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

КОДИРОВАНИЕ УПРАВЛЯЮЩЕЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ КОНТУРНОЙ ОБРАБОТКЕ ДЕТАЛИ НА СТАНКЕ С ЧПУ

Методические указания
к выполнению практических занятий по дисциплине
"Автоматизация производственных процессов в машиностроении"
для студентов направления
(15.03.05) «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

очной и заочной форм обучения

Энгельс 2025

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2

1. Цель работы

Цель работы – приобрести умение кодировать управляющую информацию с помощью буквенно-цифрового кода ISO-7 bit при обработке детали на станке с ЧПУ

2. Основные теоретические сведения

2.1. Структура управляющей программы

Основным понятием при изучении программирования станков с ЧПУ является понятие управляющей программы.

Управляющая программа (УП) – совокупность команд на языке программирования, соответствующая заданному алгоритму функционирования станка.

Основным языком программирования для большинства современных станков с ЧПУ является буквенно-цифровой код ISO-7bit, общие принципы которого изложены в стандартах ISO-6973 и DIN-66025.

УП в коде ISO можно разделить на кадры, которые в свою очередь состоят из слов.

Кадр управляющей программы – составная часть УП, вводимая и отрабатываемая как единое целое и содержащая не менее одной команды.

Как правило, кадр содержит геометрическую и технологическую информацию, необходимую для движения инструмента между соседними опорными точками.

Слово управляющей программы – составная часть кадра УП, содержащая основные данные о каком-либо параметре процесса обработки или другие данные по выполнению управления.

Слова УП состоят из букв, называемых ***адресами***, а также из целых или дробных чисел, называемых ***содержанием*** (например, G91, A+30, X–120.5).

Как правило, слово УП определяет работу отдельных исполнительных органов (движение подачи, главное движение работа устройств автоматической смены инструмента).

Дробные числа записывают с десятичной точкой, причем незначащие нули целой и дробной части слова пропускают. Например, вместо *X*010.500 можно записать *X*10.5. Слова, описывающие перемещения могут иметь знак (+ или –). При отсутствии знака перемещение считается положительным.

Большинство слов являются ***модальными***, то есть они остаются в силе на протяжении нескольких кадров, пока значение слова не изменится или пока функция, представленная словом не будет выключена. Слова, которые действуют в одном кадре немодальны.

В любой УП можно выделить составные части, которые записываются в определенной последовательности, образуя структуру УП (рис. 1). В структуре УП можно выделить такие составные части, как служебная информация, начало программы, основная часть, конец программы.

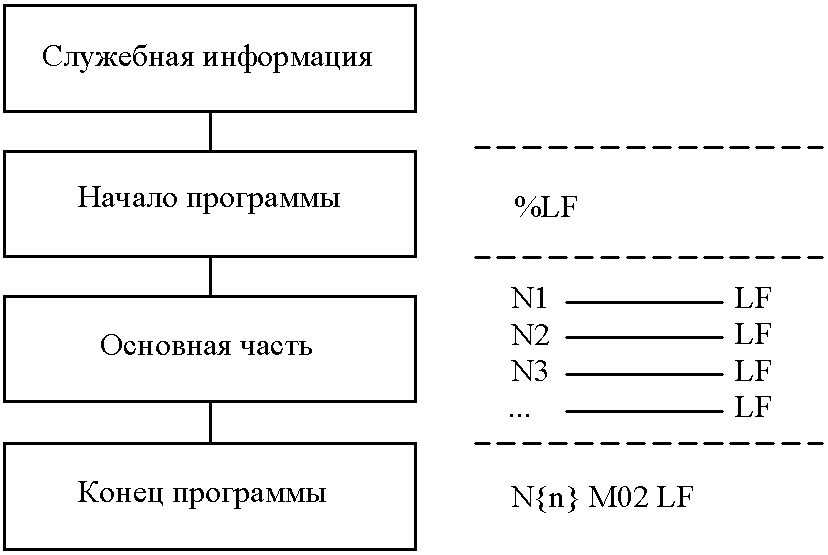


Рис.1. Структура управляющей программы

Начало программы, состоит из символа % (начало программы) и символа *LF* или *ПС* (конец кадра), т. е. %*LF*. При использовании нескольких УП в памяти устройства ЧПУ между симво-

лами % и LF добавляют трехзначный номер УП (например, %012*LF*).

Любая информация, записанная до символа %, не воспринимается устройством ЧПУ в качестве УП, но может отображаться на экране дисплея. В качестве такой информации часто записывают служебную информацию оператору или наладчику станка (общая характеристика программы, примечания по наладке станка и т. п.).

Основная часть УП представляет собой последовательность кадров, пронумерованных в порядке выполнения действий по обработке заготовки на станке с ЧПУ.

УП должна заканчиваться кадром с командой «конец программы» *M*02 или «конец информации» *M*30.

2.2. Подготовительные и вспомогательные функции

Подготовительные функции (*G*-функции или *G*-коды) предназначены для задания режима работы системы ЧПУ и кодируются адресом *G* с номером функции.

Подготовительные функции по назначению разделяют на группы. В кадре УП не могут быть заданы две и более подготовительных функции, принадлежащих одной группе. Состав групп для определенной системы ЧПУ необходимо смотреть в инструкции по ее программированию.

Можно выделит следующие типовые группы подготовительных функций:

1) *G*00…*G*03, *G33* – команды, задающие быстрые и рабочие перемещения, нарезание резьбы;

2) *G*17, *G*18, *G*19 – команды, определяющие выбор плоскостей интерполяции;

3) *G*40, *G*41, *G*42 – команды коррекции размеров режущих инструментов;

4) *G*80…*G*89 – стандартные технологические циклы обработки отверстий;

5) *G*90, *G*91 – команды, задающие способ отсчета размерных перемещений;

6) *G*94, *G*95 – команды, задающие единицы измерения скорости подачи;

7) *G*96, *G*97 – команды, задающие единицы измерения скорости главного движения.

Подготовительные функции, которые могут быть записаны в одном кадре УП, называют ***конгруэнтными***.

