

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пономарева Светлана Викторовна  
Должность: Проректор по УР и НО  
Дата подписания: 18.09.2023 16:20:38  
Уникальный идентификатор:  
bb52f959411e64617366ef2977b97e87139b1a2d



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ДГТУ)  
АВИАЦИОННЫЙ КОЛЛЕДЖ**

**Методические рекомендации  
по выполнению практических работ**  
по дисциплине ОП.10 Программирование для автоматизированного  
оборудования для студентов специальности  
15.02.15 Технология металлообрабатывающего производства

Ростов-на-Дону  
2022г.



Практическое занятие – это организованная преподавателем активная деятельность обучающегося, направленная на выполнение поставленной цели. Активная деятельность обучающихся предполагает осмысление теоретического материала, закрепление, развитие специальных умений, навыков и способностей при работе с литературой, а также обобщение и систематизацию знаний.

Практическое занятие обучающихся по дисциплине ОП.10 «Программирование для автоматизированного оборудования» для специальности определяется Федеральным Государственным образовательным стандартом, учебной рабочей программой дисциплины, содержанием учебников, учебных пособий и методических рекомендаций.

Контроль практического занятия и оценка ее результатов организуется как контроль и оценка преподавателя.

Задачи изучения дисциплины «Программирование для автоматизированного оборудования» основываются на необходимости получения выпускником умений и знаний в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом, на основе которых формируются соответствующие компетенции.

1. **Практическое занятие №1:** Составление операционного эскиза обработки детали.
2. **Практическое занятие №2:** Расчет координат опорных точек контура детали и эквидистанты.
3. **Практическое занятие №3:** Разработка УП обработки группы отверстий на сверлильном станке с ЧПУ
4. **Практическое занятие №4:** Разработка УП обработки деталей на токарном станке с ЧПУ детали «Вал»
5. **Практическое занятие №5:** Разработка УП обработки деталей на фрезерном станке с ЧПУ детали «Кронштейн»

Практическое занятие №1:

**«Составление операционного эскиза обработки детали».**

Цель работы: Отработать навыки составления операционного эскиза.

Теоретическое обоснование

Операционное описание – полное описание всех технологических операций в последовательности их выполнения с указанием переходов и технологических режимов.

Оформление операционных эскизов

Операционные эскизы оформляют для отдельных операций разработанного ТП. На каждый технологический переход операции оформляется отдельный эскиз. Допускается несколько переходов отображать на одном эскизе. Допускается оформлять эскизы не для всех переходов операции. Операционный эскиз содержит текстовую, графическую и табличную части (рис. 1).

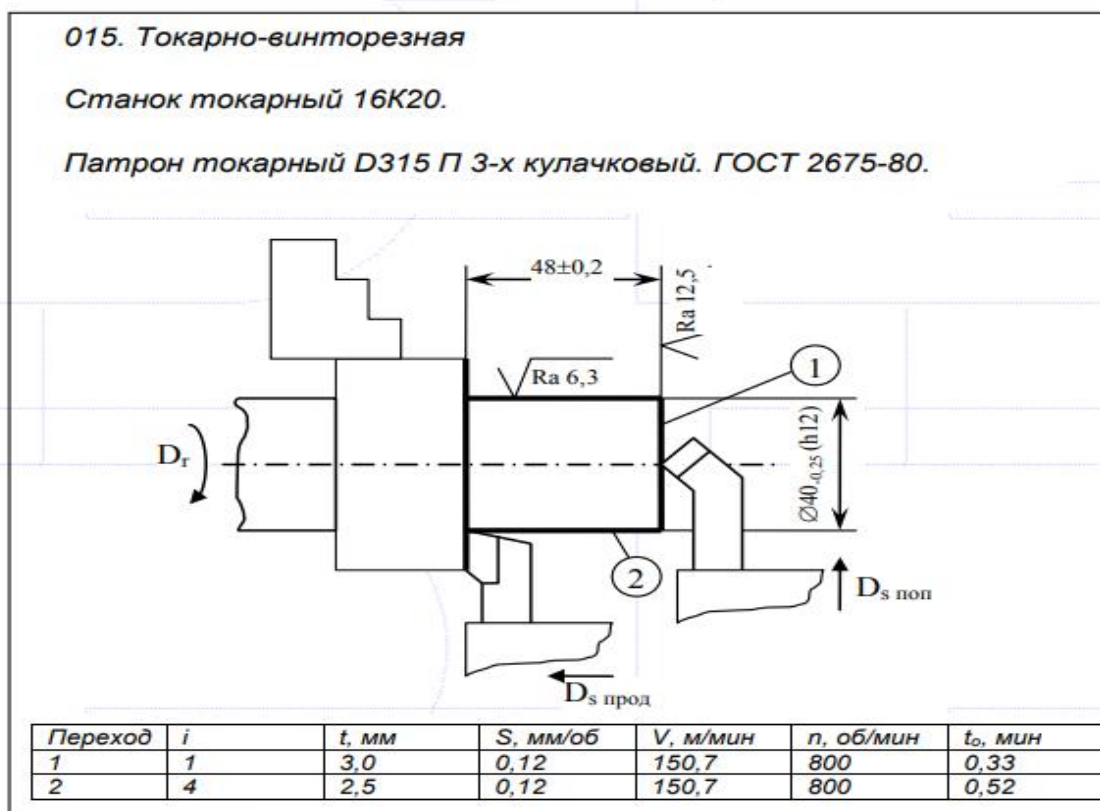


рис. 1. Операционный ТЭ для операции обработки резанием

В текстовой части указывают номер и наименование операции, номер или номера переходов, а также используемые средства технологического оснащения.

Номер и наименование операции, номера переходов указывают по разработанному ТП. Например, «015. Токарно-винторезная. Переход 1» или «015. Токарно-винторезная. Переход 1, 2, 4». Если на одном эскизе отображены все переходы операции, их номера в текстовой части можно не указывать.

Технологическое оборудование указывают так же, как и в маршрутном эскизе.

Для технологической оснастки (приспособлений) указывают наименование, модель и номер стандарта, например «Тиски станочные поворотные. А-125 7200-3210. ГОСТ 16518-96». При отсутствии государственного стандарта, указывают другой нормативный документ, которым регламентируется приспособление, например, ОСТ или ТУ. Для импортных приспособлений в скобках указывают фирму и страну-изготовитель. Например, «Машинные универсальные тиски с поворотным основанием SS-125. (фирма PROMA, Чехия)». При использовании специальной технологической оснастки указывают наименование приспособления с добавлением слова «специальное» и номер чертежа, по которому она изготавливается. Например, «Тиски специальные. ДП 10.001.00». Допускается Ra 6,3 Ø40-0,25 (h12) 1 2 Ds прод Ds поп Dg 48±0,2 Ra 12,5 015. Токарно-винторезная Станок токарный 16K20. Патрон токарный D315 П 3-х кулачковый. ГОСТ 2675-80. Упор торцовый специальный. ДП 10.003.00. Резец проходной отогнутый 25x20x170 BK8. ГОСТ 18877-82. Резец проходной упорный прям. 25x20x170 BK8. ГОСТ 18879-82. Переход  $i$  t, мм S, мм/об V, м/мин n, об/мин  $t_0$ , мин 1 1 3,0 0,12 150,7 800 0,33 2 4 2,5 0,12 150,7 800 0,52 использовать обобщенный термин «приспособление». Например, «Приспособление специальное. ДП 10.002.00».

Для инструмента указывают наименование, основные характеристики (диаметр, число зубьев, сечение державки и т.п.), материал режущей части и номер стандарта. Например, «Фреза торцевая насадная 80×32×45 мм, Z=16, P6M5, цельная. ГОСТ 9304-69» или «Резец проходной упорный прямой 32x20 T5K10 ГОСТ 18879-73». Для слесарно-сборочного инструмента указывают наименование, основные характеристики и номер стандарта. Например, «Напильник квадратный 250 мм №2 ГОСТ 1465-80», «Ключ С2 Ц15ХР ГОСТ 2839-80 (14X17)» или «Отвертка 3А2 Ц15ХР ГОСТ 17199-88 (L=190)». Для абразивного инструмента указывают маркировку шлифовального круга (головки, бруска и т.п.). Например, «Круг шлифовальный 1 200×20×32 25А 40 СМ1 5 К6 А 50 м/с ГОСТ 2424-83». При использовании нестандартного инструмента указывают только его наименование. Например, «Резец специальный».

Содержание графической части эскиза определяется видом операции (обработка резанием, сборка, нанесение покрытий и др.).

Для операций обработки резанием в графической части операционного эскиза приводят изображение заготовки, инструмента и элементов приспособления.

Изображение заготовки приводят в том виде, какой она получит после выполнения показываемого технологического перехода (переходов). При многоместной обработке изображают все одновременно обрабатываемые заготовки. При необходимости приводят виды, разрезы и сечения, которые позволяют показать схему установки заготовки, обрабатываемые поверхности и их параметры (размеры, точность, шероховатость).

При отображении нескольких переходов на одном ТЭ следует нумеровать обрабатываемые поверхности в соответствии с номерами выполняемых переходов. Номер следует проставлять в окружности выносной линии, подведенной к поверхности (см. рис. 1).

Допускается упрощенное изображение заготовки без прорисовывания конструктивных элементов, не относящихся к выполняемым переходам. При отображении на одном эскизе нескольких переходов обработки одной поверхности (например, сверление, зенкерование, развертывание отверстия), рекомендуется изображать все последующие переходы после первого, на отдельных вырывах заготовки (рис. 2).

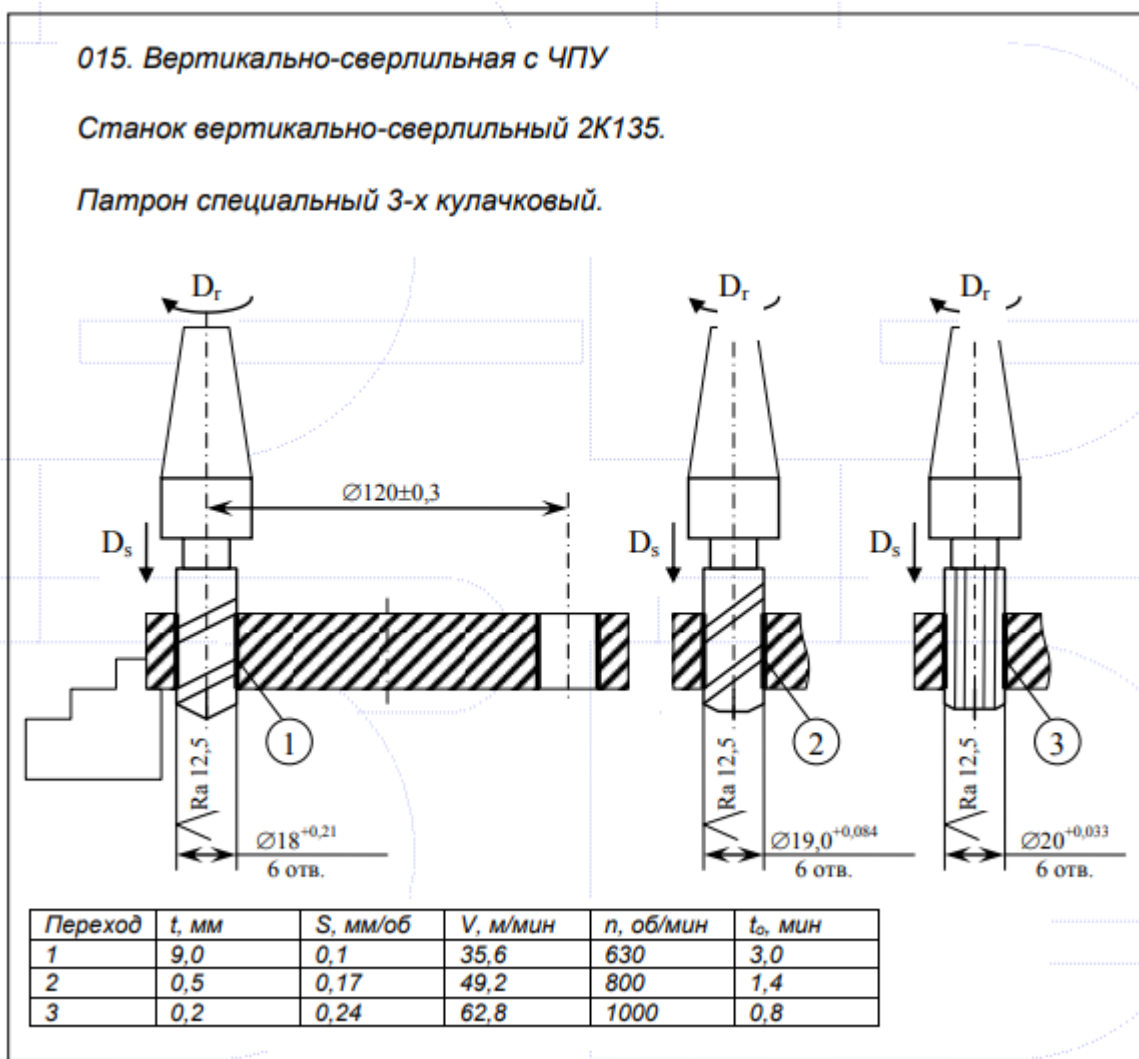


рис. 2. Использование вырывов для изображения переходов

Заготовка может быть отображена в произвольном масштабе с соблюдением пропорций ее конструктивных элементов. Допускается использовать разрывы (см. рис. 28).

Заготовка должна быть представлена в рабочем положении, то есть в положении, которое она имеет, если смотреть на нее со стороны рабочего места у станка. В исключительных случаях допускается показывать заготовку в другом положении. При этом над изображением должна быть приведена поясняющая надпись, например, «Повернуто на 90°».

Так же, как на маршрутном эскизе, выделяют поверхности, обрабатываемые в данных технологических переходах, и для них указывают размеры, предельные отклонения, требования точности формы и расположения, шероховатость.

На операционном эскизе изображают инструмент и элементы его крепления (фрагменты резцедержателя, шпинделя, оправки и т.п.).

