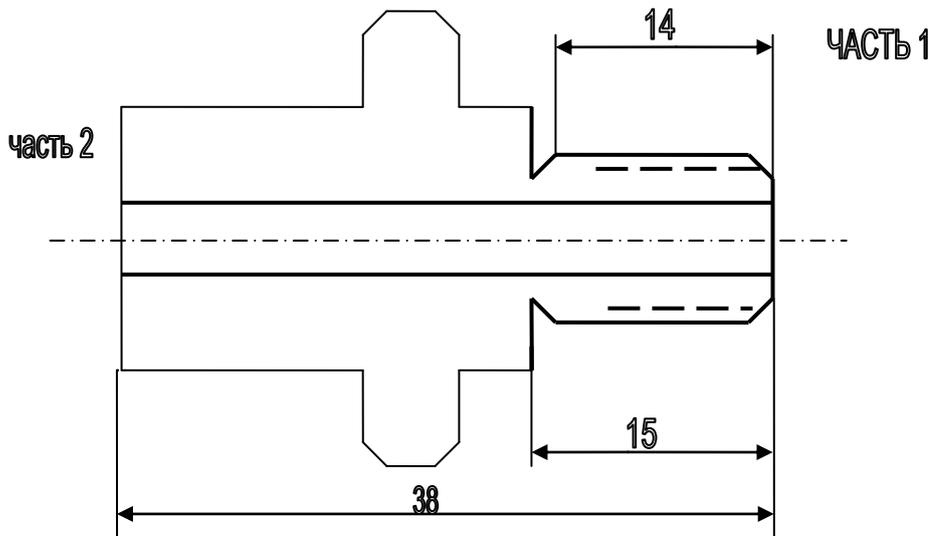
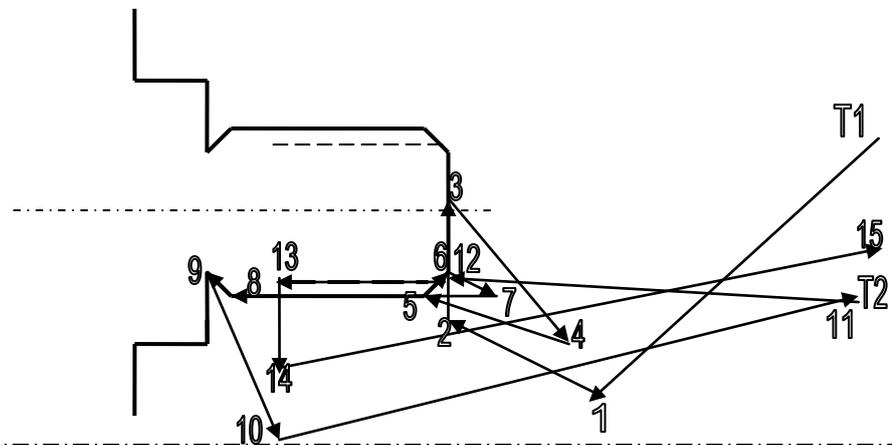


Схема прохождения режущего инструмента для части 1



Программа для части 1

001 D0.2
002 S2 400 T1 F 0.3 M08
003 X 25 Z 0 E
004 X 13 F 0.25
005 X 22 F 0.25
006 L 0.8 A 0 P 2
007 X 19.8 C 2
008 Z -14 M 17
009 X 18 F 0.05
010 X 22 F 1
011 Z 200 E X 50
012 G 12 S2 500 T2
013 L 0.1 F 1.5 W -13 X 18.4 A0 p0.5 C0
014 X20 Z200 M09
015 M0.2

D02 – начало программы, S2 400 – оборот, T1 – резец, F0.3 – подача, M0.8-подача охлаждения, X25 Z0E-диаметр заготовки и точка начало работы, X13 F0.25-операция и рабочий ход, L08-цикл A0- припуск чистый обработки, P2-максимальная глубина резание за один проход, C2-фаска 45⁰, M17-спомогательная функция, G12-подготовительная функция, L01-цикл резание резьбы, W-длина резьбы, p0.5-глубина резьбы, C-угол, M0.9-закрывать охлаждение, M0.2-конец программы.