Некоторые подготовительные функции являются стандартными (их значения регламентируются стандартами, например, ГОСТ 20999 – 83) и для большинства систем ЧПУ имеет одинаковые значения. Другая часть относится к резервным функциям, значения которых задаются разработчиками конкретной системы ЧПУ.

Значения основных подготовительных функций, представлены в таблице П.3.

Функции *G*04 (выдержка времени в конце кадра), *G*09 (замедление в конце кадра), *G*92 (установка абсолютных накопителей положения) и некоторые другие действуют только в том кадре, в котором они записаны. Все остальные *G*-функции, один раз записанные, действуют постоянно до ввода следующей функции, принадлежащей к данной группе.

Вспомогательные функции (*M*-функции или *M*-коды) предназначены для задания команд, обеспечивающих управление средствами цикловой автоматики станка, и кодируются адресом *M* с номером функции.

Значения основных вспомогательных функций представлены в таблице П.4.

Отдельно стоит остановиться на функциях управления вращением шпинделя *M*03, *M*04, *M*05.

Функции *M*03, *M*04 задают вращение шпинделя соответственно по ходу часовой стрелки и против часовой стрелки, то есть включают вращение шпинделя в требуемом направлении. Фактическое направление вращения шпинделя следует смотреть с той стороны, в которую направлена ось *Z* (рис. 2).

Перед использованием функции *M*03 или *M*04 необходимо задать скорость вращения шпинделя (в об/мин или м/мин) с помощью функции главного движения *S*.

Выключение вращения шпинделя осуществляется функцией M05. При этом также может отключаться охлаждение.

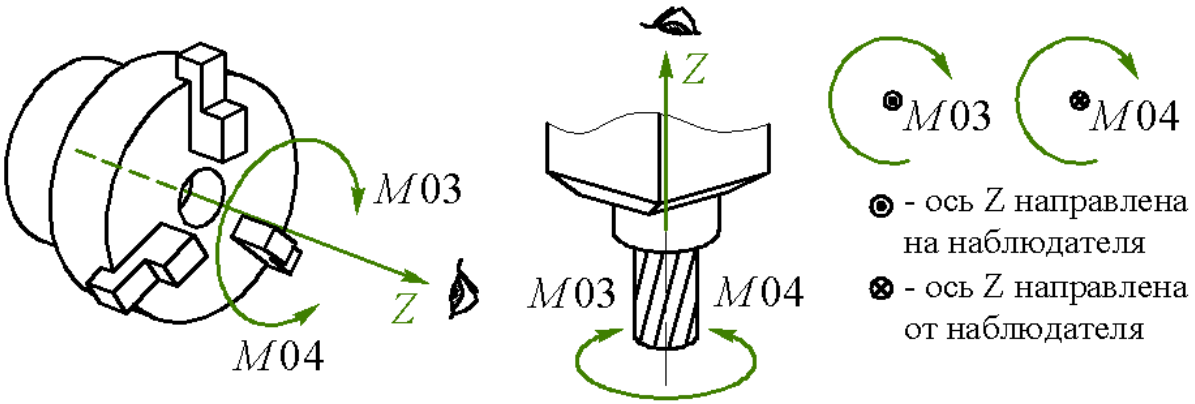


Рис. 2. Определение направления вращения шпинделя при использовании функций *M*03 и *M*04

2.3. Кодирование размерных перемещений

Слова «Размерные перемещения» предназначены для задания геометрической информации и записываются в кадре с использованием следующих адресов:

X, *Y*, *Z* (*U*, *V*, *W* или *P*, *Q*, *R*) – поступательные движения соответственно первого, второго и третьего рабочих органов вдоль одноименных осей стандартной системы координат станка с ЧПУ;

A, B, C – вращательные движения рабочих органов, несущих инструмент, соответственно вокруг осей *X*, *Y*, *Z*.

Содержание слов размерные перемещения соответствует либо координатам опорных точек относительно выбранной нулевой точки (при использовании *G*90 – абсолютные размеры), либо приращениям координат этих точек (при использовании *G*91 – размеры в приращениях).

Выделяют следующие основные виды размерных перемещений:

1). ***Быстрое позиционирование*** (перемещение в заданную точку с максимальной скоростью), задаваемое функцией *G*00 и имеющее следующий формат кадра:

N… G00 X… Y… Z… LF

Примеры записи кадров, в которых задано быстрое позиционирование в абсолютных размерах и приращениях, приведены на рис. 3.

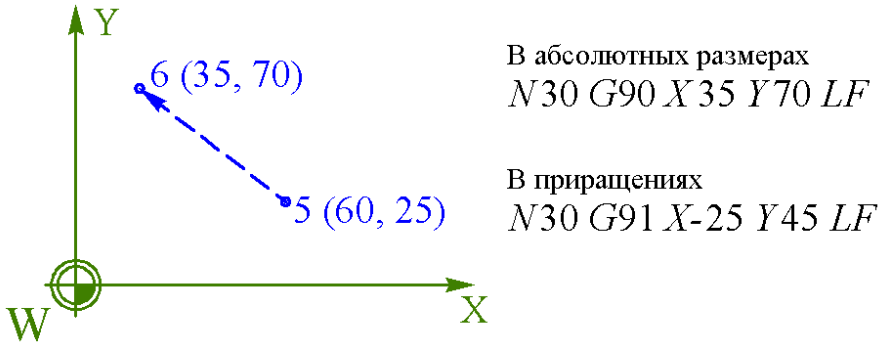


Рис. 3. Пример записи быстрого позиционирования в кадре УП

2). ***Линейная интерполяция*** (перемещение в заданную точку по прямой на рабочей подаче), кодируемая функцией *G*01. При данном виде размерного перемещения осуществляется обработка и должна быть указана скорость подачи.

Формат кадра при задании линейной интерполяции имеет следующий вид:

N… G01 … X… Y… Z… F… LF

3). ***Круговая интерполяция*** (перемещение в заданную точку по дуге окружности на рабочей подаче), задаваемая функциями G02 и G03 (обход дуги окружности соответственно по часовой и против часовой стрелки).