Для операций, выполняемых перехода на станках с ручным управлением и станках-автоматах, инструмент показывается в конечном рабочем положении. При выполнении перехода в несколько рабочих ходов, инструмент изображают в 6 отв.  $\varnothing 18+0,21$  1 Ds Dr  $\varnothing 120\pm 0,3$  Ra 12,5 015. Вертикально-сверлильная с ЧПУ Станок вертикально-сверлильный 2К135. Патрон специальный 3-х кулачковый. Сверло спиральное к.хв ср. сер. 18,00 P6M5. 10903-77. Зенкер цельный к.хв 19,0 N2 P6M5 ГОСТ 12489-71 Развертка маш. к.хв 22.0 H8 P6M5. ГОСТ1672-80. Переход t, мм S, мм/об V, м/мин n, об/мин to, мин 1 9,0 0,1 35,6 630 3,0 2 0,5 0,17 49,2 800 1,4 3 0,2 0,24 62,8 1000 0,8 6 отв.  $\varnothing 19,0+0,084$  Ds Ra 12,5 Dr 6 отв.  $\varnothing 20+0,033$  Ds Ra 12,5 Dr 2 3 конечном положении последнего рабочего хода. Для операций, выполняемых на станках с ЧПУ, инструмент следует изображать в положении смены инструмента (точка «0»), при этом должны быть приведены координаты этой точки в системе координат станка.

Инструмент и элементы его крепления изображают линиями толщиной s. Допускается инструмент и элементы его крепления показывать упрощенно (рис. 3). Так же как и заготовка, инструмент может быть отображен в произвольном масштабе, но с соблюдением пропорций его конструктивных элементов и пропорционально относительно размеров заготовки.

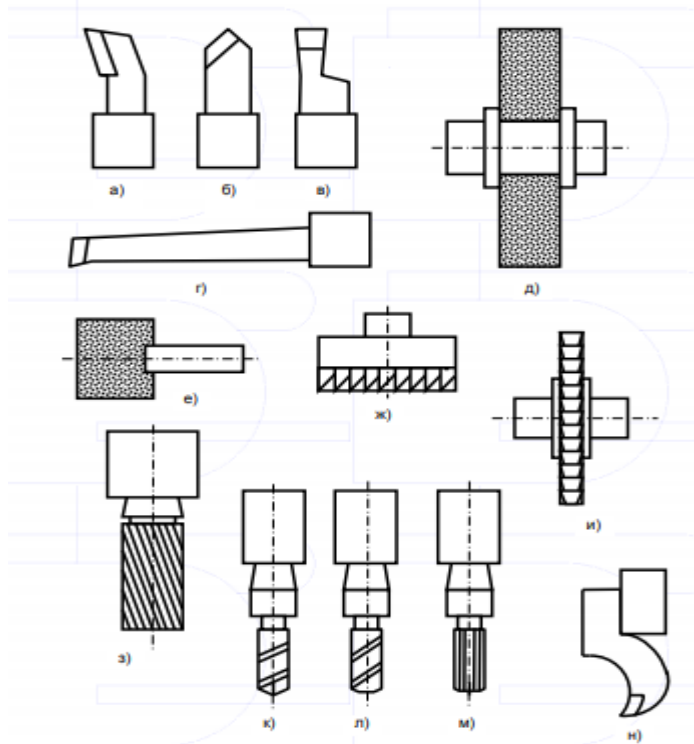


рис. 33. Изображение инструментов на операционных эскизах:

а) – подрезной резец; б) – проходной прямой резец; в) – канавочный резец; г) – расточной подрезной резец; д) – круг шлифовальный прямого профиля; е) – головка шлифовальная; ж) – фреза торцовая; з) – фреза концевая; и) – фреза дисковая трехтороная; к) – сверло, л) – зенкер; м) – развертка; н) – резец строгальный.

За начало траектории принимают точку положения смены инструмента, в котором данный инструмент заменил предыдущий. Конец траектории – положение, в котором данный инструмент будет заменен следующим. На всех траекториях – от первого до последнего инструмента – следует выполнять сквозную нумерацию опорных точек траектории (точки, в которых происходит изменение направления движения и/или режимов обработки). Траекторию перемещения инструмента можно изображать вдоль обрабатываемого контура заготовки или рядом с ней. Рядом с траекториями перемещения указывают направления координатной системы станка. Перемещения с рабочей подачей показывают сплошными линиями, ускоренные перемещения – пунктирными (рис. 3).

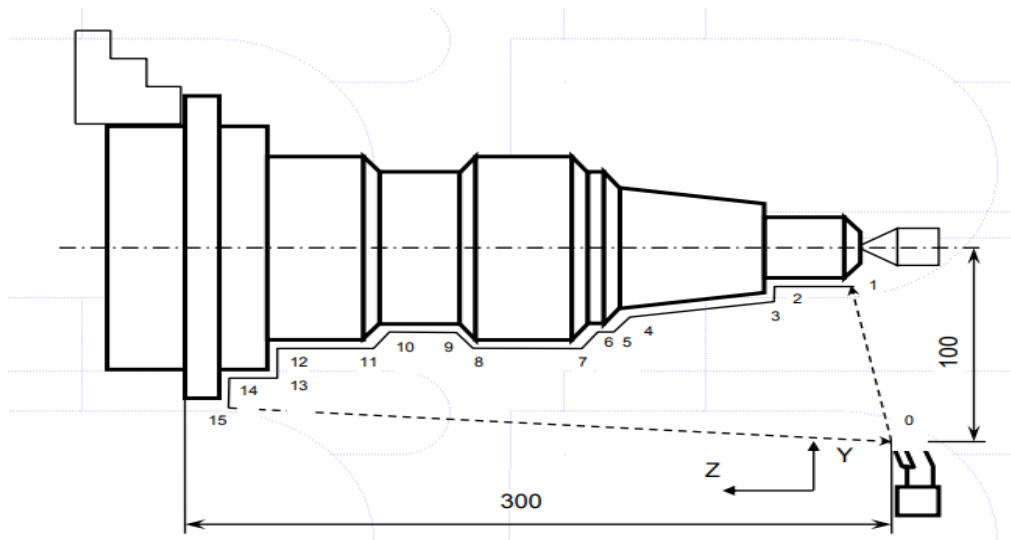


рис. 4. Изображение движений при выполнении операций на станке с ЧПУ



## Операционные эскизы

### *Задание*

Операционные эскизы при количестве 2-х изображаемых операций или переходов выполняют на листе формата А2 делением поля чертежа на 2 части. Чертеж должен иметь один штамп основной надписи. Поля на чертеже выполняют по схеме: слева – 20мм, остальные – по 5мм с каждой стороны. Части друг от друга полями не отделяют. В каждой части в правом нижнем углу помещают таблицу для указания применяемого оборудования и режимов обработки

Количество строк над оглавлением таблицы соответствует числу переходов. В левом верхнем углу указывают номер операции (например, «Операция 010», а под ней- название операции: «Токарно-винторезная»).

Операционный эскиз – отражение на плоскости статическими средствами динамики процесса обработки. Для этого необходимо в минимально необходимом количестве проекций изобразить:

- заготовку в начале и конце рабочего хода (при ее перемещении);
- профиль обрабатываемой поверхности (поверхностей), обведенный сплошной утолщённой линией;
- режущий инструмент (инструменты) сплошной линией в конце обработки, исключая осевые инструменты, которые показывают сплошной линией в начале рабочего хода и пунктирной – в конце;
- вспомогательный инструмент;
- направления движения рабочих органов станка стрелками;
- схему установки заготовки (базирование + закрепление) – с использованием условных обозначений в соответствии с ГОСТ 3.1107 на всех проекциях;
- размеры обрабатываемой поверхности, которые необходимо получить в результате выполнения операции, с указанием поля допуска, а в скобках – отклонений, с соответствующей нумерацией в кружках диаметром 8мм. На продолжении размерных линий;
- шероховатость по элементам обрабатываемой поверхности по шкале Ra над знаком с полочкой, принятым для обработки резанием;
- исполнительные размеры режущего инструмента;
- справочные размеры, помечая их символом «\*», с указанием на свободном поле чертежа: «\*размер для справок».

На полках линий-выносок, проставленных к режущему и вспомогательному инструменту, указывают материал режущей части, наименование, обозначение и ГОСТ (DIN) режущих и вспомогательных инструментов.

На свободном от графических изображений поле записывают содержание выполняемого перехода (переходов), используя ключевые слова в повелительном наклонении (ГОСТ 3.1702), ссылаясь на нумерацию размеров (например, «Точить поверхность, выдерживая размеры 1, 2»).

Форму основной надписи заполняют аналогично чертежу детали, но меняют название: «Операционные эскизы». Масштаб и материал не указывается.



### Практическая работа № 2

#### «Расчет координат опорных точек контура детали и эквидистанты».

Цель работы: освоить методику построения эквидистанты и расчет координат опорных точек эквидистанты.

#### Теоретическое обоснование

Схема траектории движения центра инструмента называется **циклограммой**.

При контурной обработке центр инструмента должен перемещаться по эквидистанте контура детали.

**Эквидистантой** называется геометрическое место точек, равноудаленных от какой-либо линии и лежащих по одну сторону от нее. Эквидистанты бывают наружные и внутренние.

Отдельные участки траектории рабочего органа называются *геометрическими элементами*. Они могут быть отрезками прямых, дугами окружностей и кривых второго и высшего порядков.

**Опорная точка** это точка, в которой инструмент (центр инструмента) переходит с одного участка на другой, происходит изменение режимов обработки или технологический останов.

Координаты опорных точек можно определить непосредственно из чертежа детали, либо путем расчета по формулам тригонометрии и аналитической геометрии.

### **Задание.**

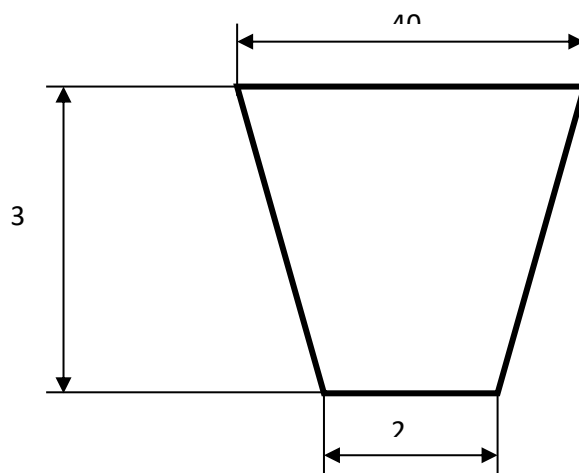
Построить траекторию движения инструмента и определить координаты опорных точек при фрезеровании заданного контура *концевой фрезой диаметром 20 мм*.

### **Порядок выполнения работы:**

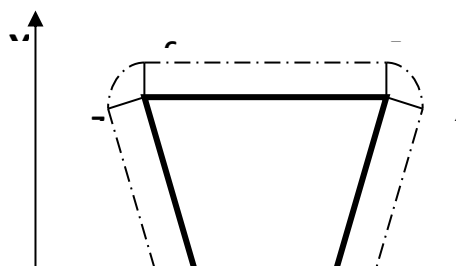
1. Выполнить чертеж детали.
2. Выбрать начало системы координат детали.
3. Вычертить контур детали без простановки размеров.
4. Начертить траекторию движения инструмента по эквидистанте контура детали (фреза концевая диаметром 20 мм).
5. Выделить и пронумеровать опорные точки траектории движения инструмента.
6. Определить координаты опорных точек. Выполнить геометрические построения для расчета координат опорных точек.
7. Составить таблицу для координат опорных точек.

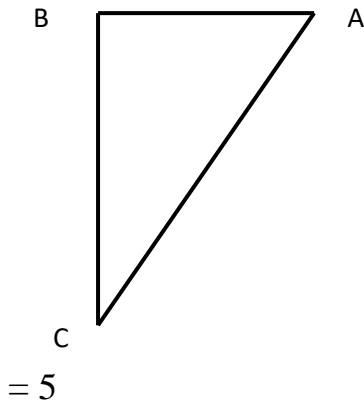
### **Пример оформления практической работы.**

#### **1. Чертеж детали**



#### **2. Выбираем начало системы координат детали за пределами детали.**





**3. Проводим расчет координат опорных точек эквидистанты.**

**Точка 1**

$$X = 25$$

$$Y = 15 - 10$$

**Точка 2**

$$X = 25 + 20 = 45$$

$$Y = 15 - 10 = 5$$

**Точка 3**

Для определения координат точки **3** необходимо определить угол при вершине трапеции. Рассмотрим треугольник ABC

В этом треугольнике катет AB = 10, а катет BC = 30.

Определим величину  $\angle BCA$  через тангенс угла

$$\text{ctg } CA = \frac{BA}{BC} = \frac{10}{30} = 0,33$$

$$BA = 10$$

$$\text{отсюда } \angle BCA = 18^\circ$$

Теперь рассмотрим  $\triangle C3D$ . Этот треугольник подобен треугольнику ABC.

