

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический  
университет»

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ  
ДЕТАЛИ «ВИЛКА»

Выпускная квалификационная работа  
по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение  
профилю подготовки «Машиностроение и материалобработка»

Идентификационный код ВКР: 763

Екатеринбург

2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Российский государственный профессионально-педагогический  
университет»

Институт инженерно-педагогического образования  
Кафедра технологии машиностроения, сертификации и методики  
профессионального обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:  
Заведующий кафедрой ТМС  
\_\_\_\_\_ Н. В. Бородина  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ  
ДЕТАЛИ «ВИЛКА»

Выпускная квалификационная работа  
по направлению подготовки 44.03.04  
Профессиональное обучение (по отраслям)  
профиль подготовки «Машиностроение и материалобработка»

Исполнитель:

Студент группы ЗТО-406С

Колупаев М.С.

Руководитель:

Ст. преподаватель

Костина О.В.

Екатеринбург

2019

## АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа содержит 74 листов машинописного текста, 35 иллюстраций, 30 таблиц, 32 использованных источника литературы, 4 приложения на 41 листе формата А4, графическую часть на 5 листах формата А1.

Ключевые слова: ЗАГОТОВКА, ДЕТАЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ, ПЕРСПЕКТИВНО - ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН, ЗАНЯТИЕ ПРОГРАММИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ.

В выпускной квалификационной работе:

- выбраны метод получения заготовки и технологические базы;
- разработан технологический процесс обработки детали, выбраны оборудование, инструмент и средства контроля;
- разработана управляющая программа обработки детали для станка с ЧПУ;

В методической части ВКР рассмотрен вопрос подготовки рабочих на предприятии. Проанализирован профессиональный стандарт. Разработан учебный план и проработано одно из занятий. Разработана обучающая программа для проведения занятия.

					ДП 44.03.04.763.ПЗ			
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата				
Разработал	Колупаев М.С.				Разработка технологического процесса изготовления детали «Вилка» Пояснительная записка	Лит.	Лист	Листов
Руковод.	Костина О.В.						3	79
Н. Контр.	Суриков В.П.					ФГАОУ ВПО РГПУ ИИПО группа ЗТО- 406С		
Утверд.	Бородин Н.В.							

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ИХ АНАЛИЗ.....	8
1.1. Служебное назначение детали.....	8
1.2. Анализ технических требований детали.....	10
1.3. Характеристика материала детали.....	10
1.4. Анализ технологичности конструкции вилки.....	11
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	14
2.1. Определение типа производства.....	14
2.2. Выбор метода получения заготовки.....	14
2.3. Расчет параметров и конструирование заготовки.....	15
2.4. Выбор и обоснование технологических баз.....	20
2.5. Технологический маршрут обработки детали.....	22
2.6. Выбор оборудования.....	24
2.7. Выбор режущего инструмента.....	26
2.8. Выбор средств технического контроля.....	30
2.9. Расчет припусков заготовки расчетно-аналитическим методом.....	31
2.10. Расчет и назначение режимов резания.....	34
2.11. Расчет норм времени.....	37
2.12. Разработка управляющей программы для станка с ЧПУ.....	42
3. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	45
3.1. Определение количества технологического оборудования.....	45
3.2. Определение капитальных вложений.....	47
3.3. Расчет технологической себестоимости детали.....	47
4. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	60
4.1. Система подготовки персонала.....	60
4.2 Анализ профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ».....	61

4.3. Программа подготовки рабочих по специальности «Оператор станков с ЧПУ» для работы на обрабатывающем центре с ЧПУ DMU 80P.....	65
4.4. Разработка перспективно-тематического плана.....	65
4.5. Разработка занятия теоретического обучения.....	67
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	70
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	71
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Перечень листов графических документов.....	75
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Управляющая программа .....	76
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Технологический процесс обработки.....	85
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Обучающая программа.....	93

## ВВЕДЕНИЕ

Развитие всех отраслей экономики страны зависит от машиностроения. Именно в машиностроении материализуются передовые научно-технические идеи, создаются новые машины, определяющие прогресс в других отраслях экономики.

Высоким уровнем машиностроения является показатель гибкого автоматизированного производства (ГАП) — производство изделий, основанное на комплексной автоматизации технологического процесса

Переход на обработку деталей на станках с ЧПУ – прогрессивный шаг и дает такие преимущества, как:

- повышение производительности труда;
- уменьшение количества оборудования
- сокращение количества персонала;
- отказ от некоторых технологических приспособлений и упрощение их конструкции.

Целью выпускной квалификационной работы (ВКР) является разработка технологического процесса изготовления детали «Вилка» с применением станка с ЧПУ в условиях среднесерийного производства для повышения эффективности обработки.

Задачами ВКР являются:

- Проанализировать служебное назначение, технические требования и технологичность конструкции детали «Вилка»;
- Выбрать тип производства, метод получения заготовки
- Разработать технологический процесс обработки детали, подобрать современное оборудование, инструмент и средства контроля;
- Разработать управляющую программу обработки детали на DMU80P;

						ДП 44.03.04.763.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата			5

- Дать экономическое обоснование технологического процесса;
- Ознакомиться с подготовкой рабочих кадров на предприятии и разработать учебный план с учетом требований профессиональных стандартов.

В проектируемом технологическом процессе предлагается применить современное оборудование с ПУ и прогрессивный режущий инструмент, что позволит повысить производительность и качество обработки, снизить себестоимость изготовления детали.

					ДП 44.03.04.763.ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

# 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ИХ АНАЛИЗ

## 1.1. Служебное назначение детали

Деталь «Вилка» предназначена для передачи осевых нагрузок в шарнирных соединениях, используются обжимных прессах. К таким изделиям предъявляются повышенные эксплуатационные требования. Трудоёмкость их изготовления обуславливают: выбор материала, наличие значительного количества ответственных поверхностей высокой точности и сложной формы.

3D модель детали представлена на рисунке 1.

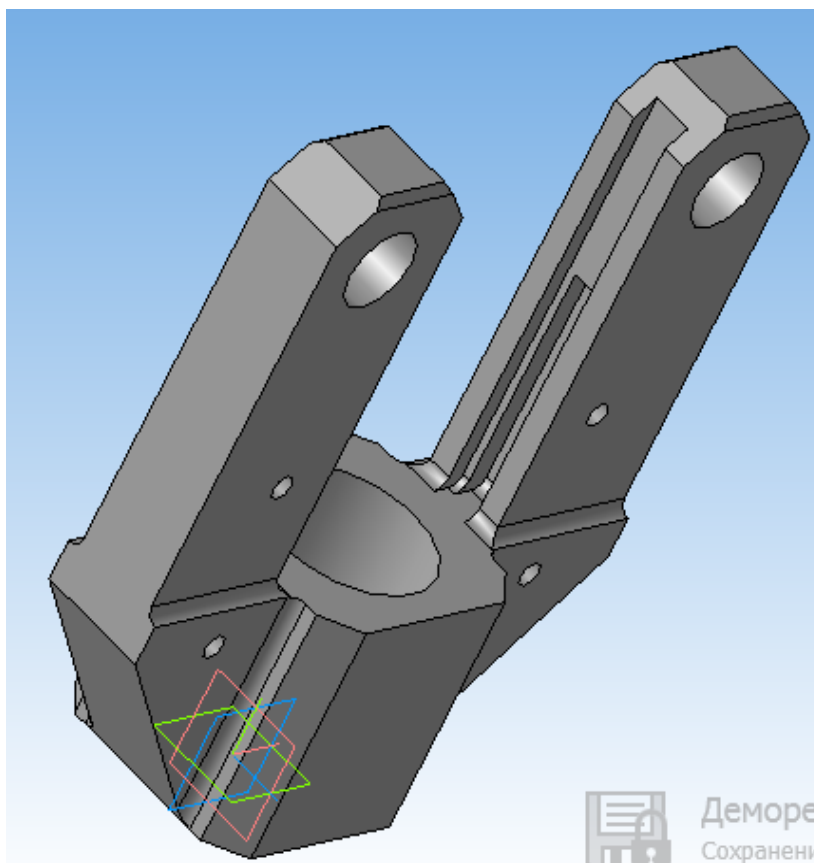


Рисунок 1 – 3D модель детали «Вилка»

Чертеж детали «Вилка» представлен на рисунке 2.