Для кодирования круговой интерполяции в кадре должны быть указаны следующие данные:

а). Плоскость интерполяции, задаваемая функциями *G*17, *G*18, *G*19, которые соответствуют координатным плоскостям *XY*, *XZ*, *YZ* (рис. 4).

Для ряда станков с ЧПУ (например, токарных) плоскость интерполяции задана по умолчанию и в кадре УП не записывается.

б). Координаты конечной точки интерполяции в абсолютных размерах или в приращениях.

в). Положение центра окружности, который задается параметрами *I*, *J* (для плоскости *XY*), *I*, *K* (для плоскости *XZ*), *J*, *K* (для плоскости *YZ*).

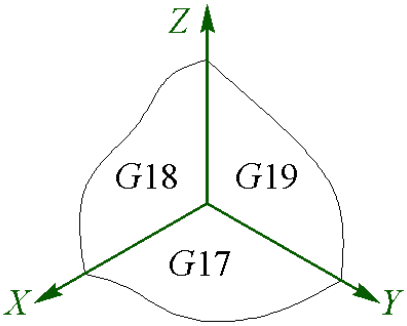


Рис. 4. Плоскости интерполяции и соответствующие им подготовительные функции

Параметры *I*, *J*, *K* можно рассматривать как координаты центра кривизны дуги относительно ее начальной точки соответственно вдоль осей *X*, *Y*, *Z* (рис. 5).

Формат кадров для круговой интерполяции в общем случае имеет вид:

```
N… G02 (G03) G17 … X… Y… I… J… LF
N… G02 (G03) G18 … X… Z… I… K… LF
N… G02 (G03) G19 … Y… Z… J… K… LF
```

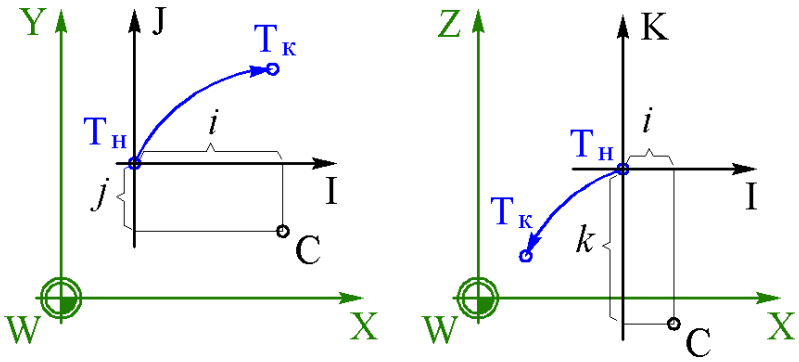
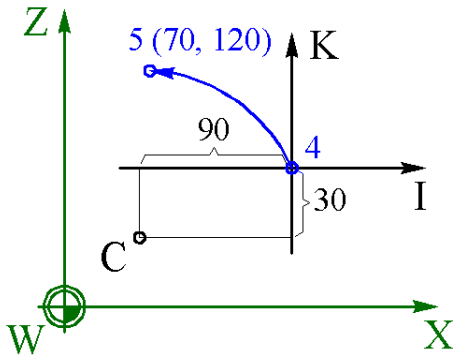


Рис. 5. Нахождение значений параметров *I*, *J*, *K* при круговой интерполяции

Пример записи кадра, в котором задана круговая интерполяция, приведен на рис. 6.



*N*25 *G*02 *G*18 *G*90 *X* 70 *Z*120 *I*-90 *K*-30 *LF*

Рис. 6. Пример записи круговой интерполяции в кадре УП

2.2.4. Программирование смены и коррекции инструмента на вылет

Для указания действий, относящихся к определенному инструменту, используется слово "функция инструмента", кодируемое адресом Т. В качестве таких действий выступают смена инструмента и коррекция размеров инструмента.

Содержание слова "функция инструмента" может быть задано двузначным или четырехзначным целым числом. В первом случае содержание соответствует только номеру инструмента (при наличии кодирующего элемента на инструментальном блоке) или номеру его позиции в устройстве автоматической смены инструментов. Во втором случае первые две цифры соответствуют номеру инструмента, а вторые две – номеру корректора (группы коррекций) этого инструмента.

Способ программирования смены инструмента в сильной степени зависит от модели станка и устройства ЧПУ. Поэтому для правильного задания смены инструмента следует смотреть инструкцию по программированию конкретного станка с ЧПУ.

На практике наибольшее распространение получили два способа программирования смены инструмента, определяемые конструкцией устройства автоматической смены инструмента:

1) смена инструмента путем поворота револьверной головки, задаваемая одним кадром с номером нового инструмента:

N… T… LF

2) смена инструмента из инструментального магазина, задаваемая обычно двумя кадрами:

N… T… LF

N… M06 LF

Коррекция на вылет инструмента заключается в автоматическом пересчете координат центра инструмента в соответствии с его вылетом при смене одного инструмента на другой.

Под вылетом инструмента понимается расстояние от центра инструмента до нуля этого инструмента вдоль определенной координатной оси.

Коррекция инструмента на вылет, производимая сразу после смены инструмента, характеризуется сдвигом исходной точки (нуля программы) из центра старого инструмента в центр нового.

2.3. Порядок выполнения работы

Данная лабораторная работа предполагает выполнение следующих этапов:

1). Изучить методические указания к лабораторной работе.

2). Пройти собеседование с преподавателем и получить задание для выполнения работы.

3). На основе расчетно-технологической карты обработки заданной детали определить координаты опорных точек траектории инструмента.

4). Используя полученные значения координат опорных точек и возможности кода ISO-7bit, составить текст управляющей программы для обработки заданной детали. Программа должен быть снабжена комментариями к кадрам.

5). Оформить и защитить отчет по лабораторной работе.

2.4. Индивидуальные варианты заданий

В качестве вариантов заданий для выполнения данной лабораторной работы предлагаются расчетно-технологические карты (рис. 7 – 11), в соответствии с которыми должны двигаться инструменты при контурной обработке заданных деталей.