Определим катеты этого треугольника:

$$\text{катет } CD = C3 \times \cos 18^\circ = 10 \times 0,95 = 9,5$$

$$\text{катет } D3 = C3 \times \sin 18^\circ = 10 \times 0,31 = 3,1$$

$$X = 25 + 20 + 3,1 = 48,1$$

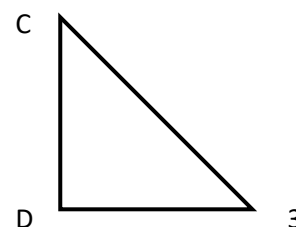
$$Y = 15 + 9,5 = 24,5$$

**Точка 4**

$$X = 25 + 20 + 10 + 3,1 = 58,1$$

$$Y = 15 + 30 - 9,5 = 35,5$$

**Точка 5**



$$X = 25 + 20 + 10 = 55$$

$$Y = 15 + 30 + 10 = 55$$

**Точка 6**

$$X = 25 - 10 = 15$$

$$Y = 15 + 30 + 10 = 55$$

### **Точка 7**

$$X=25-10-3,1=11,9$$

$$Y=15+30-9,5=35,5$$

### **Точка 8**

$$X=25-3,1=21,9$$

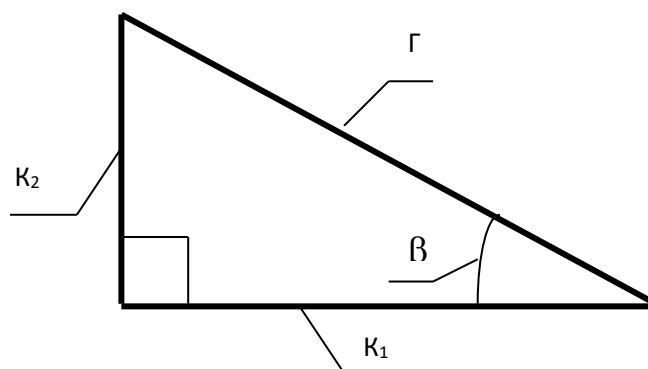
$$Y=15-9,5=5,5$$

#### 4. Составляем таблицу для координат опорных точек эквидистанты

№ опорной точки	1	2	3	4	5	6	7	8
X	25	45	48,1	58,1	55	15	11,9	21,9
Y	5	5	5,5	35,5	55	55	35,5	5,5

#### Справочные материалы.

Соотношение элементов прямоугольного треугольника.



$$\Gamma^2 = K_1^2 + K_2^2$$

$$\sin \beta = \frac{K_2}{\Gamma} \quad \cos \beta = \frac{K_1}{\Gamma}$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{K_2}{K_1} \quad \operatorname{ctg} \beta = \frac{K_1}{K_2}$$

#### Контрольные вопросы для защиты практической работы

1. Что такое циклограмма?
2. Что называется эквидистантой?
3. Что такое геометрические элементы эквидистанты?
4. Что такое опорная точка?

#### Практическое занятие №3

#### «Разработка УП обработки группы отверстий на сверлильном станке с ЧПУ»

Цель работы: Научиться разрабатывать УП обработки детали на сверлильном станке с ЧПУ

Задание:

1 Разработать технологическую операцию по обработке отверстий заданной детали на сверлильно-фрезерном МЦ станке с ЧПУ модели: DMC 635 Vecoline с УУ Sinumerik 840 D

Подобрать режущий инструмент в последовательности обработки в соответствии с заданием;

Произвести расчет режимов резания по программе САРР “Sverlenie” с заполнением таблиц по каждому режущему инструменту;

Заполнить карту технологического процесса ОК, КЭ на разрабатываемую операцию;

Изобразить рабочий чертеж заданной детали в “Компас-3D-V15”.

Теоретическая часть

### 1. Циклы сверления. Общая информация

Циклы сверления это установленные по стандарту DIN 66025 процессы движения для сверления, рассверливания, нарезания внутренней резьбы и т.д. Их вызов осуществляется как подпрограмма с установленным именем и списком параметров. Для рассверливания всего имеется пять циклов. Они отличаются по технологическому процессу и тем самым по их параметрированию (таблица 1.1)

Таблица 1.1 – Циклы рассверливания

Цикл рассверливания	Обозначение	Особенности параметрирования
Развертывание 1 Растачивание	CYCLE85 CYCLE86	Различные подачи для сверления и отвода Ориентированный останов шпинделя, задача пути отвода, отвод ускоренным ходом, задача направления вращения шпинделя
Сверление с остановом 1	CYCLE87	Останов шпинделя M5 и останов программы MO на глубине сверления, продолжение работы после NC_Start, отвод ускоренным ходом, задача направления вращения шпинделя
Сверление с остановом 2	CYCLE88	Как CYCLE87 плюс время ожидания на глубине сверления
Развертывание 2	CYCLE89	Сверление и отвод с одинаковой подачей

Существует два типа параметров:

- геометрические параметры;
- параметры обработки.

Геометрические параметры (рисунок 5.1) идентичны для всех циклов сверления, циклов формирования отверстий и циклов фрезерования. Они определяют референтную плоскость и плоскость отвода, безопасное расстояние, а также абсолютную или относительную конечную глубину сверления. Геометрические параметры описываются однократно для первого цикла сверления CYCLE81.

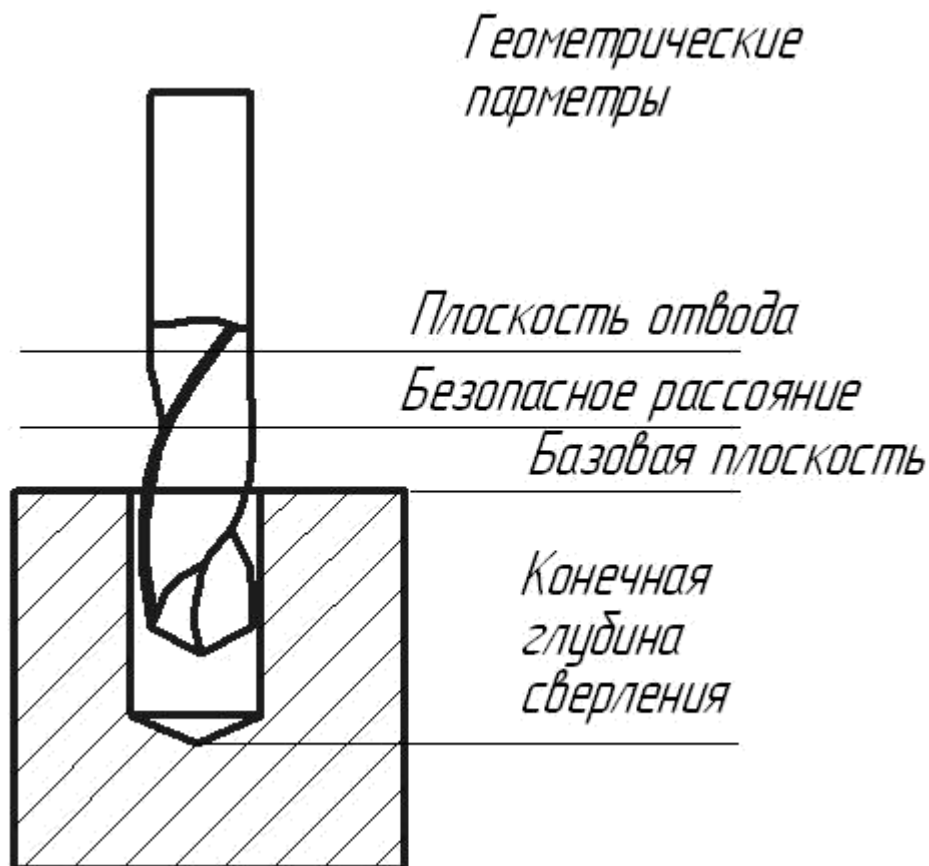


Рисунок 1.1 – Геометрические параметры сверления

Параметры обработки имеют различное значение и действие для отдельных циклов. Поэтому они отдельно описываются для каждого цикла.

## 1.1 Сверление, центрование - CYCLE81

### 1.1.1 Программирование CYCLE81(RTP, RFP, SDIS, DP, DPR)

Параметры цикла CYCLE81 представлены в таблице 1.2.

Инструмент осуществляет сверление с запрограммированным числом оборотов шпинделя и скоростью подачи до введенной конечной глубины сверления.

Достигнутая позиция перед началом цикла:

- позиция сверления это позиция в обеих осях выбранной плоскости.

Цикл создает следующий процесс движения:

- подвод к вынесенной на безопасное расстояние базовой плоскости с G0;
- движение до конечной глубины сверления с запрограммированной в вызывающей программе подачей (G1);
- возврат на плоскость отвода с G0.

Таблица 1.2 – Параметры CYCLE81

Параметр	Тип	Описание
----------	-----	----------



RTP	real	Плоскость отвода (абсолютная)
RFP	real	Базовая плоскость (абсолютная)
SDIS	real	Безопасное расстояние (вводится без знака)
DP	real	Конечная глубина сверления (абсолютная)
DPR	real	Конечная глубина сверления относительно базовой плоскости (вводится без знака)

### 1.1.2 Описание параметров цикла CYCLE81

Параметры цикла задаются в соответствии с рисунком 1.2.

RFP и RTP (базовая плоскость и плоскость отвода). Как правило, базовая плоскость (RFP) и плоскость отвода (RTP) имеют разные значения. Цикл подразумевает, что плоскость отвода лежит перед базовой плоскостью. Таким образом, расстояние от плоскости отвода до конечной глубины сверления больше, чем расстояние от базовой плоскости до конечной глубины сверления.

SDIS (безопасное расстояние). Безопасное расстояние (SDIS) действует относительно базовой плоскости. Она смещается вперед на безопасное расстояние. Направление действия безопасного расстояния определяется циклом автоматически.

DP и DPR (конечная глубина сверления). Конечная глубина сверления может задаваться по выбору абсолютно (DP) или относительно (DPR) к базовой плоскости. При относительном указании цикл вычисляет полученную глубину на основе положения базовой плоскости и плоскости отвода самостоятельно

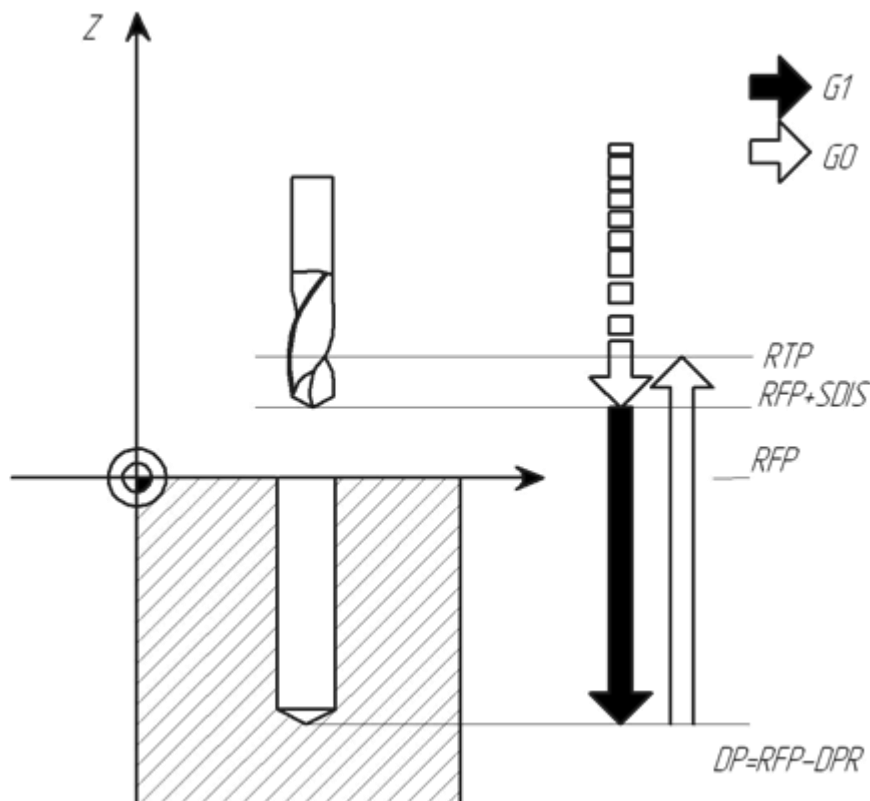


Рисунок 1.2 – Параметры цикла CYCLE81

### 1.1.3 Пример программирования: сверление-центрирование

С помощью этой программы можно изготовить 3 отверстия с использованием цикла сверления CYCLE81 (рисунок 1.3), при этом он вызывается с различным обеспечением параметрами. Ось сверления всегда является ось Z.