						ДП 44.03.04.763.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата			7



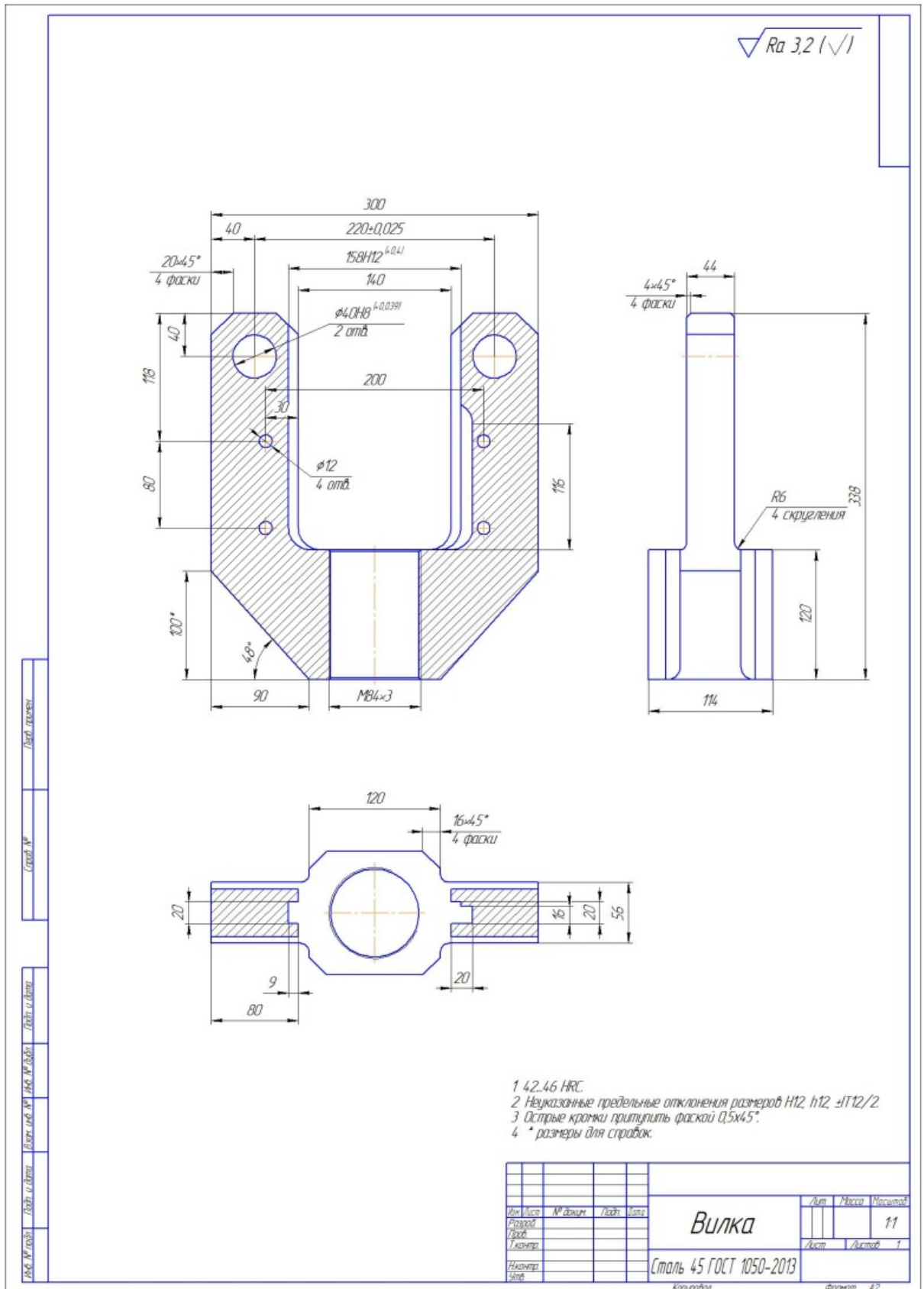


Рисунок 2 – Деталь «Вилка»

## 1.2. Анализ технических требований детали

1. Допускается материал Сталь 45 ГОСТ 1050-2013.
2. Термообработка 45...46 HRC
3. Группа контроля 4 ГОСТ 1 00021-78
4. Штамповка по ГОСТ 7505-89
5. Допускается скругление кромок по наружному контуру детали радиусом не более 10мм
6. ГОСТ 30893.1: H14, h14;  $\pm \frac{IT14}{2}$ .

## 1.3. Характеристика материала детали

Рассмотрим подробней информацию о данном материале.

Марка 45 - сталь конструкционная углеродистая качественная

Химический состав и свойства стали 45 приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 - Химический состав в % стали 45

C	Mn	Si	Cr	Cu	Ni	S	P
0,42...0,5	0,5-0,8	0,17-0,37	до 0,25	не более			
				0,25	0,25	0,004	0,035

Таблица 2 - Механические свойства стали 45 при T=20°C

Механические свойства поковок из стали 45							
Термообработка	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$ (МПа)	$\sigma_B$ (МПа)	$\delta_5$ (%)	$\psi$ %	KCU (кДж / м <sup>2</sup> )	HB, не более
Нормализация	100-300	245	470	19	42	39	143-179
	300-500			17	34	34	
	500-800			15	34	34	
	до 100	345	590	18	45	59	174-217
	100-300	345	590	17	40	54	174-217
	до 100	395	620	17	45	59	187-229

Таблица 3 - Технологические свойства стали

Свариваемость:	ограниченно свариваемая
Склонность к отпускной хрупкости:	не склонна

Проведя анализ служебного назначения и технических требований, предъявляемых к детали «Вилка», а также изучив химические и механические свойства материала 45 можно сделать вывод, что материал удовлетворяет условиям работы детали в узле.

#### **1.4. Анализ технологичности конструкции детали «Вилка»**

Конструкция детали технологична, если она обеспечивает простое и экономичное изготовление детали с минимальными затратами и высокой производительностью. Технологичность детали оценивается для конкретных условий производства.

Существует два вида оценки технологичности конструкции:

- Качественный
- Количественный

Кроме того, технологичность может быть оценена дополнительными техническими показателями:

- коэффициентом использования материала;
- коэффициентом унификации и стандартизации;
- коэффициентом точности и шероховатости поверхностей

##### *Качественный анализ технологичности детали*

Рабочий чертеж обрабатываемой детали содержит все необходимые проекции, разрезы, сечения, совершенно четко и однозначно объясняющие ее конфигурацию. На чертеже указаны все необходимые отклонения.