Требуется определить координаты опорных точек, исходя из размеров обрабатываемых деталей (табл. 1 – 5), и написать текст управляющей программы в коде ISO-7bit с комментариями.

Радиус фрезы принять равным наименьшему радиусу элемента контура детали, который эта фреза обрабатывает. Радиус скругления при вершине токарного контурного резца принять равным нулю.

Обработка должна быть произведена с использованием охлаждения при постоянных скорости подачи и главного движения, которые выбрать из следующих диапазонов:

• скорость подачи 200 ÷ 300 мм/мин;

• скорость главного движения 400 ÷ 600 об/мин

Коррекция инструментов (№2 и 3) на вылет задана относительно инструмента №1 (нулевой инструмент).

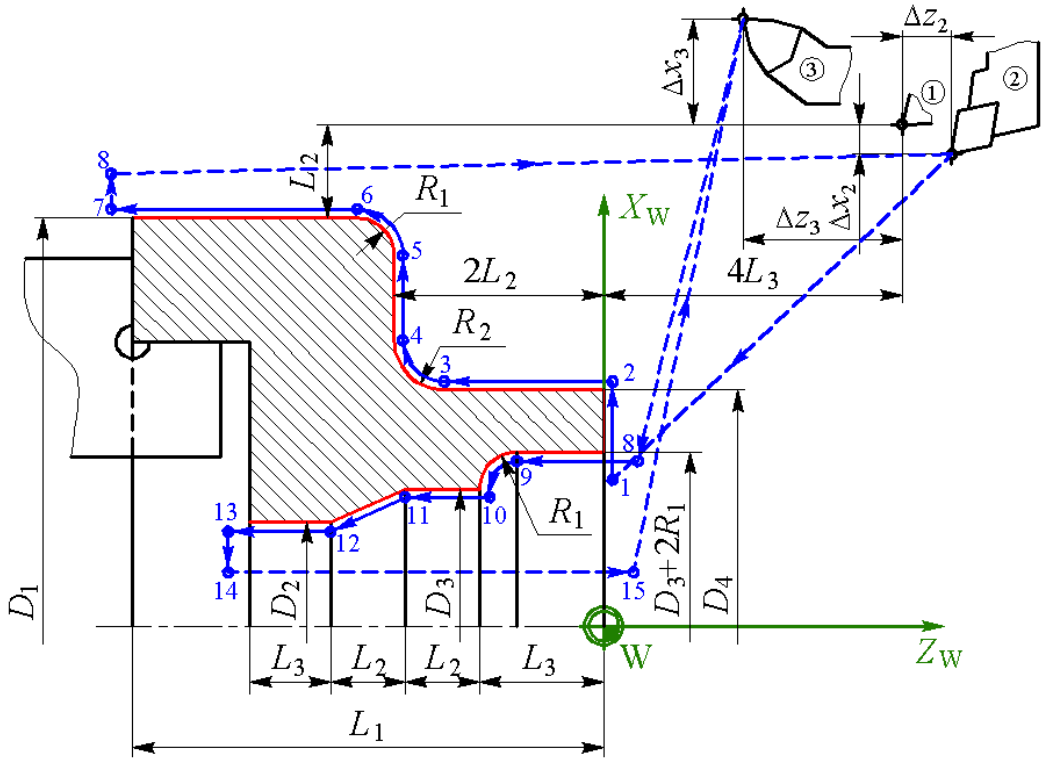


Рис. 7. Расчетно-технологическая карта обработки детали для вариантов 1, 6, 11, 16, 21

Таблица 1

Размеры обрабатываемой детали для вариантов 1, 6, 11, 16, 21

Размер, мм	**Вариант**				
	1	**6**	**11**	**16**	**21**
L_1	70	84	98	77	63
L_2	12	14,5	16,5	13,5	10,5
L_3	15	18	21	16,5	13,5
D_1	120	144	168	132	108
D_2	28	33,5	39,5	30,5	25,5
D_3	44	53	61,5	48,5	39,5
D_4	80	96	112	88	72
R_1	4	4,5	5,5	4,5	3,5
R_2	8	9,5	11,2	8,5	7,5
Δx_2	3	5	4	3	5
Δz_2	4	2	5	2	3
Δx_3	36	32	34	35	35
Δz_3	42	40	48	44	38

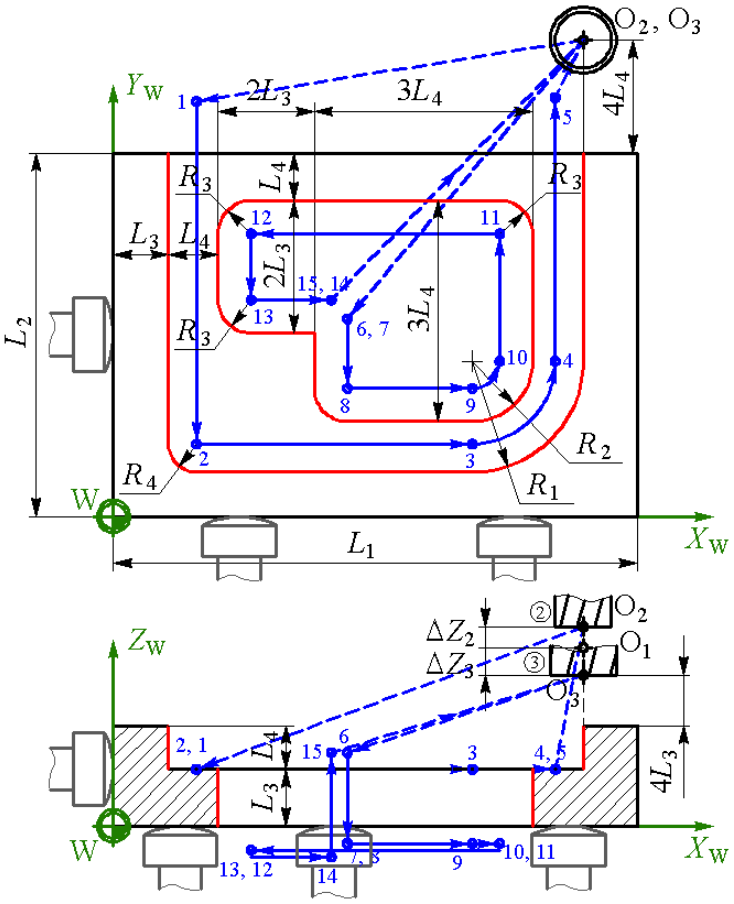


Рис. 8. Расчетно-технологическая карта обработки детали для вариантов 2, 7, 12, 17, 22