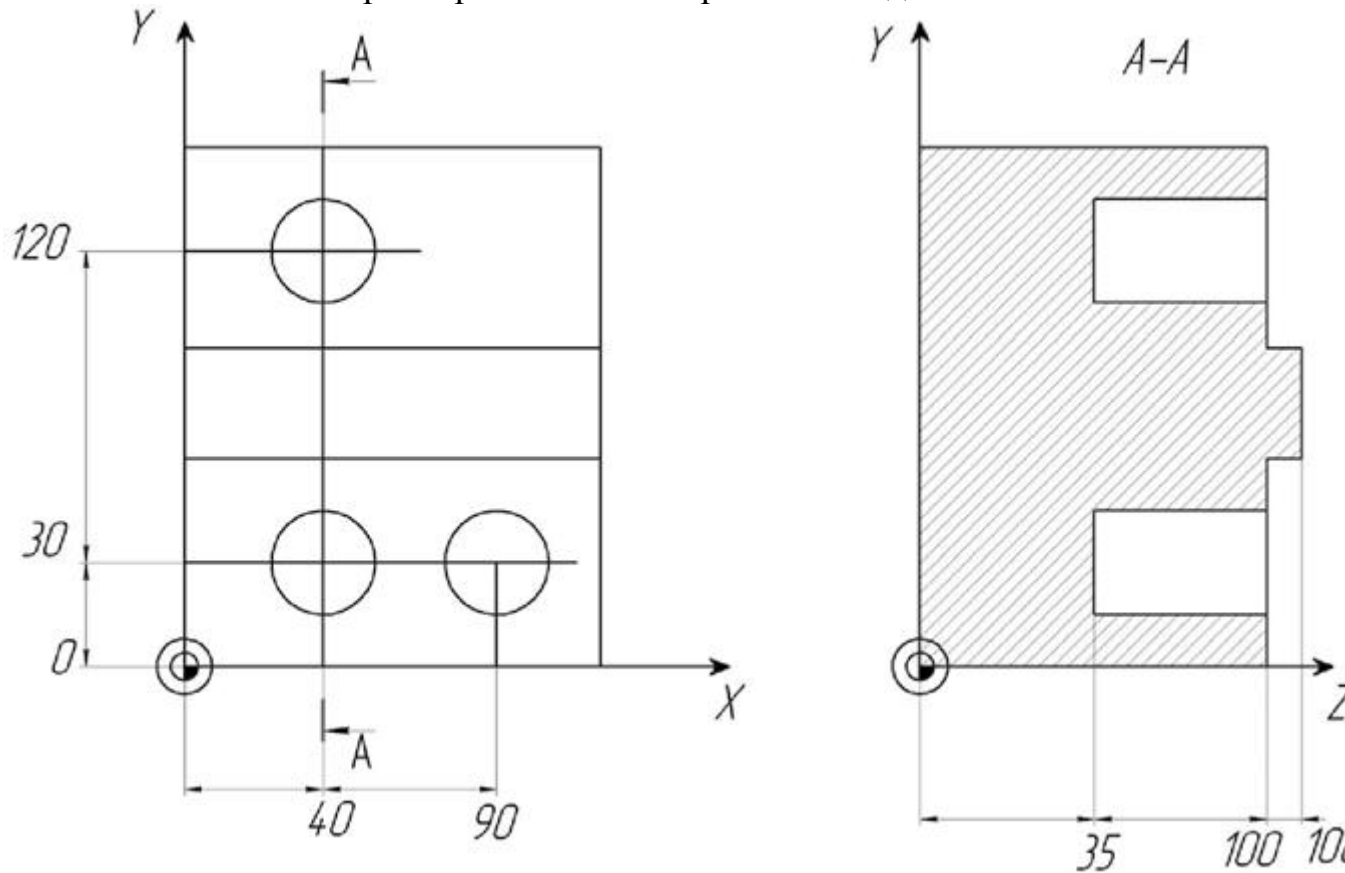


Рисунок 1.3 – Пример использования цикла CYCLE81

#### 1.1.4 Управляющая программа для рисунка 1.3

N10 G0 G17 F200 S300 M3	;Определение технологических значений
N20 D3 T3 Z110	;Подвод к плоскости отвода
N30 X40 Y120	;Подвод к первой позиции сверления
N40 CYCLE81(110, 100, 2, 35)	;Вызов цикла с абсолютной конечной глубиной сверления, безопасным расстоянием и не полным списком параметров
N50 Y30	;Подвод к следующей позиции сверления
N60 CYCLE81(110, 102, ,35)	;Вызов цикла без безопасного расстояния

N70 G0 G90 F180 S300 M3 ;Определение технологических значений  
 N80 X90 ;Подвод к следующей позиции  
 N90CYCLE81(110, 100,2, ,65) ;Вызов цикла с относительной конечной глубиной сверления и безопасным расстоянием  
 N100 M02 ;Конец программы  
 1.2 Сверление, зенкование - CYCLE82  
 1.2.1 Программирование

### CYCLE82(RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DTB)

Параметры цикла CYCLE82 представлены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Параметры CYCLE82

Параметр	Тип	Описание
RTP	real	Плоскость отвода (абсолютная)
RFP	real	Базовая плоскость (абсолютная)
SDIS	real	Безопасное расстояние (вводится без знака)
DP	real	Конечная глубина сверления (абсолютная)
DPR	real	Конечная глубина сверления относительно базовой плоскости (вводится без знака)
DTB	real	Время ожидания на конечной глубине сверления (ломка стружки)

Инструмент осуществляет сверление с запрограммированным числом оборотов шпинделя и скоростью подачи до введенной конечной глубины сверления. Если конечная глубина сверления достигнута, то может быть активировано время ожидания.

Достигнутая позиция перед началом цикла:

– позиция сверления это позиция в обеих осях выбранной плоскости.

Цикл создает следующий процесс движения:

- подвод к вынесенной на безопасное расстояние базовой плоскости с G0;
- движение до конечной глубины сверления с запрограммированной перед вызовом цикла подачей (G1);
- исполнение времени ожидания на конечной глубине сверления
- возврат на плоскость отвода с G0.

### 1.2.2 Описание параметров цикла CYCLE82

Параметры (рисунок 5.4) RTP, RFP, SDIS, DP, DPR аналогичны CYCLE81. DTB (время ожидания). В DTB программируется время ожидания на конечной глубине сверления (ломка стружки) в секундах. Задание значение DP и DPR аналогично CYCLE81.

### 1.2.3 Пример программирования: сверление-зенкование

Рассмотрим пример программирования сверления отверстия в соответствии с рисунком 1.5. Программа осуществляет в позиции X=24, Y=15 в плоскости XY однократно сверление до глубины 27 мм с использованием цикла CYCLE82. Указать время ожидания 2 сек, безопасное расстояние в оси сверления Z=4 мм.

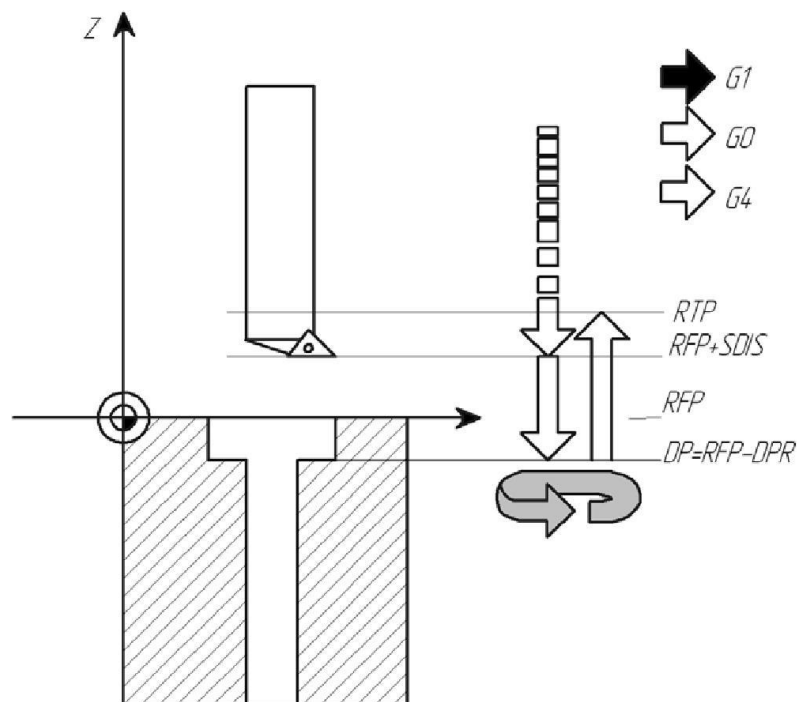


Рисунок 1.4 – Параметры цикла CYCLE82

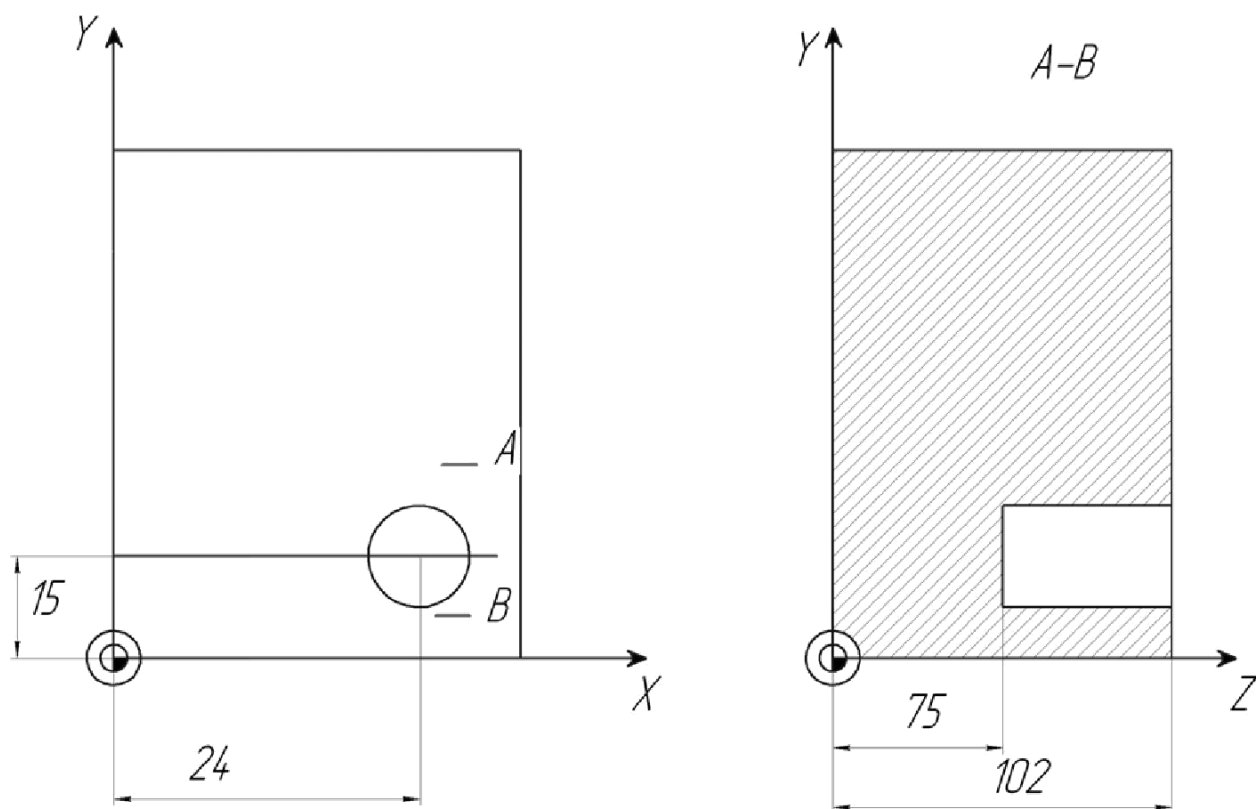


Рисунок 1.5 – Пример использования цикла CYCLE82

#### 1.2.4 Управляющая программа для рисунка 1.5

N10 G0 G17 G90 F200 S300 M3 ;Определение технологических значений  
 N20 D1 T1 Z110 ;Подвод к плоскости отвода  
 N30 X24 Y15 ;Подвод к позиции сверления  
 N40 CYCLE82(110, 102, 4, 75, , 2) ;Вызов цикла с абсолютной конечной глубиной сверления и безопасным расстоянием  
 N50 M02 ;Конец программы

### 1.3 Глубокое сверление - CYCLE83

#### 1.3.1 Программирование

CYCLE83(RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, FDEP, FDPR, DAM, DTB, DTS, FRF, VARI)

Параметры для цикла CYCLE83 представлены в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Параметры CYCLE83

Параметр 1	Тип 2	Описание 3
RTP	real	Плоскость отвода (абсолютная)
RFP	real	Базовая плоскость (абсолютная)
SDIS	real	Безопасное расстояние (вводится без знака)
DP	real	Конечная глубина сверления (абсолютная)
DPR	real	Конечная глубина сверления относительно базовой

		плоскости (вводится без знака)
FDEP	real	Первая глубина сверления (абсолютная)
FDPR	real	Первая глубина сверления относительно базовой
		плоскости (вводится без знака)
DAM	real	Значение дегрессии (вводится без знака)
DTB	real	Время ожидания на конечной глубине сверления
		(ломка стружки)
DTS	real	Время ожидания в начальной точке и при удалении
		стружки
FRF	real	Коэффициент подачи для первой глубины сверления
		(вводится без знака) Диапазон значений: 0.001 ... 1
VARI	int	Режим обработки: Ломка стружки=0 Удаление
		стружки=1

### 1.3.2 Описание параметров цикла CYCLE83

Параметры RTP, RFP, SDIS, DP, DPR аналогичны CYCLE81.

Связь параметров DP (или DPR), FDEP (или FDPR) и DMA. Промежуточная глубина сверления вычисляется в цикле из конечной глубины сверления, первой глубины сверления и значения дегрессии следующим образом:

на первом этапе проходится спараметрированная через первую глубину сверления глубина, если она не превышает общей глубины сверления;

– от второй глубина сверления ход сверления получается из хода последней глубины сверления минус значение дегрессии, если ход сверления больше, чем запрограммированное значение дегрессии;

– следующие ходы сверления соответствуют значению дегрессии, пока остаточная глубина больше, чем двойное значение дегрессии;

– последние два хода сверления распределяются и проходятся равномерно и поэтому всегда больше, чем половина значения дегрессии;

– если значение для первой глубины сверления противоположно общей глубине сверления, то следует сообщение об ошибке 61107 «Первая глубина сверления определена неправильно» и цикл не выполняется.

Параметр FDPR действует в цикле как параметр DPR. При идентичных значениях для базовой плоскости и плоскости отвода возможна относительная задача первой глубины сверления.

Если первая глубина сверления программируется больше конечной глубины сверления, то конечная глубина сверления никогда не превышает. Цикл автоматически уменьшает первую глубину сверления таким образом, чтобы при сверлении была достигнута конечная глубина сверления и осуществляет сверление только один раз.

В DTB программируется время ожидания на конечной глубине сверления (ломка стружки) в секундах.

Время ожидания в начальной точке (DTS) выполняется только при варианте VARI=1 (удаление стружки).

Через параметр FRF (коэффициент подачи) можно указать уменьшающий коэффициент для активной подачи, который учитывается циклом только при движении до первой глубины сверления.

Если установлен параметр VARI=0, то сверло после достижения каждой глубины сверления для ломки стружки имеет свободный ход в 1 мм. При VARI=1 (для удаления стружки) сверло движется соответственно на вынесенную на безопасное расстояние базовую плоскость.

Инструмент осуществляет сверление с запрограммированным числом оборотов шпинделя и подачей до введенной конечной глубины сверления.

Глубокое сверление при этом осуществляется через многократную, пошаговую подачу на глубину, максимальное значение которой может задаваться, до конечной глубины сверления. По выбору сверло после каждой глубины подачи может отводиться на базовую плоскость и безопасное расстояние для удаления стружки или на 1 мм назад для ломки стружки.

Достигнутая позиция перед началом цикла: позиция сверления это позиция в обеих осях выбранной плоскости.

Цикл создает следующий процесс.