Программа для части 2

001 D02
002 S2 400 T3 M0.8
003 X 0 Z1 E
004 Z -5 F 0.1
005 Z -40 F 0.25
006 Z 200 E M0.9
007 M 0.2

Общая программа для детали

001 D0.2
002 S2 400 T1 F 0.3 M08
003 X 25 Z 0 E
004 X 13 F 0.25
005 X 22 F 0.25
006 L 0.8 A 0 P 2
007 X 19.8 C 2
008 Z -14 M 17
009 X 18 F 0.05

010 X 22 F 1
011 Z 200 E X 50
012 G 12 S2 500 T2
013 L 0.1 F 1.5 W -13 X 18.4 A0 p0.5 C0
014 Z 200 E
015 S2 400 T3
016 X 0 Z1 E
017 Z -5 F 0.1
018 Z -40 F 0.25
019 Z 200 E M0.9
020 M 0.2

Пример 2. Для сверлильных станков с ЧПУ.

Разработать УП обработки двух отверстий в детали типа плита (рис.2.) на сверлильном станке с ЧПУ.

Исходя из размеров заготовки выбирают сверлильный станок с ЧПУ 2P135Ф2, оснащённый револьверной головкой.

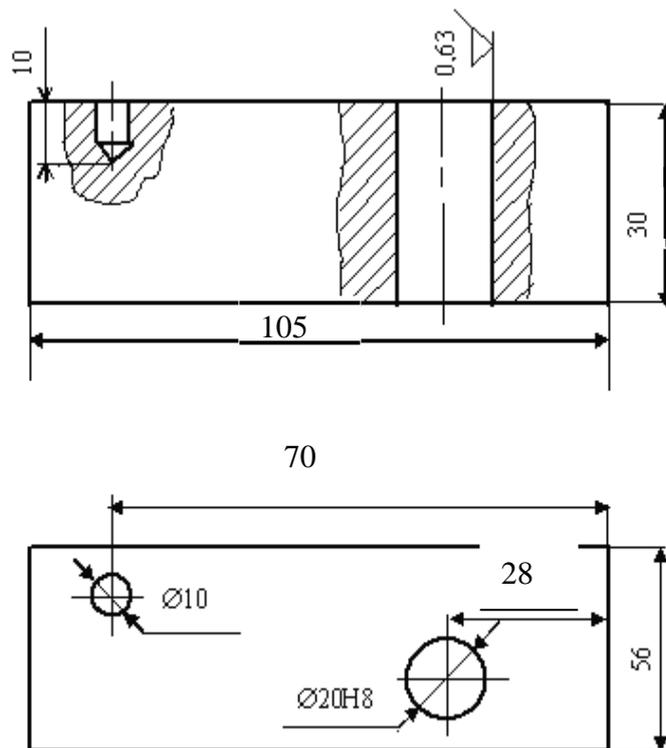


Рис.2. Эскиз плиты.

В соответствии с ранее рассмотренной последовательностью выполняемых работ составляются расчетно-технологическая и технологическая карты обработки детали типа плита (табл 2.). Эти

документы содержат всю необходимую информацию для задания последовательности обработки отверстий, назначения инструментов, режимов резания и выбора по ним кодов частоты вращения шпинделя, скорости подачи и коррекции. Положение датали относительно в РТК, а по оси Z принимается равным 100мм, УП в этом случае может быть составлена в следующем виде:

N001 TO S10 F14 L01 X+000000 Y+00000 ПС
 N002 X+002800 Y+03200 ПС
 N003 G91 R+010000 Z+106000 ПС
 N004 T02 S08 F14 L02 X+002800 Y+03200 ПС
 N005 G91 R+010000 Z+13500 ПС
 N006 T03 S06 F14 L03 X+002800 Y+03200 ПС
 N007 G91 R+010000 Z+13500 ПС
 N008 T04 S03 F05 L04 X+002800 Y+03200 ПС
 N009 G91 R+010000 Z+13500 ПС
 N010 T05 S08 F10 L05 X+002800 Y+03200 ПС
 N011 X+007000 Y+01000 ПС
 N012 G91 R+010000 Z+01000 ПС
 N013 X+000000 Y+00000 ПС

Таблица 2.

Диаметр отверстия, мм	Последовательность переходов	Режущий инструмент и его диаметр мм	Длина рабочего хода, мм	Позиция инструмента	Код частоты Вращения шпинделя	Код скорости подачи	Коррекция
20 H8	Центровка	Центровочное сверло, 20	6	01	S10	F14	L01
	Сверление Зенкерование	Сверло, 18,7	35	02	S08	F10	L02
		Зенкер, 19,8	35	03	S06	F12	L03
	Развертывание	Развертка, 20H8	35	04	S03	F05	L04
10	сверление	Сверло, 10	10	05	S08	F10	L05

Пример. 2. Для токарных станков ЧПУ.

Составит УП для станков с ЧПУ мод. 16К20Т1 траектории движения инструмента при обработке заготовки на длине 70 мм от торца (рис.3.) Исходную и конечную точки принять с координатами $X = 175$ мм, $Z = 200$ мм.

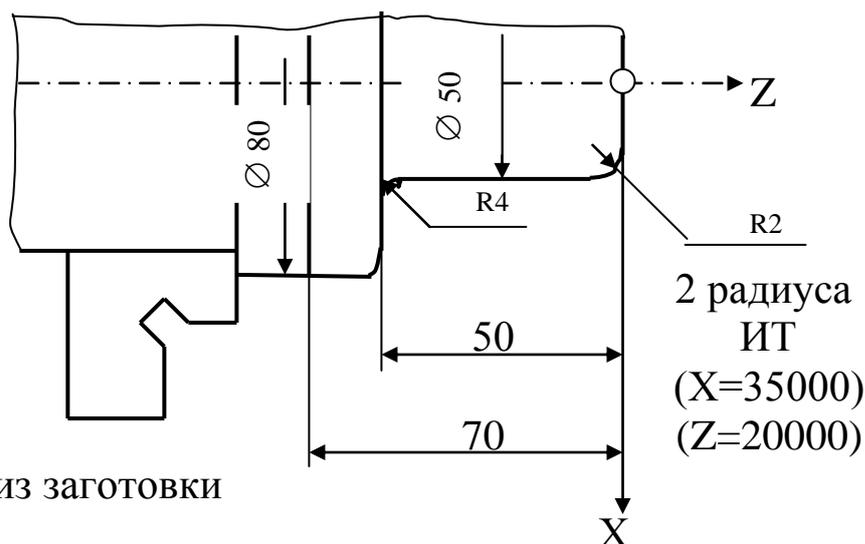


Рис. 3. Эскиз заготовки

Решение.

...	...		
N11	Z100	N23	G12*
N12	X0		
N13	Z0		
N14	X4600	N24	X 400
N15	G12*		
N16	X5000*	N25	Z-200
N17	Z - 200		
N18	Z - 4600	N26	Z - 7000
N19	G13*	N27	X35000*
N20	X5800*	N28	Z20000
N21	Z - 5000
N22	X7600		



3. Составить УП для станка с ЧПУ мод. 16К20Т1 траектории движения инструмента при обработке поверхностей заготовки диаметрами 40, 50 и 70 мм. Исходную и конечную точки принять с координатами $X=110$ мм и $Z=180$ мм.