Таблица 2

Размеры обрабатываемой детали для вариантов 2, 7, 12, 17, 22

Размер, мм	**Вариант**				
	2	**7**	**12**	**17**	**22**
L_1	110	132	154	121	99
L_2	94	112,5	131,5	103,5	84,5
L_3	10	12	14	11	9
L_4	14	16,5	19,5	15,5	12,5
R_1	25	30	35	27,5	22,5
R_2	11	13,5	15,5	12	9,9
R_3	8	9,5	11,5	8,5	7,5
R_4	6	7,5	8,5	6,5	5,5
Δz_2	10	12	16	8	13
Δz_3	2	5	6	2	4

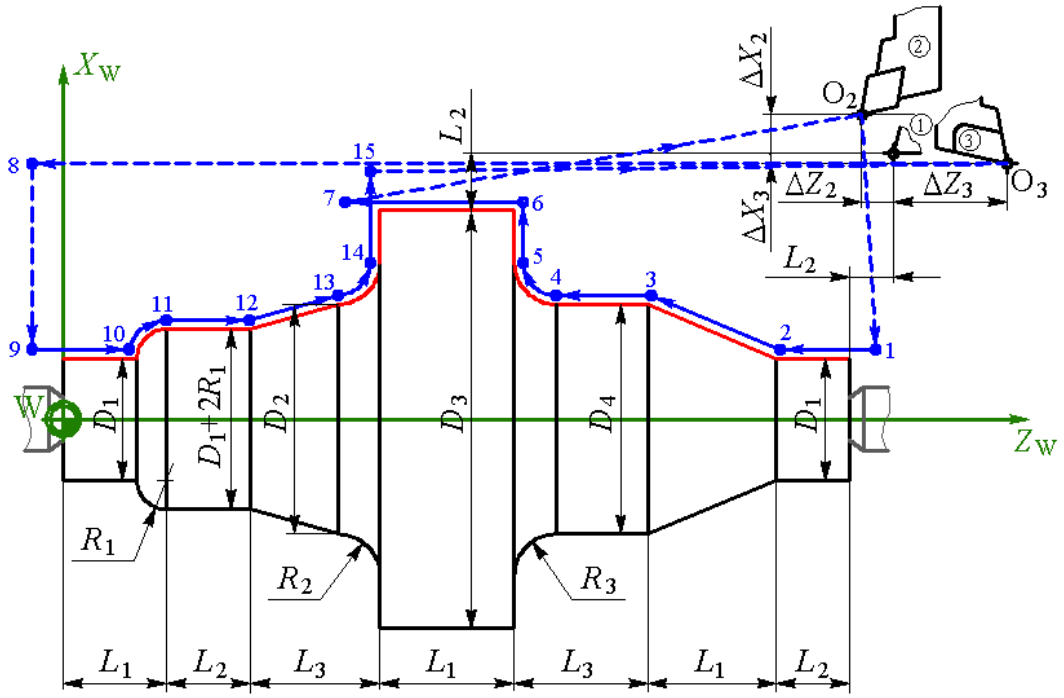


Рис. 9. Расчетно-технологическая карта обработки детали для вариантов 3, 8, 13, 18, 23

Таблица 3

Размеры обрабатываемой детали для вариантов 3, 8, 13, 18, 23

Размер, мм	**Вариант**				
	3	**8**	**13**	**18**	**23**
L_1	15	13,5	16,5	18	21
L_2	10	9	11	12	14
L_3	16	14,5	17,5	19,5	22,5
D_1	20	18	22	24	28
D_2	32	28,5	35,5	38,5	44,5
D_3	60	54	66	72	84
R_1	3	2,5	3,5	3,5	4
R_2	5	4,5	5,5	6	7
R_3	8	7,5	8,5	9,5	11
Δx_2	3	5	4	3	5
Δz_2	4	2	5	2	3
Δx_3	2	4	3	4	3
Δz_3	20	24	18	25	22