Глубокое сверление с удалением стружки (VARI=1) (рисунок 1.6):

- подвод к вынесенной на безопасное расстояние базовой плоскости с G0;
- движение до первой глубины сверления с G1, при этом подача получается из запрограммированной при вызове цикла подачи, которая вычисляется с помощью параметра FRF (коэффициент подачи);
- выполнить время ожидания на конечной глубине сверления (параметр DTB);
- отвод на вынесенную на безопасное расстояние базовую плоскость с G0 для удаления стружки;
- выполнить время ожидания в начальной точке (параметр DTS);
- подвод к последней достигнутой глубине сверления, уменьшенной на вычисленный внутри цикла упреждающий зазор, с G0;
- движение до следующей глубины сверления с G1 (процесс движения продолжается до достижения конечной глубины сверления);
- возврат на плоскость отвода с G0

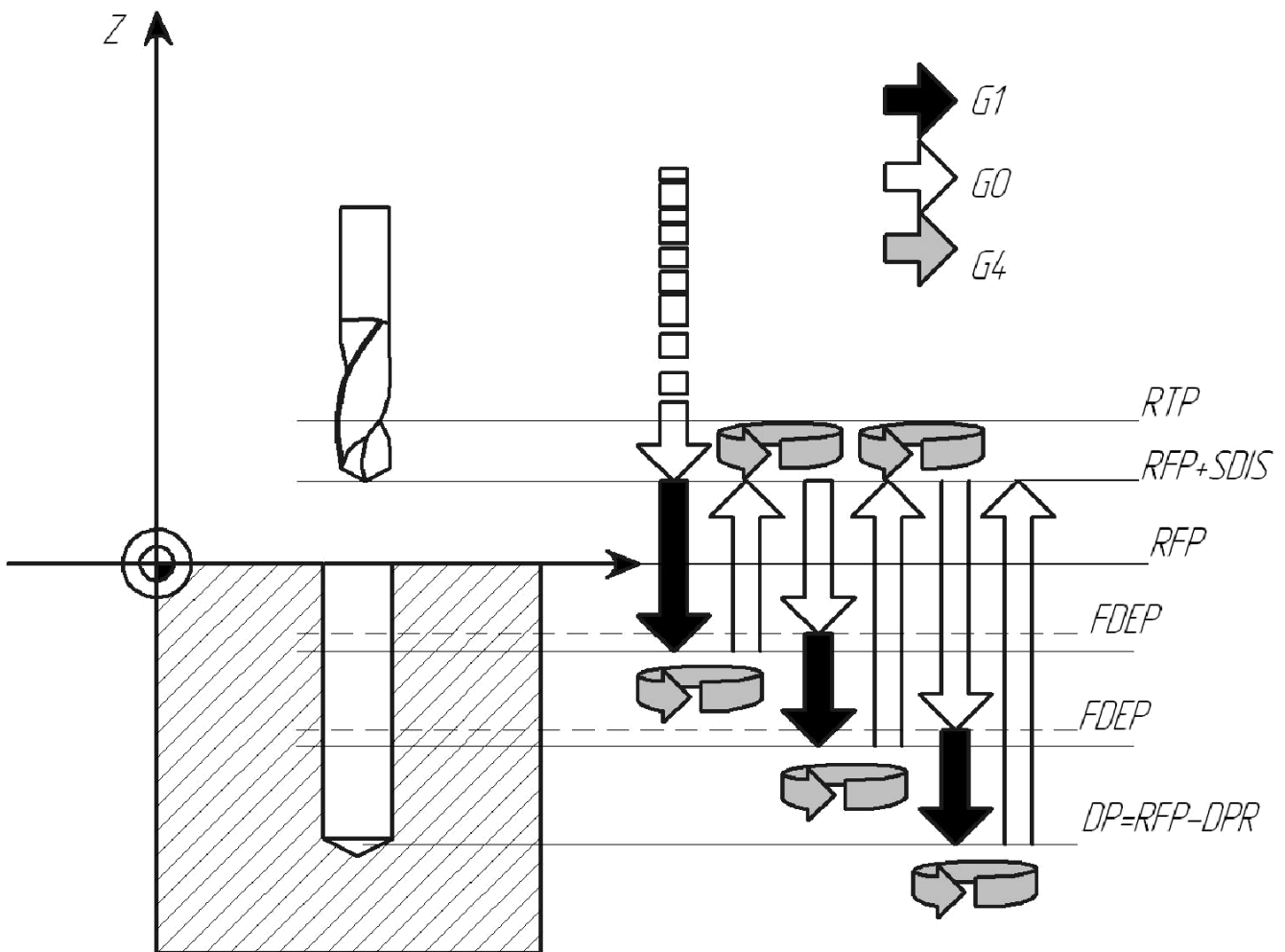


Рисунок 1.6 – Глубокое сверление с удалением стружки (VARI=1)

Глубокое сверление с ломкой стружки (VARI=0) (рисунок 1.7):

- подвод к вынесенной на безопасное расстояние базовой плоскости с G0;
- движение до первой глубины сверления с G1, подача получается из запрограммированной при вызове цикла подачи, которая вычисляется с помощью параметра FRF (коэффициент подачи);
  - выполнить время ожидания на конечной глубине сверления (параметр DTB);
  - отвод на 1 мм от актуальной глубины сверления с G1 и запрограммированной в вызывающей программе подачей (для ломки стружки);
  - движение до следующей глубины сверления с G1 и запрограммированной подачей (процесс движения продолжается до достижения конечной глубины сверления);
  - возврат на плоскость отвода с G0.



### 1.3.3 Пример программирования - глубокое сверление

Рассмотрим программу, которая выполняет цикл CYCLE83 на позициях X80 Y120 и X80 Y60 в плоскости XY (рисунок 1.7). Первое отверстие выполняется с временем ожидания ноль и режимом обработки "ломка стружки". Конечная глубина сверления и первая глубина сверления указаны абсолютно. Для второго вызова запрограммировано время ожидания в 1 сек. Был выбран режим обработки "удаление стружки", конечная глубина сверления указана относительно базовой плоскости. Ось сверления в обоих случаях является ось Z.

### 1.3.4 Управляющая программа для рисунка 1.7

```
N10 GO G17 G90 F50 S500 M4 ;Определение технологических значений
N20 D1 T12 ;Подвод к плоскости отвода
N30 Z155
X80 Y120 ;Подвод к первой позиции сверления
N50 CYCLE83(155, 150, 1, 5, 0, , ;Вызов цикла, параметры глубины с абсо-
100, , 20, 0, 0, 1, 0) лютными значениями
N60 X80 Y60 ;Подвод к следующей позиции сверления
N70 CYCLE83(155, 150, 1, , 145, , ;Вызов цикла с относительным указанием
50, 20, 1, 1, 0.5, 1) конечной глубины сверления и 1-ой глуби-
ны сверления, безопасное расстояния со-
ставляет 1 мм, коэффициент подачи 0.5
N80 M30 ;Конец программы
```

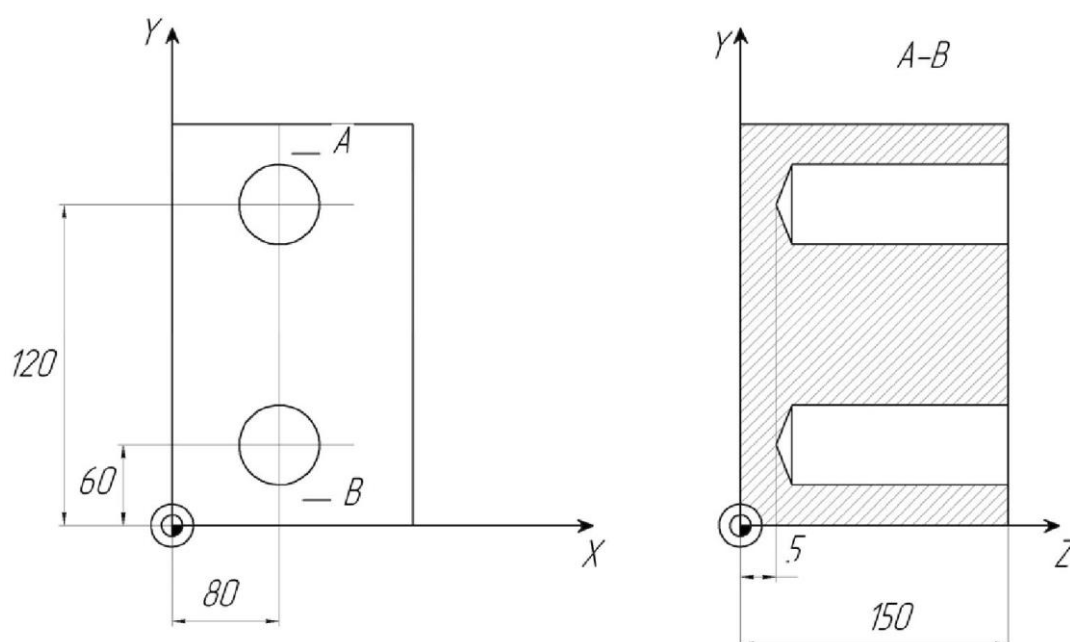


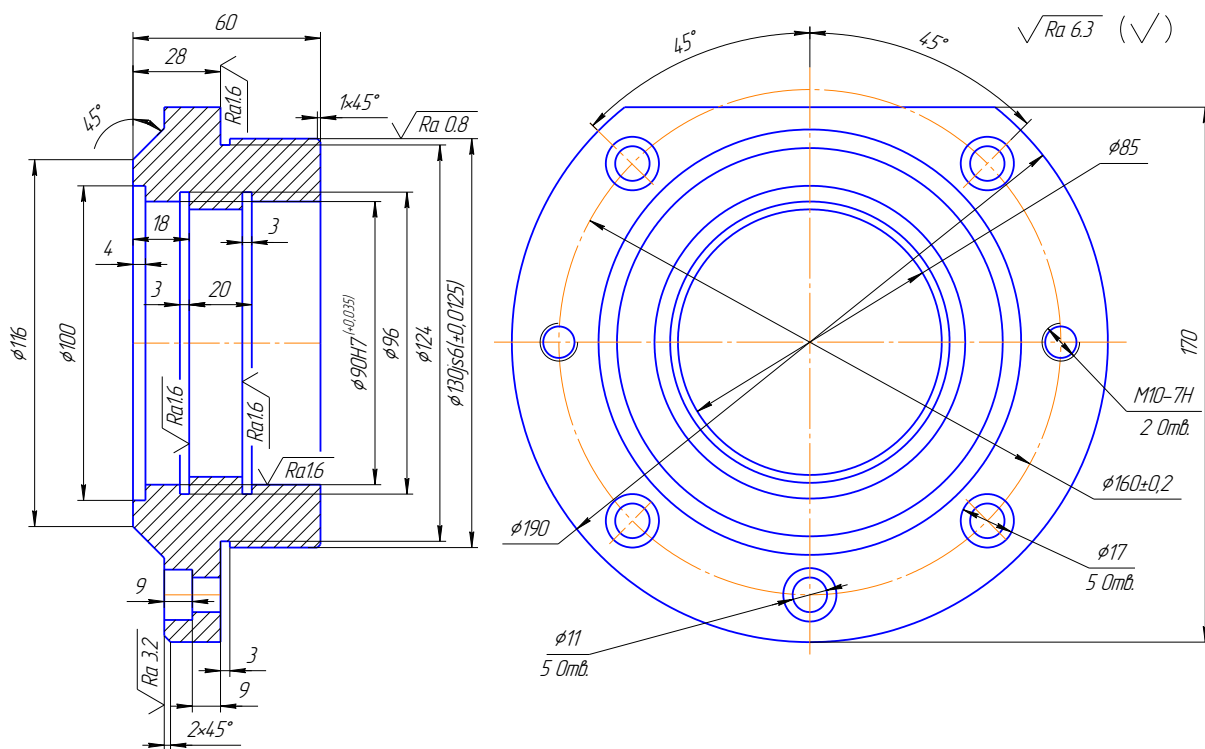
Рисунок 1.7 – Пример программирования глубокого сверления

Техническая характеристика станка. DMC 635 Vecoline с УУ Sinumerik 840D

Рабочая зона	ед/изм	DMC 635 V ecoline
Величина перемещения по оси X	мм	635
Величина перемещения по оси Y	мм	510
Величина перемещения по оси Z	мм	460
Рабочий шпиндель	ед/изм	DMC 635 V ecoline
Диапазон частоты вращения	Мин <sup>-1</sup>	8000/12000*
Мощность привода	кВт	13/9
Крутящий момент	Нм	83/57
Ускоренный момент	м/мин	30
Сила подачи, макс.	кН	5
Скорость подачи	м/мин	24
Точность позиционирования	ед/изм	DMC 635 V ecoline
Разрешение X/Y/Z непрямая / прямая измерительная система	мм	0.001
P <sub>max</sub> по VDI/DGQ 3441 непрямая/ прямая измерительная система	мм	0.020/0.008
P <sub>max</sub> по JIS B6330-1980 непрямая/ прямая измерительная система	мм	0.010/0.005
Магазин / устройство смены инструмента	ед/изм	DMC 635 V ecoline
Количество инструментов	-	20/30*
Вес инструмента, макс.	Кг	6
Макс. Длина инструмента	мм	300
Макс. Диаметр инструмента	мм	Ø80
Диаметр инструмента при сводных соседних местах макс.	мм	Ø130
Время от реза до реза	с	5
Исполнение стола	ед/изм	DMC 635 V ecoline
Рабочая площадь с Т-образными пазами	мм	790×560
Высота загрузки	мм	720
Нагрузка на стол	кг	600
Вес станка	ед/изм	DMC 635 V ecoline
Вес станка с 20 магазинами и поддоном для стружки	кг	3850
I <sub>n</sub> макс. при 100% ED	А	28

Потребляемая мощность при 100% ED	кВА	17
Входной предохранитель, макс.	А	35
Управление		
DMG SLIMline® с SIMENS 840D solutionline и ShopMill		
DMG SLIMline® с HEIDENHAIN TNC 620 с текстовым документом		
MAPPS IV от MORI SEIKI		

### Отчет:



1 HB 197... 203;

2 h14, H14, ±jS14

Рисунок

### 2.1-Эскиз обрабатываемой детали

Таблица 2.1-Расчет режимов резания с использованием программы САПР (Sverlenie)

Центрование 7 отв.Ø4					Результаты расчетов								
Материал Инструм.	D <sub>Свр.</sub> мм	HB	Вид	L мм	t мм	S <sub>0</sub> мм/об	S <sub>m</sub> мм/мин	T <sub>мин</sub> стойкость п мин <sup>-1</sup>	V <sub>д.</sub> м/мин	P <sub>0</sub> н	N кВт	M <sub>Кр</sub> НХМ	T <sub>0</sub> мин

Р6М5	18	202	Глухое	7	7	0,1	60	20	600	26.4	280	0.06	0.55	0.17×7=1.2
------	----	-----	--------	---	---	-----	----	----	-----	------	-----	------	------	------------

1. Центровать 7 отверстий Ø4 на глубину 4 мм:

1.1 Сверло Ø18 2301-0060 ГОСТ 10903-77 Р6М5 (Переточ. 2φ=90°);

2. Сверлить 2 отверстия Ø10.2 на проход:

2.1 Сверло Ø10,2 2301-0400 ГОСТ 2092-77.