Указана требуемая шероховатость обрабатываемых поверхностей, допускаемые отклонения от правильных геометрических форм, а также взаимное положение поверхностей. Содержит все необходимые сведения о материале детали, термической обработке, твердости поверхностей, массе детали.

					ДП 44.03.04.763.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		10

При конструировании детали использовались простые геометрические формы позволяющие применять высокопроизводительные методы обработки.

Деталь представляет собой Вилку с точными внутренними отверстиями, несколькими группами позиционных, крепежных и других технологических отверстий. А так же имеет точные пазы и канавки для уплотнительных резинок. Самой точной поверхностью является два отверстия  $\varnothing 40$ , которые выполняются по 8-му качеству и шероховатостью Ra2,5мкм. Деталь имеет сложный геометрический контур и шероховатость Ra3,2-6,3 мкм. Расстояние между двумя отверстиями имеет очень точный допуск  $225 \pm 0,025$ . Паз вилки выполняются по 12 качеству. Деталь имеет резьбовое отверстие M84x3.

*Количественный анализ технологичности детали*

Для проведения количественного анализа рассмотрим следующие показатели технологичности: масса детали, коэффициент использования материала, коэффициент точности обработки, коэффициент шероховатости поверхностей.

а) по коэффициенту использования материала:

$$K_{и.м.} = m_d / m_z,$$

(1)

где  $m_d$  – масса детали, кг;

$m_z$  – масса заготовки, кг .

$$K_{и.м.} = 15 / 21 = 0,71$$

б) Коэффициент точности обработки детали:

$$K_T = T_n / T_o, \tag{2}$$

где  $T_n$  – число размеров необоснованной степени точности обработки;

$T_o$  – общее число размеров, подлежащих обработке.

Общее число подлежащих обработке размеров составляет 35. Среди них нет размеров необоснованной точности, поэтому:

						ДП 44.03.04.763.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата			11

$$K_T=0/35=0$$

в) Коэффициент шероховатости:

$$K_{ш}=\frac{Шн}{Шо}, \quad (3)$$

где  $Шн$  – число поверхностей детали, не обоснованной шероховатости;

$Шо$  – общее число поверхностей детали, подлежащих обработке.

Общее число подлежащих обработке поверхностей составляет 35. Среди них нет поверхностей не обоснованной шероховатости, поэтому:

$$K_{ш}=0/35=0$$

В целом конструкция детали достаточно технологична, коэффициент использования материала достаточно высокий, характерный для использования штамповки, используемого в качестве метода получения заготовки.

					ДП 44.03.04.763.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		12

## 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### 2.1. Определение типа производства

Определение типа производства производится в зависимости от годового объема выпуска и массы детали (таблица 4).

Таблица 4 - Зависимость типа производства от объема годового выпуска и массы детали

Масса детали, кг	Тип производства				
	единичное	мелкосерийное	среднесерийное	крупносерийное	массовое
< 1,0	< 10	10-2000	1500-100000	75000-200000	200000
1,0-2,5	< 10	10-1000	1000-50000	50000-100000	100000
2,5-5,0	< 10	10-500	500-35000	35000-75000	75000
5,0-10	< 10	10-300	300-25000	25000-50000	50000
> 10	< 10	10-200	200-10000	10000-25000	25000

В соответствии с таблицей 4, при массе детали 15 кг и годовом объеме выпуска 2000 шт., определим тип производства как среднесерийное.

Размер производственной партии деталей в серийном производстве может быть определен по формуле:

$$n = \frac{N \cdot a}{254} = \frac{2000 \cdot 5}{254} = 39 \text{ шт.}, \quad (4)$$

где  $N$  – годовой объем выпуска деталей;

$a = 6...10$  – число дней запаса деталей на складе для обеспечения ритмичности сборки;

254 – число рабочих дней в году.

### 2.2. Выбор метода получения заготовки

Правильно выбрать заготовку – это определить рациональный метод ее получения. Установить припуски на механическую обработку каждой из обрабатываемых поверхностей.

									Лист
									13
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.763.ПЗ				

Особенно важно выбрать вид заготовки и назначить наиболее оптимальные условия для ее изготовления в серийном производстве, когда размеры детали получают автоматически, на настроенных станках. Немаловажную роль при выборе заготовки играет размер и форма детали, относительно которых выбирают тот или иной метод получения заготовки. В данном случае, учитывая форму детали, материал, объем выпуска наиболее рациональным способом получения заготовки является штамповка на КГШП.

Штамповка на КГШП рентабельна в условиях серийного производства. Поковки получаются достаточно точные заготовки, с небольшими припусками на механическую обработку.

Для окончательного принятия решения сравним штамповку на КГШП и сортовой покат.

### 2.3. Расчет параметров и конструирование заготовки

Эскиз заготовки из проката представлен на рисунке 3.

Объем заготовки прямоугольного сечения найдем по формуле:

$$V = a \cdot b \cdot h, \quad (5)$$

где  $a$  – ширина заготовки, мм

$b$  – длина заготовки, мм

$h$  – высота заготовки, мм

$$V = 125 \cdot 320 \cdot 360 = 14400000 \text{ мм}^3$$

Массу заготовки из проката найдем по формуле:

$$m = V \cdot \rho, \quad (6)$$

где  $V$  – объем заготовки, мм

$\rho$  – плотность материала заготовки, кг/мм<sup>3</sup>

$$m = 14400000 \cdot 7,86 \cdot 10^{-6} = 113,2 \text{ кг}$$

					ДП 44.03.04.763.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		14

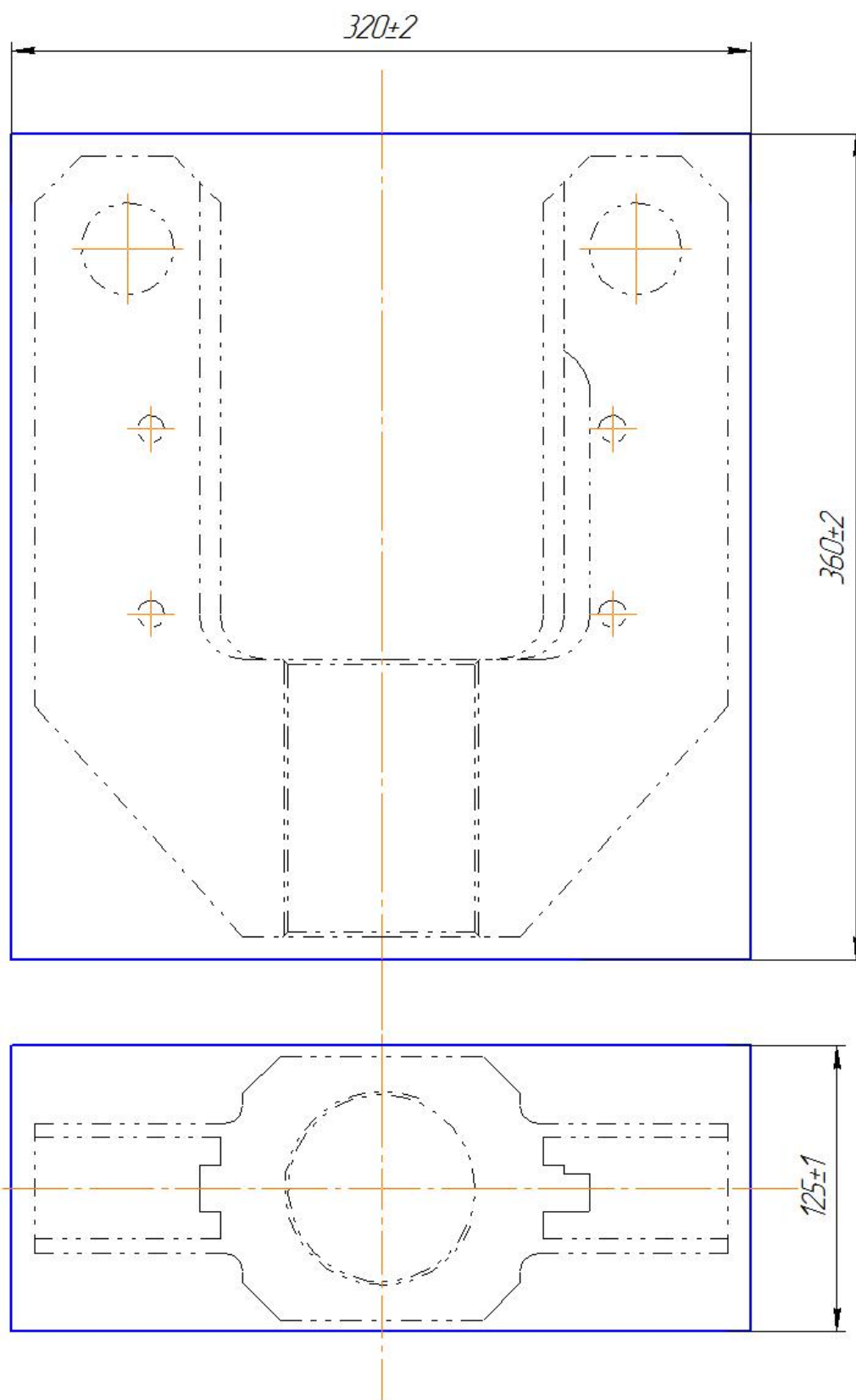


Рисунок 3 – Эскиз заготовки из проката

					ДП 44.03.04.763.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		15



Заготовку по второму варианту будем получать штамповкой по ГОСТ 7505-89 [7] (таблица 5).

Исходные данные:

- заготовка – штамповка на КГШП;
- наибольший габаритный размер детали – 338мм;
- материал детали – сталь 45;
- группа стали – М2
- сложность поковки – С3
- точность поковки-Т4
- исходный индекс – 16

Расчет припусков сведен в таблицу 5.

Таблица 5 – Расчет размеров заготовки

Размер детали по чертежу	Шероховатость поверхности, мкм	Допуск на размер заготовки	Припуск на обработку (на сторону)	Расчет размера заготовки	Принятый размер заготовки с допуском
Ø80Н14	Ra 6,3	$3,6 \begin{pmatrix} +2,4 \\ -1,2 \end{pmatrix}$	Z1= 2,5	$D_1 = 80-2 \cdot Z1$ $D_1 = 80-2 \cdot 2,5=75$	$\text{Ø} 75 \begin{pmatrix} +2,4 \\ -1,2 \end{pmatrix}$
338h14	Ra 6,3	$5,0 \begin{pmatrix} +3,3 \\ -1,7 \end{pmatrix}$	Z3 = 3,2 Z4 = 3,2	$l1 = 338+Z3+Z4$ $l1 = 338+3,2+3,2=344,4$	$344 \begin{pmatrix} +3,3 \\ -1,7 \end{pmatrix}$
300h14	Ra 6,3	$5,0 \begin{pmatrix} +3,3 \\ -1,7 \end{pmatrix}$	Z5 = 3,2 Z6 = 3,2	$l2 = 54+Z5+Z6$ $l2 = 300+3,2+3,2=306,4$	$306 \begin{pmatrix} +3,3 \\ -1,7 \end{pmatrix}$
140h12	Ra 6,3	$4,0 \begin{pmatrix} +2,7 \\ -1,3 \end{pmatrix}$	Z7 = 2,7 Z8 = 2,7	$l3 = 140-Z7-Z8$ $l3 = 140-2,7-2,7=134,6$	$135 \begin{pmatrix} +2,7 \\ -1,3 \end{pmatrix}$
120h14	Ra 6,3	$4,0 \begin{pmatrix} +2,7 \\ -1,3 \end{pmatrix}$	Z4= 3,2 Z9=2,7	$l4 = 120+Z4-Z9$ $l4 = 120+3,2-2,7=120,5$	$121 \begin{pmatrix} +2,7 \\ -1,3 \end{pmatrix}$
114h14	Ra 6,3	$4,0 \begin{pmatrix} +2,7 \\ -1,3 \end{pmatrix}$	Z10 = 2,7 Z11= 2,7	$l5 = 114+Z10+Z11$ $l5 = 114+2,7+2,7=119,4$	$119 \begin{pmatrix} +2,7 \\ -1,3 \end{pmatrix}$
44h14	Ra 6,3	$3,6 \begin{pmatrix} +2,4 \\ -1,2 \end{pmatrix}$	Z12 = 2,5 Z13=2,5	$l5 = 44+Z12+Z13$ $l5 = 44+2,5+2,5=49$	$49 \begin{pmatrix} +2,4 \\ -1,2 \end{pmatrix}$
120h14	Ra 6,3	$4,0 \begin{pmatrix} +2,7 \\ -1,3 \end{pmatrix}$	Z14= 2,7 Z15=2,7	$l6 = 120+Z14+Z15$ $l6 = 120+2,7+2,7=125,4$	$125 \begin{pmatrix} +2,7 \\ -1,3 \end{pmatrix}$
56h14	Ra 6,3	$3,6 \begin{pmatrix} +2,4 \\ -1,2 \end{pmatrix}$	Z16 = 2,5 Z17=2,5	$l7 = 56+Z16+Z17$ $l7 = 56+2,5+2,5=61$	$61 \begin{pmatrix} +2,4 \\ -1,2 \end{pmatrix}$

Эскиз заготовки представлен на рисунке 4.