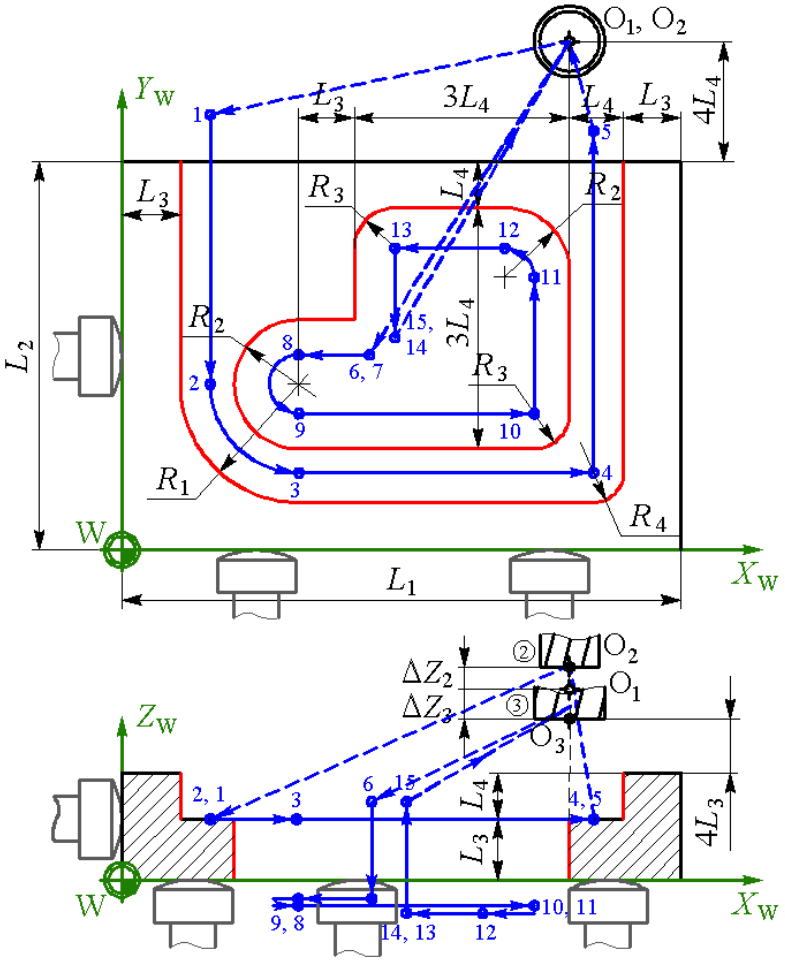


Рис. 10. Расчетно-технологическая карта обработки детали для вариантов 4, 9, 14, 19, 24

Таблица 4

Размеры обрабатываемой детали для вариантов 4, 9, 14, 19, 24

Размер, мм	**Вариант**				
	4	**9**	**14**	**19**	**24**
L_1	83	99,5	116	74,5	91,5
L_2	60	72	84	54	66
L_3	8	9,5	11,5	7,5	8,5
L_4	10	12	14	9	11
R_1	19	22,5	26,5	17	21
R_2	7	8,5	10	6,5	7,5
R_3	4	4,5	5,5	3,5	4,5
R_4	6	7,5	8,5	5,5	6,5
Δz_2	20	22	26	18	23
Δz_3					

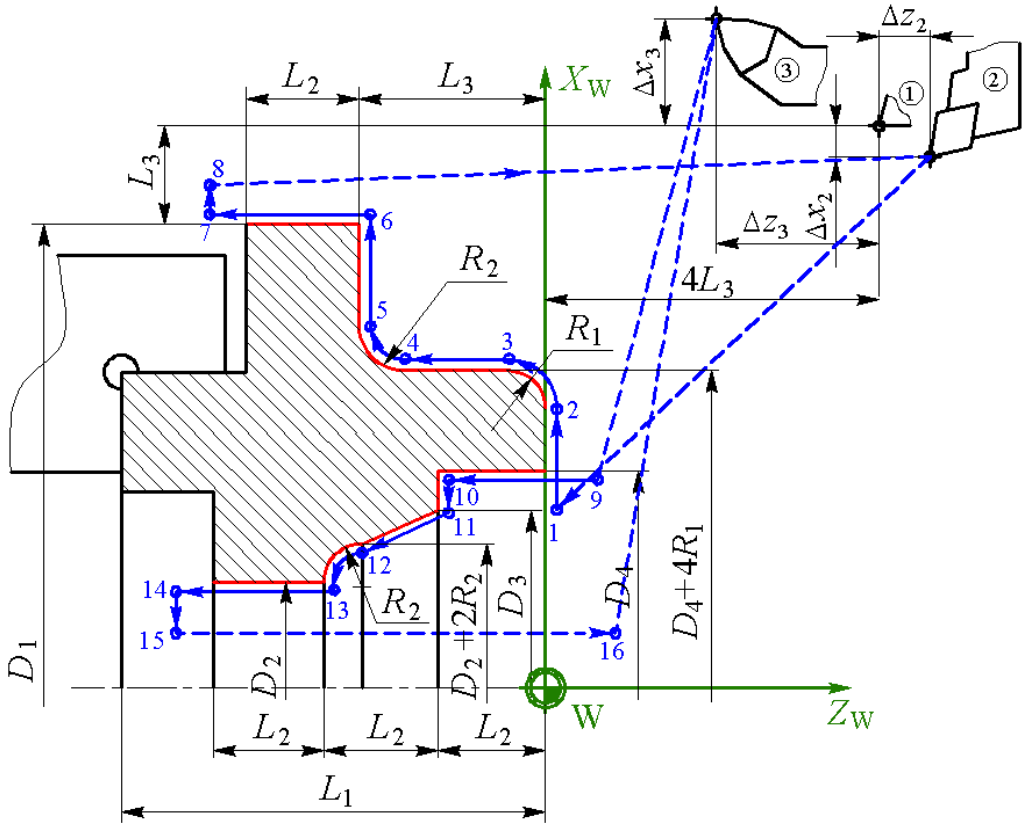


Рис. 11. Расчетно-технологическая карта обработки детали для вариантов 5, 10, 15, 20, 25

Таблица 5

Размеры обрабатываемой детали для вариантов 5, 10, 15, 20, 25

Размер, мм	**Вариант**				
	5	**10**	**15**	**20**	**25**
L_1	92	80,5	88,5	103,5	82,5
L_2	20	18	24	28	22
L_3	33	29,5	39,5	46,5	36,5
D_1	150	135	180	210	165
D_2	30	27	36	42	33
D_3	68	61,5	60	70	74,5
D_4	100	90	81,5	95,5	110
R_1	3	2,5	3,5	4,5	3,5
R_2	7	6,5	8,5	9,8	7,5
Δx_2	3	5	4	3	5
Δz_2	4	2	5	2	3
Δx_3	36	32	34	35	35
Δz_3	42	40	48	44	38

5. Пример выполнения работы

Пусть требуется написать управляющую программу для контурной обработки детали. Обработка будет производиться двумя инструментами:

• контурный резец №2 (обработка наружного контура);

• контурный расточный резец №3 (обработка внутреннего контура).

Траектория обработки с указанием размеров детали показана на рис. 12. Найденные координаты опорных точек приведены в табл. 6.