Таблица 2.2-Расчет режимов резания с использованием программы САПР (Sverlenie)

Сверление 2 отв.Ø10.2					Результаты расчетов										
Материал	Инструм.	D <sub>Свр.</sub> мм	НВ	Вид	°L мм	t мм	S <sub>0</sub> мм/об	S <sub>м</sub> мм/мин	T <sub>мин</sub> стойкость	n мин <sup>-1</sup>	V <sub>д.</sub> м/мин	P <sub>0н</sub>	N кВт	M <sub>кр</sub> НХМ	T <sub>0</sub> мин
Р6М5	10.2	202	Сквозное	18	5.1	0,28	200	60	710	22.74	1632	0.6	8.19	0.13×2=0.2	

3. Сверлить 5 отверстий Ø11 на проход:

3.1 Сверло Ø11 2301-0034 ГОСТ 10903-77.

Таблица 2.3-Расчет режимов резания с использованием программы САПР(Sverlenie)

Сверление 5 отв.Ø11					Результаты расчетов										
Материал	Инструм.	D <sub>Свр.</sub> мм	НВ	Вид	°L мм	t мм	S <sub>0</sub> мм/об	S <sub>м</sub> мм/ми	T <sub>мин</sub> стойкость	n мин <sup>-1</sup>	V <sub>д.</sub> м/мин	P <sub>0н</sub>	N кВт	M <sub>кр</sub> НХМ	T <sub>0</sub> мин
Р6М5	11	202	Сквозное	18	5.5	0,28	200	60	710	24.52	1760	0.69	9.52	0.13x5=0.6	

4. Зенковать 5 отверстий Ø17 на глубину 9 мм:

4.1 Зенковка Ø17 2301-0427 ГОСТ 2092-77.

Таблица 2.4-Расчет режимов резания с использованием программы САПР(Sverlenie)

Зенкование 5 отв.Ø17					Результаты расчетов										
Материал	Инструм.	D <sub>Зенк.</sub> мм	HB	Вид	°L мм	t мм	S <sub>0</sub> мм/об	S <sub>m</sub> мм/ми	T <sub>мин</sub> стойкость	n мин <sup>-1</sup>	V <sub>д.</sub> м/мин	P <sub>0</sub> н	N кВт	M <sub>кр</sub> нхм	T <sub>0</sub> мин
Р6М5	17	202	Глухое	9	3	0,26	92	30	355	18.95	722	0.605	1.26	0.06×5=0.3	

5. Зенковать 2 отв. в размер 2х45°:

5.1 Зенковка Ø14 ГОСТ 14953-80.

Таблица 2.5-Расчет режимов резания с использованием программы САПР (Sverlenie)

Зенкование 2 отв.2×45					Результаты расчетов										
Материал	Инструм.	D <sub>Зенк.</sub> мм	HB	Вид	°L мм	t мм	S <sub>0</sub> мм/об	S <sub>m</sub> мм/ми	T <sub>мин</sub> стойкость	n мин <sup>-1</sup>	V <sub>д.</sub> м/мин	P <sub>0</sub> н	N кВт	M <sub>кр</sub> нхм	T <sub>0</sub> мин
Р6М5	14	202	Глухое	7	1.9	0,56	280	30	500	21.98	417	0.05	0.9	0.1×2=0.2	

6. Нарезать резьбу М12-7Н на проход:

Нарезание резьбы 2 отв. М12-7Н					Результаты расчетов										
Материал	Инструм.	D <sub>Метч.</sub> мм	HB	Вид отвер.	°L мм	t мм	S <sub>0</sub> мм/об	S <sub>m</sub> мм/мин	T <sub>мин</sub> стойкость	n мин <sup>-1</sup>	V <sub>д.</sub> м/мин	P <sub>0</sub> н	N кВт	M <sub>кр</sub> нхм	T <sub>0</sub> мин

P6M5	12	202	Сквозное	18	0.9	1.75	92	30	50	1.9	-	-	-	$0.6 \times 2 = 1.2$
------	----	-----	----------	----	-----	------	----	----	----	-----	---	---	---	----------------------

6.1 Метчик M12-7H 2621-1511 ГОСТ 3266-81.

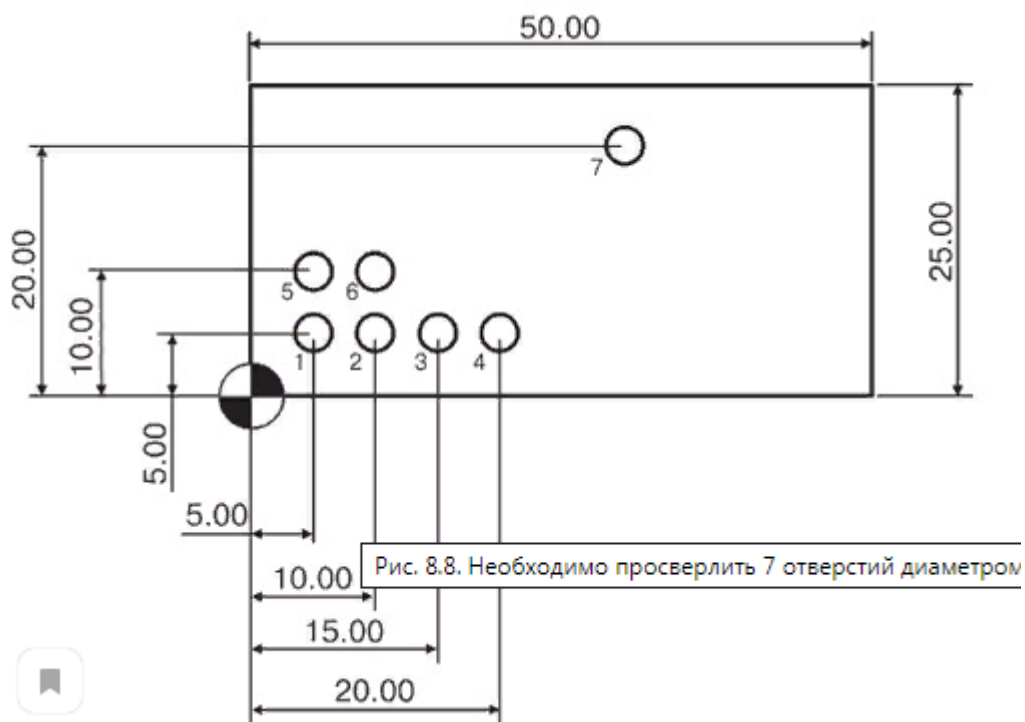
Таблица 2.6 Расчет режимов резания с использованием программы САПР (Sverlenie)

### Контрольные вопросы:

1. Назовите циклы СЧПУ Siemens Sinumerik 840D .
2. Опишите параметры цикла CYCLE81.
3. Опишите параметры цикла CYCLE83.

Примеры программ на сверление отверстий при помощи постоянных циклов

Пример № 1



#### Код программы

```
%
O0001
N100 G21
N102 G0 G17 G40 G49 G80 G90
```

#### Описание

Номер программы  
Работа в метрической системе  
Строка безопасности

N104 T1 M6	Вызов сверла диаметром 3 мм
N106 G54 X5. Y5. S1000 M3	Перемещение к отверстию № 1
N108 G43 H1 Z100.	Компенсация длины инструмента
N110 Z10.	Ускоренное перемещение к Z10.
N112 G99 G81 Z-6.5 R1. F45.	Стандартный цикл сверления
N114 X10.	Сверление отверстия № 2
N116 X15.	Сверление отверстия № 3
N118 X20.	Сверление отверстия № 4
N120 X5. Y10.	Сверление отверстия № 5
N122 X10.	Сверление отверстия № 6
N124 X30. Y20.	Сверление отверстия № 7
N126 G80	Отмена постоянного цикла
N128 Z100.	Перемещение к Z100.
N130 M5	Останов шпинделя
N132 G91 G28 Z0.	Возврат в исходную позицию по Z
N134 G28 X0. Y0..	Возврат в исходную позицию по X, Y
N136 M30	Конец программы
%	

## Практическое занятие №4

### **«Разработка УП обработки деталей на токарном станке с ЧПУ детали «Вал»»**

Цель: научиться определять координаты точки режущей кромки инструмента по рабочему чертежу детали типа «Вал». Научиться рассчитывать траекторию инструментов, их исходные точки, координаты опорных точек контура детали. Производить корректировку и доработку УП

#### 1. Практическое задание

На симуляторе станка со стойкой Siemens по разработанной УП разберите коды линейной интерполяции. Создайте новую программу на симуляторе, и введите текст программы. Отработайте каждый блок программы. В результате у вас должен

получится контур, показанный на рисунке 3 и 4. Прежде чем запустить программу в обработку, необходимо выполнить привязку каждого режущего инструмента.

### Исходные данные:

Глубина резания:

черновая обработка  $t=2\text{мм}$ ;

чистовая обработка  $t=0,5\text{мм}$

Режущий инструмент:

T1- резец проходной правый,

T2- отрезной,

T6- сверло,

T3- расточной резец,

T5- резец проходной правый для чистовой обработки.

Параметры заготовки:  $\varnothing 102$  ,  $L=150$  мм

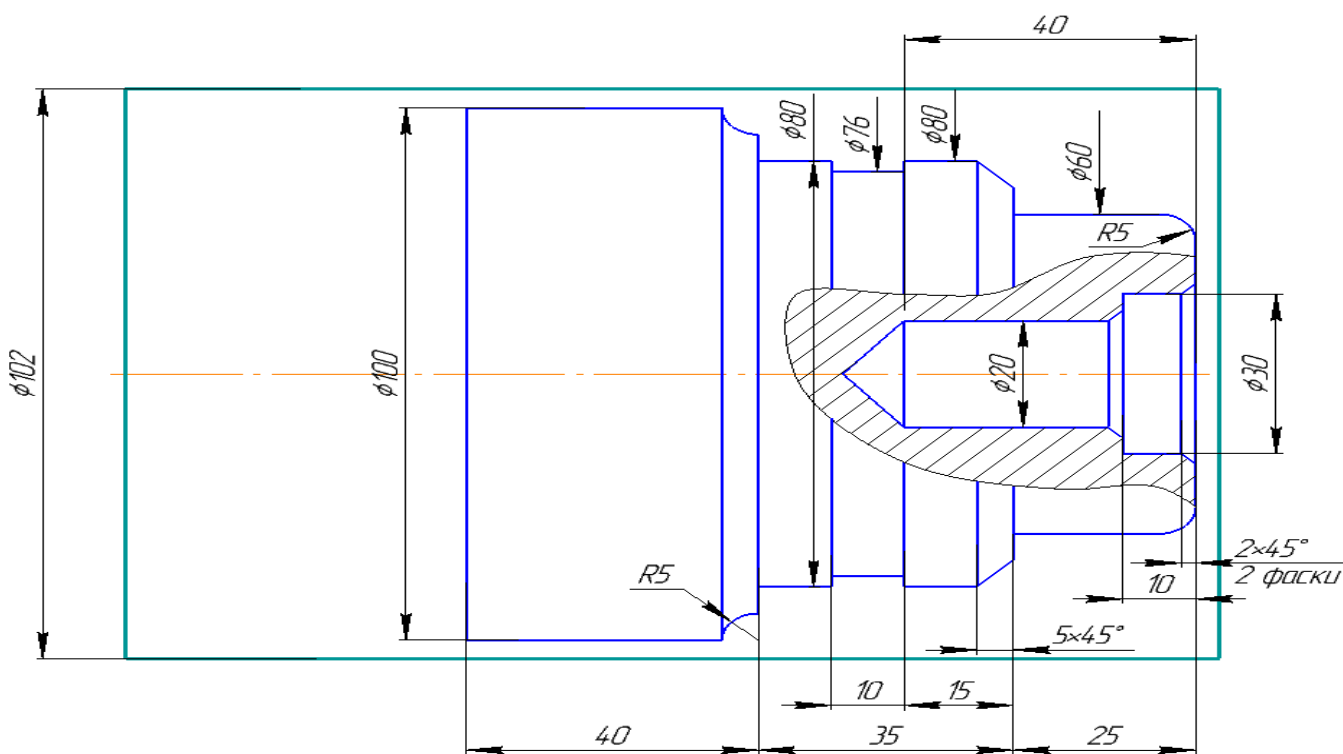


Рисунок 2 –«Вал»

Включите программу CNC Simulator

Ход выполнения работы:

1 Отожмите «Грибок»

2 Нажмите «Ref point», обнулите оси станка +X и +Z



3 Выберите инструмент из «Библиотеки инструментов» (левая инструментальная панель)

T1- проходной правый (001)

T2-отрезной резец (003)

T3-расточной резец (004)

T5-проходной резец (чистовой), (002)


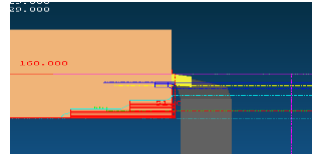

T6-сверло Ø20

4 Настройте параметры заготовки («Наладка»- «Параметры заготовки»)

5 Нажмите «Menu Select»-«Program»-«Part Programs»-«New»-введите имя программы «VAL» - «OK»

6 Нажмите «Menu Select»-«Program»-«Part Programs»- программа «VAL»-«INPUT»-

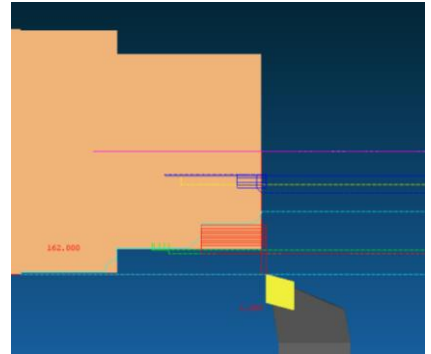
Введите текст управляющей программы

Текст программы	Описание программы	Схема обработки
G54 T1	Вызов первого инструмента–T1	 Вызов инструмента
M3S1000 M8	Вкл. вращения шпинделя с частотой вращения 1000 об/мин. Включение СОЖ	 Подрезка торца
G0X100 G0Z0 G1X0F0.2	Подход к координатам X100 Z0 Подрезка торца	 Исходная точка
G0Z2 G0X101 G1Z-100 G0X102 G0Z2 G0X98 G1Z-60 G0X102 G0Z2 G0X96 G1Z-60 G0X102 G0Z2 G0X94 G1Z-60 G0X102 G0Z2 G0X92	Отход от торца вправо на 2 мм Подход на координату X101 Точение продольно на длину L=100мм  Точение Ø81 на длину L=60 мм G0X102 G0Z2 - отход в исходную точку для точения меньшего диаметра.	