4. Составить УП для станка с ЧПУ 16К20Т1 траектории движения инструмента при обработке выделенного контура заготовки (рис. 3.27), включающего переходные поверхности. Исходную и конечную точки принять с координатами $X=100$ мм, $Z=160$ мм.

5. Составить УП обработки втулки из стали 45 на токарном станке с ЧПУ 16К20Т1 (рис. 3.28). Заготовка – штамповка.

Решение: Для обработки выделенных поверхностей втулки (рис. 3.28) необходимо составить последовательность переходов назначением режущих инструментов [27, с. 237 - 247]:

1. Сверлить отверстие диаметров 38 мм. Инструмент Т1- сверло диаметров 38 мм.

Рис. 3.29. Схема обработки заготовки (к задаче 3.34)

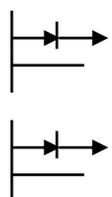
2. Обточить поверхности наружного контура. Инструмент Т – Проходной резец (ГОСТ 21151 - 75).

3. Расточить отверстие диаметром 40Н9. Инструмент Т3 – расточной резец (ГОСТ 20874 - 75).

Принимаем исходную точку ИТ относительно начала координат (см. рис. 3.28) с $X=100$ мм и $Z=200$ мм. Последовательность выполнения каждого перехода целесообразно представить в виде схемы обработки заготовки (рис. 3.29), представляющей траектории движение центра инструмента [27, с. 248]. Далее составляется УП с выбором частоты вращения шпинделя (табл. 3.10) и рабочей подачи в зависимости от вида выполняемого перехода. Пояснения содержания отдельных кадров приведены в скобках.

	T1 (сверло диаметров 38 мм)
N1	M3 (вращение шпинделя по часовой стрелке);
N2	M44 (- диапазон скорости вращения шпинделя);
N3	S03 (код скорости вращения шпинделя – 250 мин^{-1});
N4	G95 (задание подачи в мм/об);
N5	F30 (рабочая подача 0, 3 мм/об);
N6	~ X0 (быстрый ход в точку с $X=0, 0$);
N7	~ Z200 (быстрый ход в точку с $Z=2$ мм);
N8	Z-12500 (перемещение инструмента в точку с координатой $Z=-125$ мм);
N9	~ Z200 (быстрый ход в точку с $Z=2$ мм);
N10	~ X10000* } (быстрый ход в исходную точку ИТ);
N11	Z20000 }

N12 T2 – проходной резец;
 N13 M3
 N14 M43 (- диапазон скорости вращения шпинделя);
 N15 S8 (код скорости вращения шпинделя 560 мин⁻¹);
 N16 F25 (рабочая подача 0, 25 мм/об);
 N17 ~ X6400
 N18 ~ Z0
 N19 X3700
 N20 ~ X5700
 N21 X6000 – 45 (обработка фаски 1,5×45° на диаметре 60 мм);
 N22 Z - 2000
 N23 G13*
 N24 X6800* (обработка переходной поверхности);
 N25 Z - 2400
 N26 X9200
 N27 X9600 - 45° (обработка фаски 2×45° на диаметре 96 мм);
 N28 Z-5600
 N29 G13* }
 N30 X12000* } (обработка переходной поверхности);
 N31 Z6000 }
 N32 X12000
 N33 Z - 10000

N34×100  (отвод инструмента по координате X на 1 мм в относительной системе отсчета);

N35 ~ X10000*
 N36 Z20000
 N37 N03 – расточной резец;
 N38 M3
 N39 M44
 N40 S06 (код частоты вращения шпинделя 710 мин⁻¹);
 N41 F10 (рабочая подача 0, 1 мм/об);
 N42 ~ X3800
 N43 ~ Z0
 N44 Z - 2400
 N45 ~ Z2500
 N46 ~ X10000*
 N47 Z20000
 N48 M30 (конец управляющей программы).

3.35. Составить УП обработки втулки на токарном станке с ЧПУ 16K20T1, заготовка – пруток (табл. 3.13). Предварительно