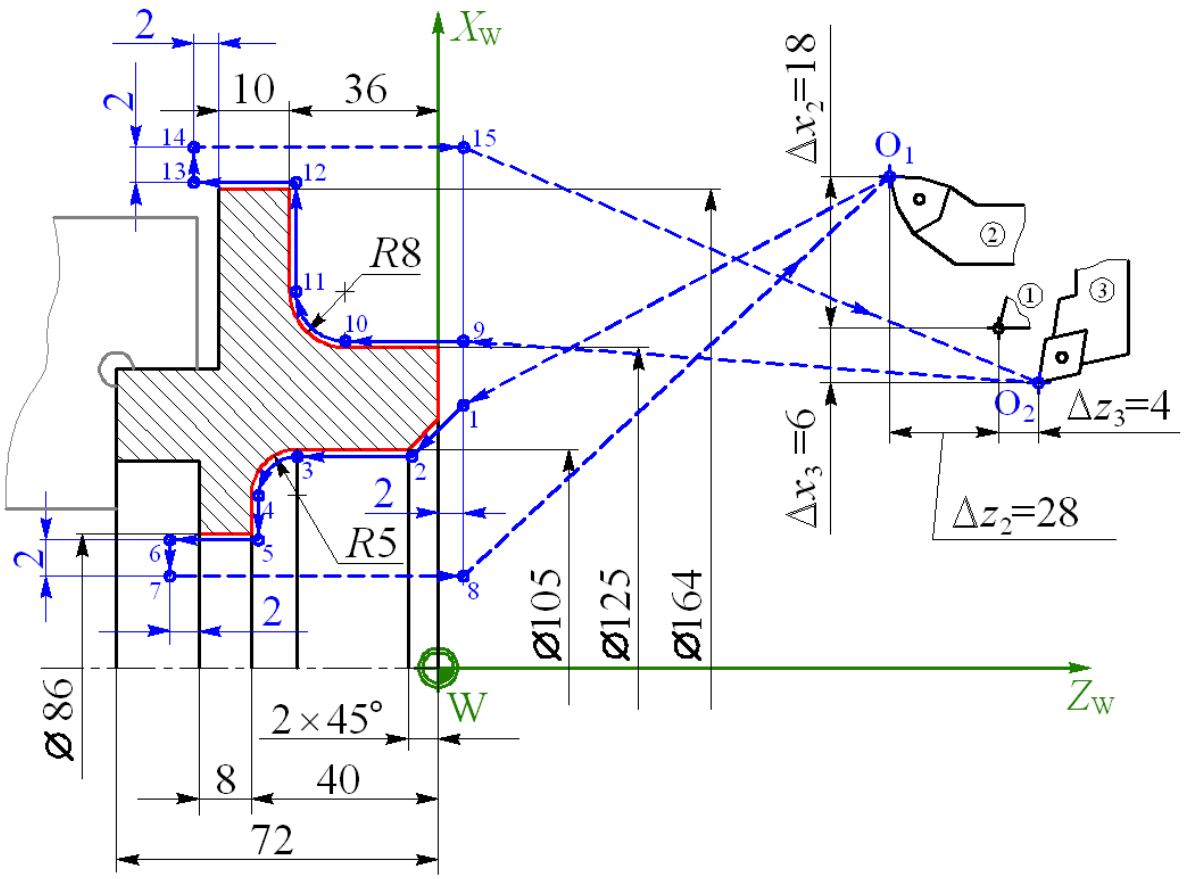


Рис. 12. Расчетно-технологическая карта

Таблица 6

Координаты опорных точек траектории, мм

№	*X*	*Z*	№	*X*	*Z*	№	*X*	*Z*
O_1	150	120	**7**	82	–50	**13**	164	–48
1	109	2	**8**	82	2	**14**	168	–48
2	105	–2	**O_2**	110	155	**15**	168	2
3	105	–35	**9**	125	2			
4	95	–40	**10**	125	–28			
5	86	–40	**11**	141	–36			
6	86	–50	**12**	164	–36			

Обработка будет осуществляться с использованием охлаждения (СОЖ) при постоянных режимах:

• частота вращения шпинделя – 800 об/мин;

• подача – 0.2 мм/об.

В области корректоров памяти УЧПУ должны быть заданы следующие значения:

№	Δ*x*, мм	Δ*z*, мм
1	0	0
2	–18	28
3	6	–4

Управляющая программа для контурной обработки заданной детали будет иметь следующий вид:

```
%LF ;начало управляющей программы
N5 G40 G90 G95 G97 LF ;строка безопасности
;(отмена коррекций, режим абсолютных размеров,
;подача в мм/об, главное движение в об/мин);
N10 G00 X150 Z120 LF ;быстрое перемещение текущего
;инструмента в точку O2 для смены
N15 T0202 LF ;замена текущего инструмента на
;инструмент №2 с вызовом корректора №2
N20 X109 Z2 LF ;перемещение инструмента на быстром
;ходу в точку 1
N25 S800 M04 M08 LF ;включение вращения шпинделя
;против часовой стрелки со скоростью 800 об/мин,
;включение охлаждения
N30 G01 X105 Z-2 F0.2 LF ;рабочее перемещение по
```

```
;прямой в точку 2 на подаче 0.2 мм/об
N35 Z-35 LF ;рабочее перемещение по прямой в точку 3
N40 G03 X95 Z-40 I-5 K0 LF LF ;рабочее перемещение по
;дуге окружности против часовой стрелки в точку 4
N45 G01 X86 LF ;рабочее перемещение по прямой в
;точку 5
N50 Z-50 LF ;рабочее перемещение по прямой в точку 6
N55 G00 X82 M09 LF ;быстрое перемещение в точку 7,
;отключение охлаждения
N60 Z2 LF ;быстрое перемещение в точку 8
N65 X110 Z155 LF ;быстрое перемещение инструмента в
;исходную точку O1
N70 T0303 LF ;замена текущего инструмента на
;инструмент №3 с вызовом корректора №3
N75 X125 Z2 M08 LF ;быстрое перемещение в точку 9,
;включение охлаждения
N80 G01 Z-28 LF ;рабочее перемещение по прямой в
;точку 10
N85 G02 X141 Z-36 I8 K0 LF ;рабочее перемещение по
;дуге окружности по ходу часовой стрелки в точку 11
N90 G01 X164 LF ;рабочее перемещение по прямой в
;точку 12
N95 Z-48 LF ;рабочее перемещение по прямой в точку 13
N100 G00 X168 M09 LF ;быстрое перемещение в точку 14,
; отключение охлаждения
N105 Z2 LF ;быстрое перемещение в точку 15
N110 X110 Z155 LF быстрое перемещение инструмента в
;исходную точку O2
N115 M02 LF ;конец управляющей программы
```

6. Контрольные вопросы

1. Что такое управляющая программа, из каких основных частей она состоит?