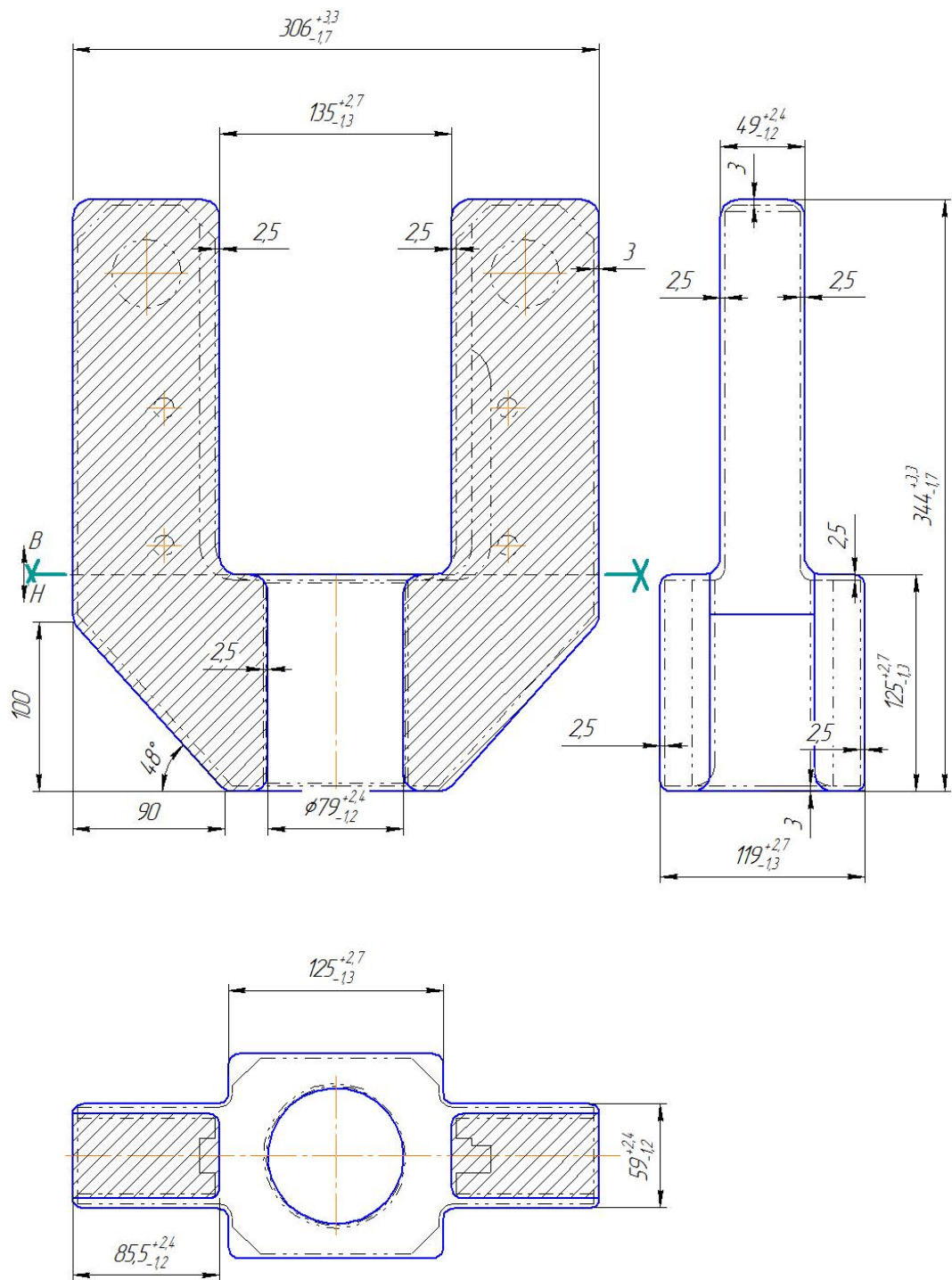


Рисунок 4– Эскиз заготовки

При выборе вида заготовки для вновь проектируемого технологического процесса возможны следующие варианты:

1. Метод получения заготовки принимается аналогичным существующему на данном производстве.

										Лист
										17
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.763.ПЗ					

2. Метод изменяется, что, однако, не вызывает изменений в технологическом процессе механической обработки.

3. Метод изменяется, и это влечет за собой изменения в ряде операций механической обработки детали.

В данном курсовом проекте мы имеем дело с третьим вариантом. В этом случае предпочтение следует отдать заготовке, характеризующейся лучшим использованием металла и меньшей стоимостью.

Сравнение проведем в два этапа:

1-ый этап: Сравнение методов получения заготовки по коэффициенту использования металла.

Прокат -  $K_{им} = 0,13$ ; Штамповка КГШП -  $K_{им} = 0,71$ .

2-ой этап: Сравнение методов получения заготовок на основе расчета стоимости заготовки (в рублях) с учетом ее черновой обработки:

$$C_3 = M \cdot C_M - M_o \cdot C_c + C_{з.ч} \cdot T_{шт.} \left(1 + \frac{C_{ц}}{100}\right), \quad (7)$$

где  $M$  – масса исходного материала на одну заготовку, кг;

$C_M$  – оптовая цена на материал в зависимости от метода получения заготовки [9];

$M_o$  – масса отходов материала, кг;

$C_c$  – цена 1 кг. отходов, р. [24];

$C_{з.ч}$  – средняя часовая заработная плата основных рабочих по тарифу, р./чел. – ч;

$T_{шт(шт-к)}$  – штучное или штучно-калькуляционное время черновой обработки заготовки, ч.[24];

$C_{ц}$  - цеховые накладные расходы (для механического цеха могут быть приняты в пределах 80-100%).

Экономический эффект при сопоставлении способов получения заготовки, при которых технологический процесс механической обработки не меняется, может быть определен по формуле:

									Лист
									18
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата					

$$\mathcal{E}_3 = (C_{31} - C_{32}) \cdot N, \quad (6)$$

где  $C_{31}, C_{32}$  – стоимости сопоставляемых заготовок, р.;

$N$  – годовая программа, шт.;

$\mathcal{E}_3$  – экономический эффект, р.

Сравнение способов получения заготовки представим в таблице 6.

Таблица 6– Сравнительный анализ способов получения заготовки

Общие исходные данные	Наименования показателей	1-й вариант	2-й вариант
Материал детали –45 Масса детали – 15 кг Годовая программа – 2 000 Тип производства - серийное	Вид заготовки	Прокат	Штамповка на КГШП
	Масса заготовки, кг	113,2	21
	Коэффициент использования материала $K_{им}$	0,13	0,71

$$C_{31} = 113,2 \cdot 90 - 98,2 \cdot 8 + 105 \cdot (134,65/60) \cdot (1+0,8) = 9\,406,4 \text{ руб.}$$

$$C_{32} = 21 \cdot 100 - 6 \cdot 8 + 105 \cdot (47,69/60) \cdot (1+0,8) = 2\,097,4 \text{ руб.}$$

$$\mathcal{E} = (9406,4 - 2097,4) \cdot 2\,000 = 14\,618\,000 \text{ руб.}$$

В данном случае, учитывая форму детали, материал, объем выпуска наиболее рациональным способом получения заготовки является штамповка на КГШП.

Штамповка на КГШП рентабельна в условиях серийного производства. Поковки получаются достаточно точные заготовки, с небольшими припусками на механическую обработку.

#### 2.4. Выбор и обоснование технологических баз

Выбор технологических баз в значительной степени определяет точность линейных размеров относительного положения поверхностей, получаемых в процессе обработки, выбор режущих и измерительных инструментов, станочных приспособлений, производительность обработки.

Исходными данными для выбора баз являются: чертеж детали со всеми необходимыми техническими требованиями; вид и точность заготовки; условия расположения и работы детали в машине.

Базирование решает задачи взаимной ориентации деталей и узлов при обработке заготовок на станках.

Эскиз детали с номерами обрабатываемых поверхностей представлен на рисунке 5.