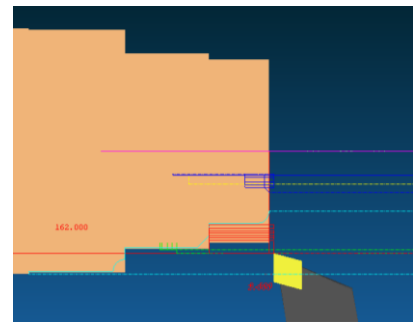
G1Z-60  
 G0X102  
 G0Z2  
 G0X90  
 G1Z-60  
 G0X102  
 G0Z2  
 G0X88  
 G1Z-60  
 G0X102  
 G0Z2  
 G0X86  
 G1Z-60  
 G0X102  
 G0Z2  
 G0X84  
 G1Z-60  
 G0X102  
 G0Z2  
 G0X81  
 G1Z-60  
 G0X102  
 G0Z2  
 G0X78  
 G1Z-25  
 G0X85  
 G0Z2  
 G0X76  
 G1Z-25  
 G0X85  
 G0Z2  
 G0X74  
 G1Z-25  
 G0X85  
 G0Z2  
 G0X72  
 G1Z-25  
 G0X85  
 G0Z2  
 G0X70  
 G1Z-25  
 G0X85  
 G0Z2  
 G0X68  
 G1Z-25  
 G0X85  
 G0Z2  
 G0X66  
 G1Z-25  
 G0X85  
 G0Z2  
 G0X64  
 G1Z-25  
 G0X85  
 G0Z2

Точение  $\varnothing 61$  на длину  $L=25$  мм  
 G0X85  
 G0Z2 - отход в исходную точку для  
 точения меньшего диаметра.

G0X102  
 G0Z2

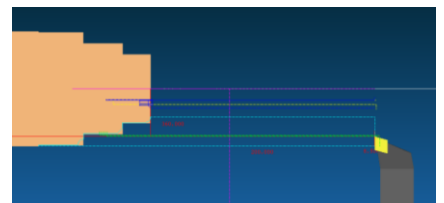


Точение  $\varnothing 81$  на длину  $L=60$  мм

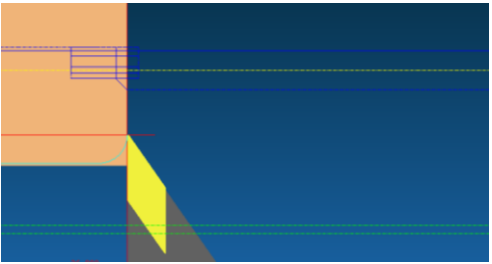
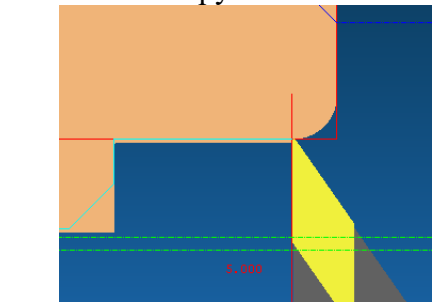
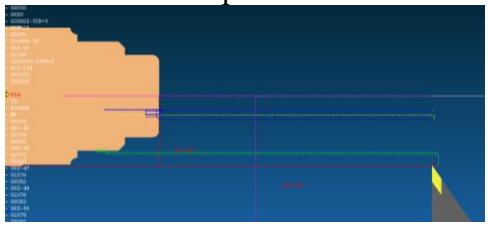
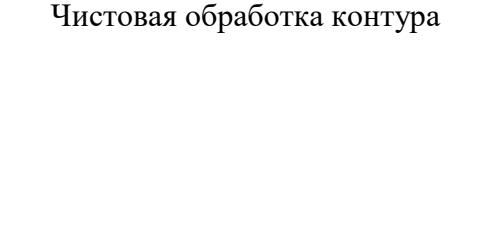


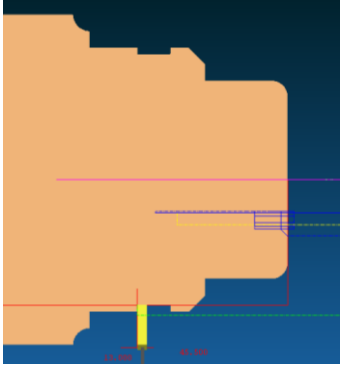
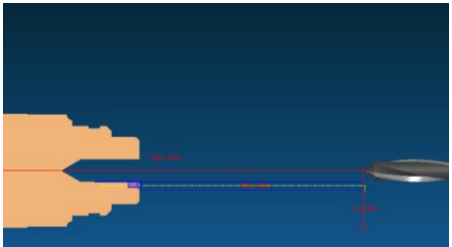
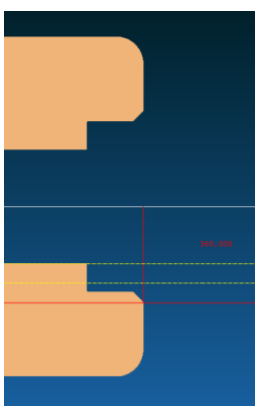
Исходная точка

G0X85  
 G0Z2



Точение  $\varnothing 61$  на длину  $L=25$  мм  
 Отход инструмента от заготовки на  
 координату Z200

<p>G0X61 G1Z-25 G0X85 G0Z200</p>	<p>Отход инструмента от заготовки на координату Z200 для смены инструмента</p>	
<p>G54 T5 M3S1000</p>	<p>Вызов инструмента–T5 Вкл. вращения шпинделя с частотой вращения 1000 об/мин.</p>	
<p>M8  G0X50 G0Z0 G3X60Z-5CR=5</p>	<p>Включение СОЖ  Подход к начальной точке скругления Точение по радиусу по часовой стрелке, радиусом 5 мм</p>	<p>Подход к начальной точке скругления</p> 
<p>G1Z-25 G1X70 G1X80Z-30 G1Z-60 G1X90 G2X100Z-65CR=5</p>	<p>Точение на длину L=25 мм Точение торца до <math>\varnothing 70</math> Точение фаски Точение на длину L=60 мм Точение торца до <math>\varnothing 90</math> Точение по радиусу против часовой стрелки, радиусом 5 мм</p>	<p>Точение по радиусу по часовой стрелке</p> 
<p>G1Z-100 G0X102 G0Z200</p>	<p>Точение на длину L=100 мм Отход от заготовки для смены инструмента</p>	<p>Чистовая обработка контура</p> 
<p>G54 T2 M3S800 M8</p>	<p>Вызов инструмента–T2 Вкл. вращения шпинделя с частотой вращения 800 об/мин.</p>	
<p>G0X85 G0Z-43 G1X76F0.1 G0X82 G0Z-45 G1X76 G0X82 G0Z-47 G1X76 G0X82 G0Z-49 G1X76</p>	<p>Точение канавки. Подача инструмента-поперечная.</p>	

<p>G0X82 G0Z-50 G1X76 G0X82 G0Z200</p>	<p>Отход от заготовки для смены инструмента</p>	
<p>G54 T6 M3S800 G0X0</p>	<p>Вызов инструмента–Т6  Вкл. вращения шпинделя с частотой вращения 800 об/мин.</p>	<p>Точение канавки. Подача инструмента - поперечная.</p>
<p>G0Z0 G1Z-10 G0Z10 G1Z-20 G0Z10 G1Z-30 G0Z10 G1Z-40 G0Z10 G1Z-50 G0Z10 G1Z-60 G0Z10 G1Z-70 G0Z200</p>	<p>Сверление глухого отверстия на длину 70 мм за 7 проходов</p>	
<p>G54 T3 M3S800</p>	<p>Сверление глухого отверстия на длину 70 мм за 7 проходов</p>	<p>Сверление глухого отверстия на длину 70 мм за 7 проходов</p>
<p>G0X20.103 G1Z-40 G0X19 G0Z2 G0X22 G1Z-10 G0X24 G1Z-10 G0X19 G0Z2 G0X26 G1Z-10 G0X19 G0Z2 G0X28 G1Z-10 G0X19 G0Z2 G0X30 G1Z-10 G0X19</p>	<p>Растачивание отверстия <math>\varnothing 20</math> на <math>\varnothing 30</math> G1X34Z0 – точение фаски</p>	 <p>Растачивание отверстия <math>\varnothing 20</math> на</p>

G0Z-2 G1X30 G1X34Z0 G0Z200		Ø30, точение фаски
-------------------------------------	--	--------------------

Закройте программу-«Close editor»

Нажмите «Program select»

7 Выполните привязку инструмента T1. Включите «MDI»- «Menu Select»- «Maching»-введите текст вызова 1-ого инструмента:

G54  
T1  
M3S1000

Нажмите «Cycle start»

Подведите инструмент к заготовке. Нажмите «Наладка» (на панели инструментов слева)- «Переместить ускоренно»

8 Настройте координаты инструмента T1. Для этого нажмите «Ofsset param»- введите в строку Lenguch1: координату Rel:X+R (радиус заготовки)

Lenguch2: координату Rel:Z

9 Настройте координаты инструмента T2. Выполните действия с п.7 по п.8, изменит код инструмента на T2.

10 Нажмите «Reset»- «Menu Select»-«Program»-«Part Programs»-«Auto»-«Cycle start»

11 При допущенных ошибках в тексте программы или в привязках инструмента, редактируем программу или вновь привязываем инструмент.

Если привязка инструмента выполнена верно, текст программы написан правильно, о результате обработке станет контур детали, смотри рисунок 2,3

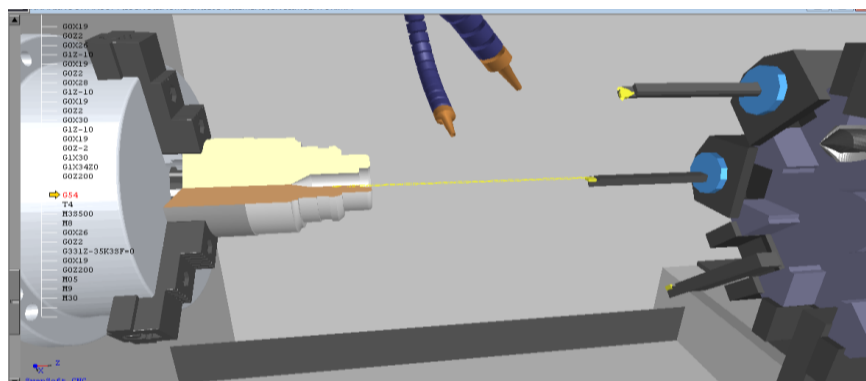


Рисунок 2-3D деталь

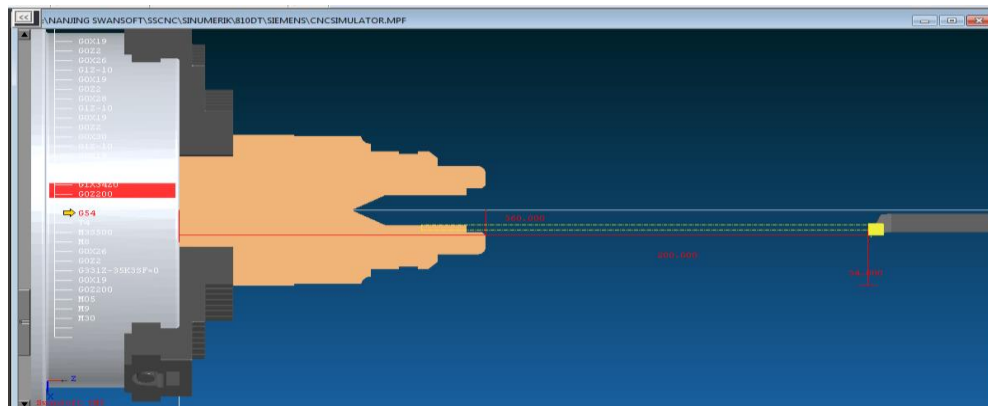


Рисунок 3- 2D вид детали

## Практическое занятие №5

### ***«Разработка УП обработки деталей на фрезерном станке с ЧПУ детали «Кронштейн»».***

Цель: научиться выполнять коррекцию инструмента для упрощения обработки контура различным режущим инструментом

#### 1. Теоретическая часть

#### ***Программирование коррекции на длину инструмента при фрезерной обработке***

Для выполнения фрезерной обработки контура в управляющей программе должна быть задана траектория перемещения фрезы в виде эквидистанты, смотри рисунок 6, к обрабатываемому контуру, отстоящей от него на величину радиуса режущей части фрезы. В случае, когда для обработки одного и того же контура возможно применение фрез разных диаметров, программирование траектории перемещения фрезы в виде эквидистанты становится трудоемким делом, так как приходится составлять отдельную УП для каждого диаметра фрезы.