2. Что понимают под кадром управляющей программы, какого рода информацию он содержит?

3. Каков формат кадра управляющей программы в общем случае?

4. Что такое слово управляющей программы, из каких символов оно состоит?

5. Каково назначение подготовительных функций и как они записываются в коде ISO?

6. Для чего нужны вспомогательные функции и как они записываются в коде ISO?

7. Какими функциями осуществляется включение вращения шпинделя и как производится выбор этих функций в зависимости от направления вращения?

8. Какими адресами кодируются скорость главного движения и скорость подачи и как в программе задаются единицы их измерения?

9. Что такое линейная интерполяция и каков ее формат кадра?

10. Что называют круговой интерполяцией и каков ее формат кадра?

11. Что представляют собой значения параметров *I*, *J*, *K* при задании круговой интерполяции?

12. Для чего необходима коррекция инструмента на вылет и в чем она заключается?

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Серебреницкий П.П. Программирование автоматизированного оборудования: учебник для вузов: В 2 ч. Ч. 1. / П.П. Серебреницкий, А.Г. Схиртладзе. – М.: Дрофа, 2008. – 576 с.

2. Серебреницкий П.П. Программирование автоматизированного оборудования: учебник для вузов: В 2 ч. Ч. 2. / П.П. Серебреницкий, А.Г. Схиртладзе. – М.: Дрофа, 2008. – 301 с.

3. Ловыгин А.А., Васильев А.В., Кривцов С.Ю. Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM система. – М.: «Эльф ИПР», 2006. – 286 с.

4. Сосонкин В.Л., Мартинов Г.М. Системы числового программного управления: Учеб. пособие. – М.: Логос, 2005. – 296 с.

5. Устройство ЧПУ NC-110, NC-200, NC-210. Руководство оператора. – СПб.: Балт-Систем, 2004. – 150 с.

6. Каштальян И.А., Клевзович В.И. Обработка на станках с числовым программным управлением: Справ. пособие. – Мн.: 1989. – 271 с.

7. Босинзон М.А. Современные системы ЧПУ и их эксплуатация / М.А. Босинзон; под ред. Б.И. Черпакова. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 192 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

П.1. Основные подготовительные и вспомогательные функции

Таблица П.1

Значения основных подготовительных функций

Код функции	Наименование	Значение
*G*00	Быстрое позиционирование	Перемещение на быстром ходу в заданную точку
*G*01	Линейная интерполяция	Рабочее перемещение в заданную точку по прямой
*G*02, *G*03	Круговая интерполяция	Рабочее перемещение в заданную точку по дуге окружности в направлении часовой стрелки (G02) и против часовой стрелки (G03)
*G*04	Выдержка времени, заданная в кадре	
*G*09	Замедление в конце кадра	
*G*17, *G*18, *G*19	Выбор плоскости	Использование в качестве рабочей плоскости соответственно XY, XZ, YZ
*G*33	Нарезание резьбы	
*G*40	Отмена коррекции на радиус	
*G*41, *G*42	Вызов коррекции на радиус	
*G*80	Отмена постоянных циклов	
*G*81	Цикл сверления	
*G*82	Цикл растачивания	

Код функции	Наименование	Значение
*G*83	Цикл глубокого сверления	
*G*84	Цикл нарезания резьбы метчиком	
*G*85	Цикл рассверливания	
*G*86	Цикл развертывания	
*G*90	Абсолютный размер	Отсчет перемещений относительно выбранной нулевой точки
*G*91	Размер в приращениях	Отсчет перемещения относительно предыдущей запрограммированной точки
*G*94, *G*95	Единица скорости подачи	Скорость подачи соответственно в мм/мин и в мм/об
*G*96, *G*97	Единица скорости главного движения	Скорость главного движения соответственно в м/мин и в об/мин

Таблица П.2

Значения основных вспомогательных функций

Код функции	Наименование	Значение
*M*00	Программируемый останов	Останов без потери информации по окончании обработки соответствующего кадра. После выполнения команд происходит останов шпинделя, охлаждения, подачи. Работа по программе возобновляется нажатием кнопки «пуск» пульта системы ЧПУ
*M*02	Конец программы	Указывает на завершение отработки УП и приводит к останову шпинделя, подачи и выключению охлаждения после выполнения всех команд в кадре. Используется для приведения в исходное состояние УЧПУ и (или) исполнительных органов станка
*M*03	Вращение шпинделя по часовой	Включает шпиндель в направлении, при котором винт с правой нарезкой,

Код функции	Наименование	Значение
	стрелке	закрепленный в шпинделе, входит в заготовку
*M*04	Вращение шпинделя против часовой стрелки	Включает шпиндель в направлении, при котором винт с правой нарезкой, закрепленный в шпинделе, выходит из заготовки
*M*05	Останов шпинделя	Остановка шпинделя наиболее эффективным способом. Выключение охлаждения
*M*06	Смена инструмента	Команда на смену инструмента. Может отключать шпиндель и охлаждение
*M*07	Включение охлаждения № 2	Включение вспомогательного охлаждения (например, масляным туманом)
*M*08	Включение охлаждения № 1	Включение основного охлаждения (например, жидкостью)
*M*09	Отключение охлаждения	Отменяет команды *M*07 и *M*08
*M*30	Конец информации	Приводит к останову шпинделя, подачи и выключению охлаждения. Используется для установки в исходное состояние УЧПУ и (или) исполнительных органов станка. Установка в исходное положение УЧПУ включает в себя перемотку перфоленты до символа % (начало программы)