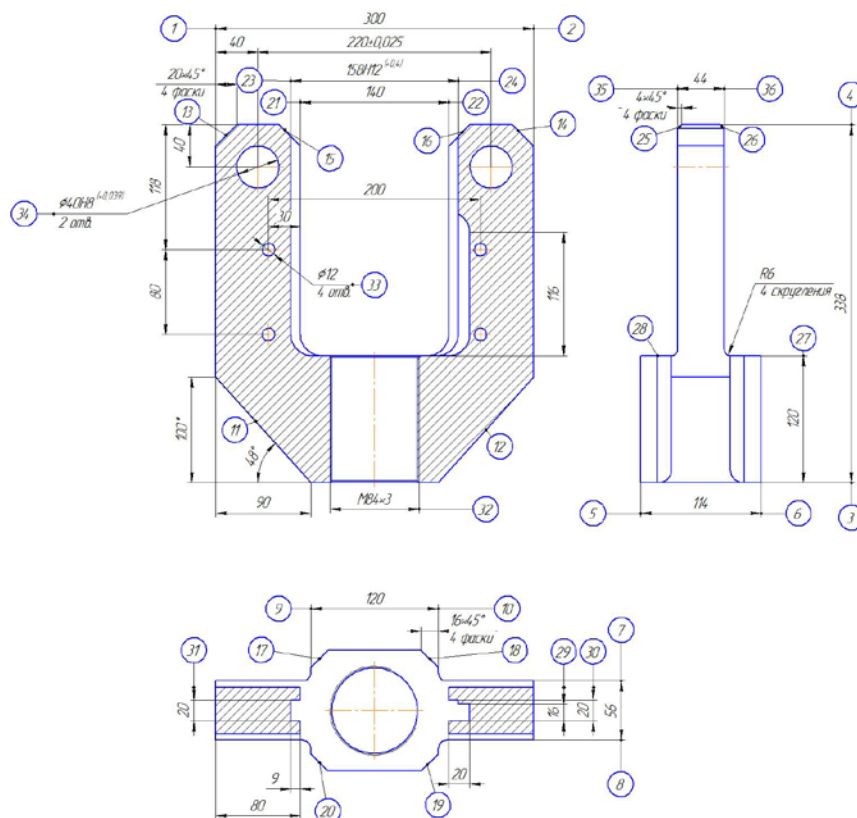


Рисунок 5 - Эскиз детали с номерами обрабатываемых поверхностей

На первом этапе происходит комплексная обработка базовых поверхностей.

Базирование осуществляется на поверхности 1,2 с упором в торец 4. Зажим заготовки осуществляется в двухкулачковом патроне.

На этом этапе обрабатываются поверхности: 3,5,6,7,8,9,10,11,12,32.

На втором этапе происходит комплексная обработка всех остальных поверхностей детали.

Базирование осуществляется на поверхности 5,6 с упором в торец 3. Зажим заготовки осуществляется двухкулачковом патроном.

На этом этапе обрабатываются поверхности: 1,2,9,10,13,14, 15,16,17,18, 19,20, 21,22,23,24,25,26,27,28, 29,30,31,32,33,34

## 2.5. Технологический маршрут обработки детали

Технологический маршрут обработки состоит из одной операций:

Операция 010 – Комплексная на ОЦ с ЧПУ

Обработка производится на обрабатывающем центре с ЧПУ

Подробный технологический процесс обработки детали «Вилка» представлен в таблице 7.

Таблица 7 – Технологический маршрут обработки детали

№ опера-	Названи	Содержание операции	Операционный эскиз	Обору-дование
1	2	3	4	5
010 (Установ А)	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установить и закрепить</li> <li>2. Предварительная контурная обработка поверхностей 3,7,8,9,10, 11,12,17,18,19,20</li> <li>3. Окончательная контурная обработка поверхностей 3,7,8,9,10, 11,12,17,18,19,20</li> <li>4. Сменить инструмент</li> <li>5. Фрезеровать отверстие 32</li> <li>6. Сменить инструмент</li> <li>7. Фрезеровать фаску в отверстии 32</li> <li>10.</li> </ol>		<p>Универсальный обрабатывающий центр с ЧПУ DMU 80P</p>

### Окончание таблицы 7

1	2	3	4	5
010 (Установ Б)	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установить и закрепить</li> <li>2. Предварительная контурная обработка поверхностей 16,4,14,2</li> <li>3. Окончательная контурная обработка поверхностей 16,4,14,2</li> <li>4. Повернуть заготовку на 180°</li> <li>5. Предварительная контурная обработка поверхностей 15,4,13,1</li> <li>6. Окончательная контурная обработка поверхностей 15,4,13,1</li> <li>7. Повернуть заготовку на 90°</li> <li>8. Предварительная контурная обработка поверхностей 26,36,27 (2 уха последовательно)</li> <li>9. Окончательная контурная обработка поверхностей 26,36,27 (2 уха последовательно)</li> <li>10. Сменить инструмент</li> <li>11. Фрезеровать 2 отверстия 34</li> <li>12. Сменить инструмент</li> <li>13. Развернуть 2 отверстия 34 предварительно</li> <li>14. Сменить инструмент</li> <li>15. Развернуть 2 отверстия 34 окончательно</li> <li>16. Сменить инструмент</li> <li>17. Сверлить 4 отверстия поверхность 33 последовательно</li> <li>18. Повернуть заготовку на 180°</li> <li>19. Предварительная контурная обработка поверхностей 25,35,28 (2 уха последовательно)</li> <li>20. Окончательная контурная обработка поверхностей 25,35,28 (2 уха последовательно)</li> <li>21. Сменить инструмент</li> <li>22. Повернуть заготовку на 90°</li> <li>22. Фрезеровать поверхности 21,22 предварительно</li> <li>23. Сменить инструмент</li> <li>24. Фрезеровать 2 паза поверхности 23, 24, 30, 31</li> <li>25. Сменить инструмент</li> <li>26. Фрезеровать паз 29</li> <li>27. Сменить инструмент</li> <li>28. Фрезеровать фаску в отверстиях 32</li> <li>29. Сменить инструмент</li> <li>30. Нарезать резьбу в отверстиях 32</li> </ol>		<p>Универсальный обрабатывающий центр с ЧПУ DMU 80P</p>

## 2.6. Выбор оборудования

Для обработки применяется универсальный обрабатывающий центр с ЧПУ DMU 80P.

Самый маленький станок в успешной линейке P впечатляет своими размерами.



Рисунок 6 – Общий вид универсального обрабатывающего центра с ЧПУ DMU 80P.

Станок DMU 80 P duoBLOCK® с ходом 800 мм по всем осям предлагает большую рабочую зону для эффективной обработки металлов резанием.

Основание, обеспечивающее симметричное распределение тепла, разработано на базе инновационной концепции duoBLOCK®, которая заключается в двух жестких литых блоках с тремя направляющими по оси X и хорошо зарекомендовавшей себя 3-точечной опоре.

Достигнутая благодаря этому крайне высокая устойчивость, в свою очередь, обеспечивает оптимизированную в весовом отношении конструкцию суппорта X и фрезерной головки.

Великолепная комплексная обработка: токарная и фрезерная технологии реализованы в одном. Обработка фрезерованием и точением при одной

ДП 44.03.04.763.113



наладке гарантирует высокую точность и экономит время. В основе лежит инновационная конструкция duoBLOCK® 3rd поколения с большим ходом и более высокими нагрузками на стол. Быстрое и компактное устройство смены поддонов у станков DMC позволяет выполнять наладку во время производственного цикла с достижением максимальной производительности.