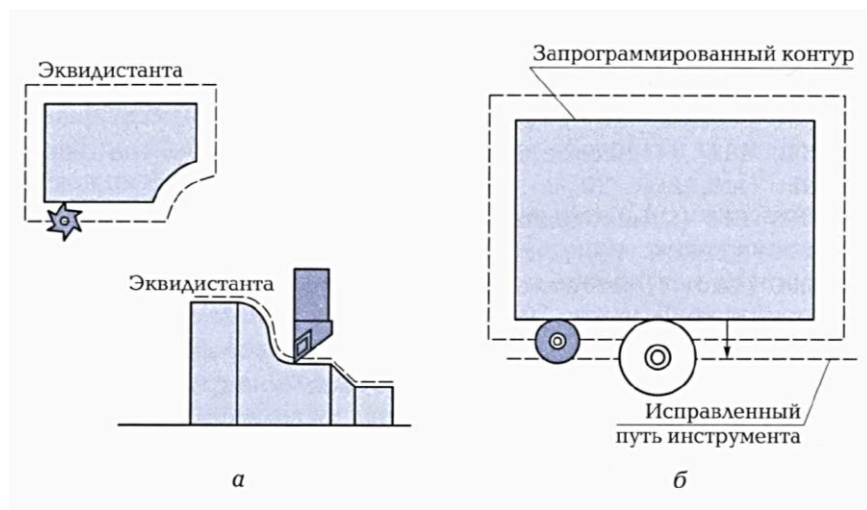


Рисунок 6-Схемы эквидистантной обработки

Функции коррекции на радиус инструмента позволяют упростить программирование обработки: в этом случае траектория перемещения фрезы задается совпадающей с линией контура, а с помощью функций коррекции вводится величина коррекции на радиус фрезы и указывается направление вектора коррекции относительно обрабатываемого контура детали, смотри рисунок 7.

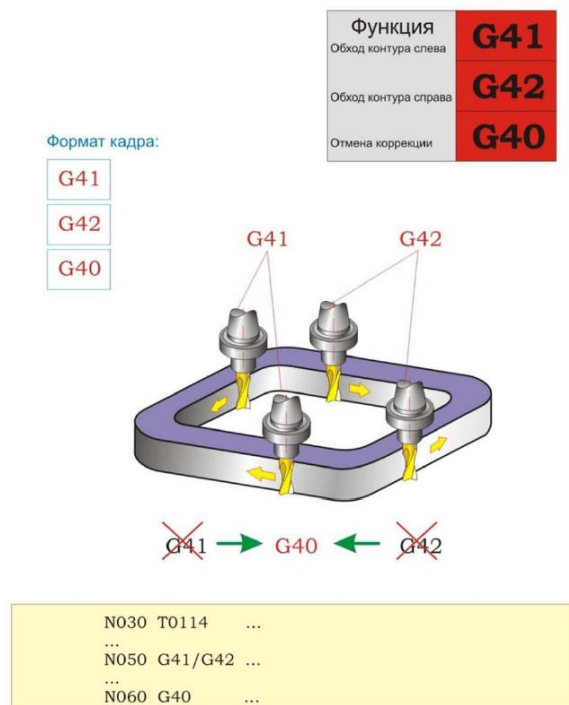


Рисунок 7- Программирование коррекции на радиус инструмента

**Функция:**

С помощью функций G41 и G42 программируется введение коррекции на радиус фрезы и направление вектора коррекции относительно обрабатываемого контура детали. При этом в случае смещения фрезы влево от контура (если смотреть в направлении перемещения инструмента) коррекция на радиус фрезы программируется при помощи функции G41, а в случае смещения фрезы вправо от обрабатываемого контура – при помощи функции G42.

С помощью функции G40 программируется отмена коррекции на радиус инструмента, задаваемая при помощи функций G41 и G42.

Кадр УП:

**G41/G42/G40 ...**

***Описание:***

В случае применения коррекции на радиус фрезы в управляющей программе вместо траектории перемещения фрезы необходимо задать геометрию обрабатываемого контура и поправочные величины, по которым система ЧПУ самостоятельно рассчитает траекторию перемещения фрезы конкретного диаметра. Этими поправочными величинами являются направление смещения фрезы относительно обрабатываемого контура на величину ее радиуса и радиус режущей части фрезы.

Величина радиуса режущей части фрезы задается в таблице инструментов, при этом УП должна содержать ссылку на соответствующую ячейку таблицы.

***Примечания***

Включение функции коррекции на радиус фрезы накладывает некоторые ограничения на программирование обработки детали. Пока действуют функции G41 и G42, нельзя:

- задавать смещение координат нулевой точки детали (функции G54...G57);
- задавать смену инструмента;
- задавать обработку контура с радиусом закругления внутреннего угла меньше радиуса фрезы.

**Функции G41 и G42 – модальные.** Задание функции коррекции на радиус инструмента сохраняется по умолчанию в УП до тех пор, пока оно не будет отменено функцией G40 (отмена коррекции на радиус инструмента).



**Функция G40 – модальная.** Отмена функции коррекции на радиус инструмента сохраняется по умолчанию в УП до тех пор, пока вновь не будет задана коррекция на радиус инструмента.

**Примечание:**

**Для Fanuc:** Dxx – номер корректора по высоте.

**Пример:** G41 D01 G01 X\_ Y\_.

### **Программирование коррекции на длину инструмента**

Инструмент, используемый при фрезеровании помимо диаметра, имеет свою длину, которая во всех случаях разная, смотри рисунок 8.

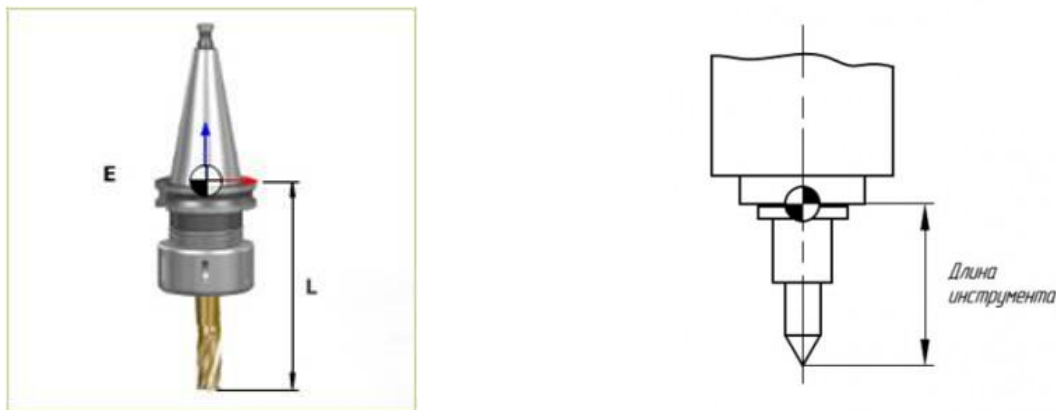


Рисунок 8- Коррекция на длину инструмента

Для того чтобы компенсировать разницу по длине инструмента, предусмотрены следующие подготовительные функции:

- G43 – коррекция на длину инструмента – положительная (+);
- G44 – коррекция на длину инструмента – отрицательная (-);
- G49 – отмена коррекции на длину инструмента.

**Дополнительная информация:**

В случае изменения величины смещения путём изменения номера корректора старая величина смещения просто заменяется новой, и нельзя предполагать, что новая величина прибавляется к старой.

Коррекция длины инструмента в данном ЧПУ возможна по любой из осей, причём величина смещения будет вводиться в зависимости от функции G17, G18, G19 по осям Z, Y, X соответственно.

Ввод и вывод коррекции на длину инструмента производится независимо от того задано в кадре с G43 (G44) перемещение по корректируемой оси или нет. Если

перемещение не задано, то ввод коррекции производится на скорости ускоренного перемещения.

**Примечание:**

**Для Fanuc:** Nxx – номер корректора по высоте.

**Пример:** G43 Z100 H01.

2. Практическая часть

Выполните анализ 3D модели детали и 2D чертежа, смотри рисунок 9. Сравните четыре варианта управляющей программы на обработку данной детали в абсолютных и относительных координатах без коррекции на инструмент и с коррекцией на инструмент.

**ФРЕЗЕРОВКА - КОНТУР (АБСОЛЮТНО- ОТНОСИТЕЛЬНО)**

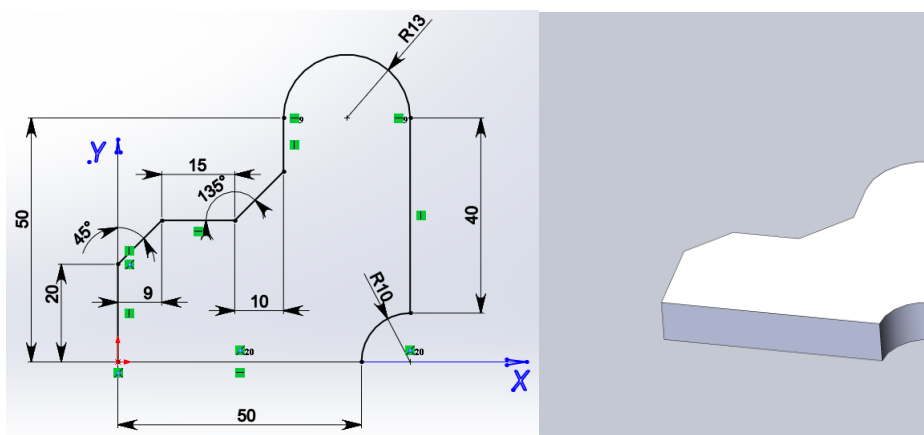


Рисунок 9- 2D чертеж и 3D модель детали

Управляющая программа на фрезерную обработку контура

**Абсолютная система координат:**

```
G90 G94
G17 G54
G00 X0 Y0
G1 X0 Y20 F200
X9 Y29
X24
X34 Y39
Y50
G2 X60 Y50 I13 J0 (I,J - от начальной точки до центра)
G1 Y10
G3 X50 Y0 I0 J-10
G1 X0 Y0
```

**Альтернативное задание круговой интерполяции:**

```
G2 X60 Y50 R13 - Fanuc
G3 X50 Y0 CR=10
```

**Относительная система координат:**

```
G91 G94
G17 G54
G00 X0 Y0
G1 X0 Y20 F200
X9 Y9
X15
X10 Y10
Y11
G2 X26 Y0 I13 J0 (I,J - от начальной точки до центра)
G1 Y-40
G3 X-10 Y-10 I0 J-10
G1 X-50
```

```
G2 X60 Y50 CR=13 -Sinumerik
G3 X50 Y0 R10
```

**Альтернативное задание:**

G1 X0 Y29 F200 CHR=9 - Sinumerik

X34 Y29 CHR=10

X50

**ФРЕЗЕРОВКА - КОНТУР (С КОРРЕКЦИЕЙ)**

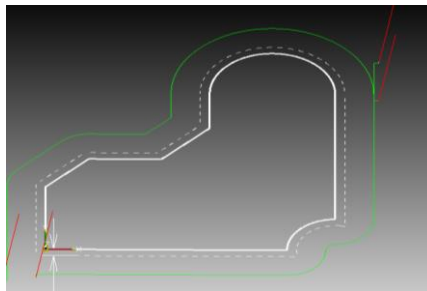


Рисунок 10- Контур с эквидистантой

**Sinumerik 840D:**

**CFIN**

**;;...T1-Freza.16**

**;;...G54..SLEVA.NIZ**

T1M6

G54G90G17

G0X-12Y-12

S350M3**D1**

Z100M8

Z2.5

G1Z0F40

G41X0

Y0

Y20

X9Y29

X24

X34 Y39

Y50

G2X60Y50**CR=13**

G1Y48

G40X70

M9

G0Z200M5

M0

**;;...PEREKREPIT**

G0 Y62

Z100. **D1.M8**

S350M3

Z2.5

G1Z0F40

G41X60

Y50

Y10

**0G3X50Y0CR=10**

G1X0

X-2

40Y-10

M9

G0Z100M5

M2

**Fanuc 31i:**

**%O111**

**(...T1-Freza.16)**

**(...G54..SLEVA.NIZ)**

N5M6T1

G54G90G17**G62**

G0X-12.Y-12.

S350M3

**G43H1Z100.M8**

Z2.5

G1Z0.F40

G41**D1**X0.

Y0.

Y20.

X9.Y29.

X24.

X34. Y39.

Y50.

G2X60.Y50.**R13.**

G1Y48.

G40X70.

M9

G0**G49**Z200.M5

M0

**(...PEREKREPIT)**

G0 Y62.

**G43H1Z100.M8**

S350M3

Z2.5

G1Z0.F40

G41**D1**X60.

Y50.

Y10.

**G3X50.Y0.R10.**

G1X0.

X-2.

G40Y-10.

M9

G0**G28**Z100.M5

M30

## Контрольные вопросы

1. Почему необходима коррекция радиуса инструмента?
2. Приведите примеры коррекции радиуса инструмента справа и слева?

№	Автор	Название	Издательство	Гриф издания	Год издания	Кол-во в библиотеке	Наличие на электронных носителях	Электронные уч. пособия

3. Какие данные заносятся в память коррекции при фрезеровании?
4. Понятие эквидистанта?
5. В чем разница в написании УП с коррекцией и без коррекции на инструмент?

### *Дополнительный источник информации*

1. <http://cnc-code.ru/basic-programming/korrekcija-rezhushhego-instrumenta/>

### Критерии оценки

«5» - за верное выполнение работы в полном объеме 95-100%

«4» - за верное выполнение работы в объеме более 80-94%

«3» - за верное выполнение работы в объеме более 70-79%

«2» - за верное выполнение работы в объеме менее 69%