Технические характеристики станка представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Технические характеристики ОЦ DMU 80P

Технические характеристики	Ед.изм.	Параметры
<b>Рабочая зона</b>		
Оси X/Y/Z	mm	800 × 1 050 × 800
Фрезерные головки, горизонтальные	mm	0 – 800
Фрезерные головки, вертикальные	mm	100 – 900
Фрезерный/токарный стол (фрезерование/точение)	об/мин	30 / 800
Рабочая поверхность стола	mm	ø 800
Максимальная нагрузка на стол	kg	1 200
<b>Наклонная фрезерная головка с ЧПУ (ось В)</b>		
Наклонная фрезерная головка с ЧПУ (ось В)		Standard
Диапазон наклона (0 = по вертикали /180 = по горизонтали)	degrees	–30 / +180
Быстрый ход и подача	об/мин	30
<b>Опции: 5 осей</b>		
Диапазон наклона (0 = по вертикали /180 = по горизонтали)	degrees	–10 / +180
Быстрый ход и подача	об/мин	23
<b>Главный привод</b>		
Встраиваемый мотор-шпиндель HSK-A63	об/мин	12 000
Мощность (40/100 % цикла нагрузки)	kW	29 / 19
<b>Устройство смены инструмента</b>		
Установка инструмента		HSK-A63
Сила подачи	kN	13 / 13 / 09
Необходимая площадь для станка в стандартном исполнении вместе с транспортером стружки без подвода охлаждающей жидкости через внутренний канал	approx. m <sup>2</sup>	19
Высота станка (в стандартном исполнении)	mm	3 462
Вес станка	kg	16 500

## 2.7. Выбор режущего инструмента

					ДП 44.03.04.763.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		24

Обработка металлов резанием является составляющей частью процесса производства большинства деталей. Правильно выбранный инструмент позволяет быстрее окупить затраты на новое оборудование, значительно повысить производительность старого оборудования и сделать работу операторов более продуктивной.

В данном проекте используются станки с ЧПУ.

Для уменьшения времени изготовления и улучшения качества детали обработка на операциях с ЧПУ будет вестись современным, высокопроизводительным инструментом фирмы «SECO» [35].

С этой системой без труда можно собрать самые разнообразные наладки. Она полностью отвечает широкому диапазону требований при работе на старом оборудовании и на современных станках.

Режущий инструмент выбирают с учетом:

- требования максимального использования нормализованного и стандартного инструмента;
- типа производства, метода обработки;
- размеров и качества обрабатываемых поверхностей;
- обрабатываемости материала;
- стойкости инструмента, его режущих свойств и прочности;
- стадии обработки – черновая, чистовая, отделочная.

В данном технологическом процессе используется следующий режущий инструмент.

1. Фреза Ø125 R220.69 – 0125–18–8AN. Пластина ХОМХ 060202R – М05. Сплав МР3000 (Для контурной обработки поверхностей).

									Лист
									25
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.763.ПЗ				

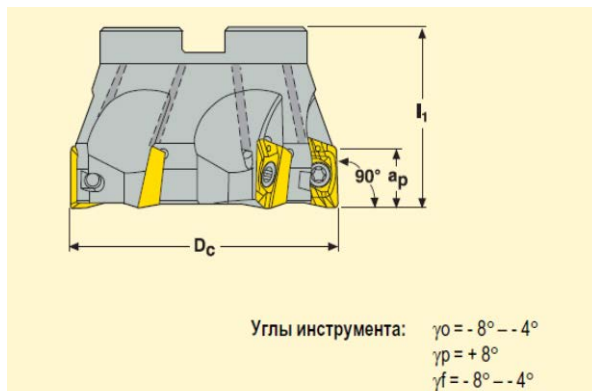


Рисунок 7 - Фреза концевая Ø Ø125 R220.69 – 0125–18–8AN

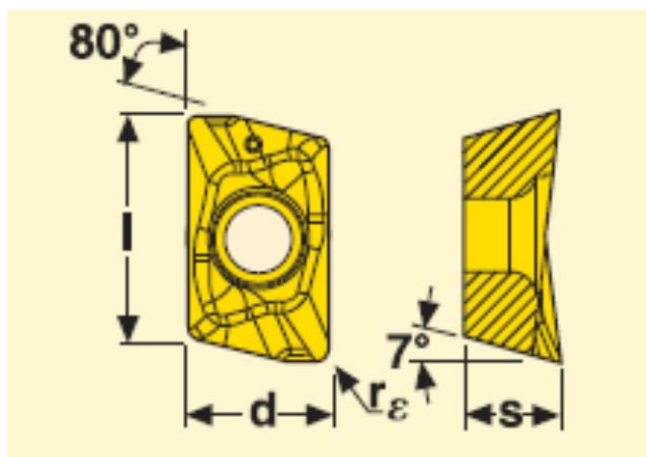


Рисунок 8 - Пластина ХОМХ 060202R – M05

2. Фреза дисковая Ø80 R335.18 - 080.1820.27-3N. Пластина АСЕТ 15612TR-M14 Сплав Т350М (Для обработки пазов 30,31).

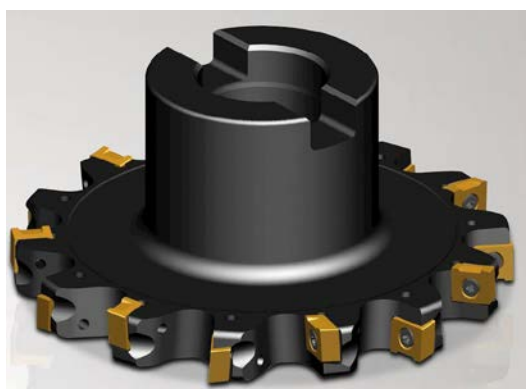


Рисунок 9 - Фреза дисковая

						ДП 44.03.04.763.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата			26

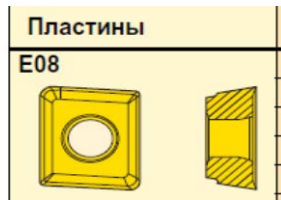


Рисунок 10 - Пластина АСЕТ 15612TR-M14 Сплав Т350М

3. Фреза дисковая Ø63 R335.18 - 063.1820.27-3N. Пластина АСЕТ 15612TR-M14 Сплав Т350М (Для обработки паза 29).

4. Сверло Ø12 SD203-12.0-25-8R1. Сплав Т2000D. Покрытие TiAlN+TiN (Обработка отверстий 33).

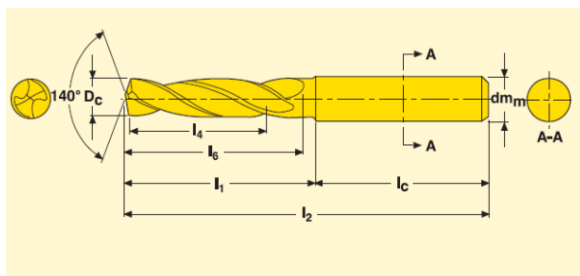


Рисунок 11 - Сверло SD203-12.0-25-8R1

5. Фреза концевая Ø38 R217.69-1038.0.0-06-3AN. Пластина ХОМХ 060202R – M05. Сплав МР3000. (Для черновой обработки отверстия 34).

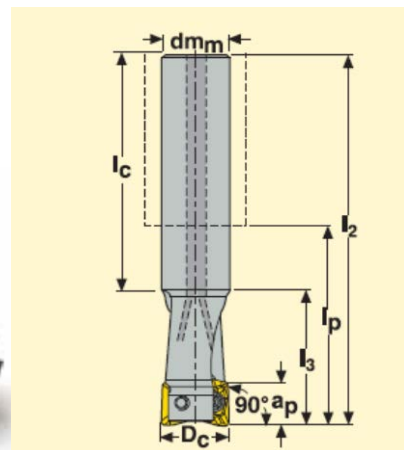


Рисунок 12 – Фреза концевая Ø38 R217.69-1038.0.0-06-3AN

6. Спиральная (кукурузная) фреза Ø80 R215.59–CV50080095 - 12.4S. Пластина ХОМХ 090304TR – ME06. Сплав МР3000. (Для обработки отверстия 32 под резьбу).

7. Фреза фасочная Ø84 R217.49–1684.RE-ХО12-45.3А Пластина ХОЕХ 120404TR – ME08. Сплав МР2500 (для снятия фасок в отверстиях 32).

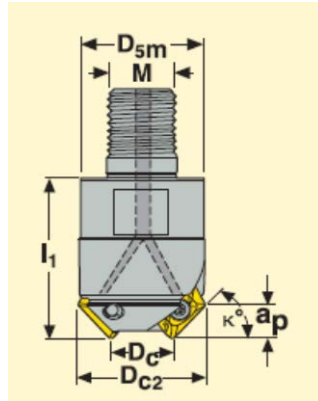


Рисунок 13- Фреза фасочная R217.49–1684.RE-ХО12-45.3А

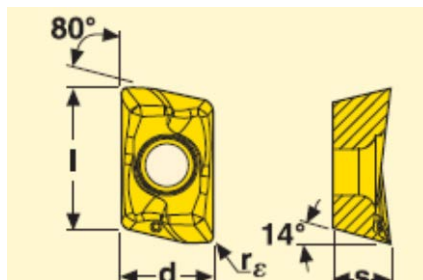


Рисунок 14 - Пластина ХОЕХ 120404TR – ME08

8. Фреза резьбовая R396.20-02.478-4005-9AW. Сплав СР500 (Для нарезания резьбы в отверстиях 32)/

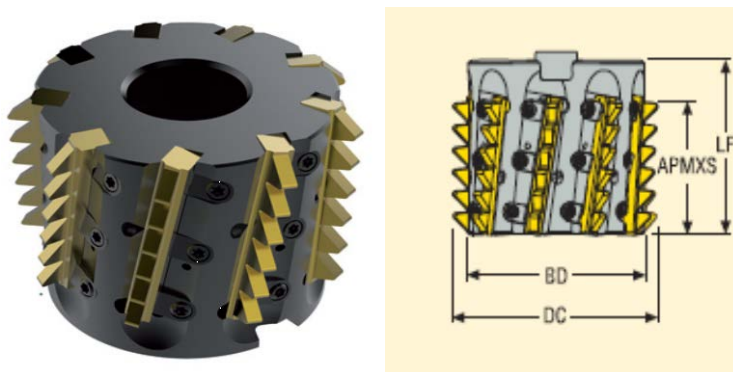


Рисунок 15 – Резьбовая фреза

9. Спиральная (кукурузная) фреза Ø80 R215.59–CV50080095 - 12.4S. Пластина ХОМХ 090304TR – ME06. Сплав MP3000. (Для фрезерования поверхностей 21,22).



Рисунок 16 – Спиральная фреза Ø80 R215.59–CV50080095 - 12.4S

10. Развертка Seco Nanofix NF10-39,7G10-EB45-RX2000. (Для черновой обработки отверстия 34).

11. Развертка Seco Nanofix NF10-40H8-EB45-RX2000. (Для чистовой обработки отверстия 34).

## 2.8. Выбор средств технического контроля

Выбор средств технического контроля представлен в таблице 9.

Таблица 9 – Средства технического контроля

Операция	Название операции	Тип инструмента
010	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	1.Штангенциркуль ШЦ 0-125 ГОСТ 166-89 2.Штангенциркуль ШЦ 250-500 ГОСТ 166-89 3. Калибр-пробка гладкий Ø80H14 ГОСТ 21401-75 4. Калибр-пробка гладкий Ø12H14 ГОСТ 21401-75 5. Калибр-пробка гладкий Ø40H8 ГОСТ 21401-75 6. Резьбовой калибр –пробка M84x3-7H ГОСТ 24997-81 7. Шаблоны специальные 8.Образцы шероховатости ГОСТ 9387-93 9.Микрометр МК 400-1 ГОСТ 6507-90

## 2.9. Расчет припусков заготовки расчетно-аналитическим методом

Рассчитаем припуски на механическую обработку отверстия  $\varnothing 40H8$ .

Технологический маршрут обработки состоит из следующих этапов:

1. Фрезерование;
  2. Развертывание предварительное;
  3. Развертывание окончательное;
- Заготовка-штамповка.

Элементы припуска  $R_z$  и  $h$  определяются по справочным данным и заносятся в табл. 10.

Таблица 10 - Расчет припусков и предельных размеров по технологическим переходам на обработку

Технологические переходы обработки отверстия $\varnothing 40H8$	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{\min}$ , мкм	Расчетный размер $D_p$ , мм	Допуск $T$ , мм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мм	
	$R_z$	$h$	$\rho$	$\epsilon$				$D_{\min}$	$D_{\max}$	$2Z_{\min}^{пр}$	$2Z_{\max}^{пр}$
Заготовка	250	300	3027	30		34,95	3,2	35	38,2	-	-
Фрезерование	125	150	151,4	0	4127	39,08	0,25	39,1	39,35	1,15	4,1
Предварительное развертывание	63	75	7,56	0	701	39,78	0,10	39,8	39,9	0,55	0,7
Окончательное развертывание	25	30	-	0	220	40	0,039	40	40,039	0,14	0,2
Итого:										1,84	5

Суммарное значение пространственных отклонений для заготовки данного типа определяется по формуле:

(7)

$$\Delta_T = \sqrt{1600^2 + 1200^2 + 2272^2} = 3026,9 \approx 3027 \text{ мкм}$$

(8)

где  $K_u$  – коэффициент уточнения=0,05

					ДП 44.03.04.763.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		30

$$\Delta_{\text{черн.растач.}} = 3027 \cdot 0,05 = 151,35 \text{ мкм}$$

(9)

$K_u$  – коэффициент уточнения=0,04

$$\Delta_{\text{чист.растач.}} = 151,35 \cdot 0,04 = 7,56 \text{ мкм}$$

Погрешность установки при черновой обработке равна:

$$\varepsilon = 30 \text{ мкм}$$

Так как остальная обработка отверстия производится в одной установке,

$$\varepsilon_{\text{инд}} = 0.$$

Расчет минимальных значений межоперационных припусков произведем по формуле:

$$2Z_{i\text{min}} = 2 \left( R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right) \quad (10)$$

$$2Z_{i\text{min}}^{\text{чернов.растач.}} = 2 \left( 200 + 100 + \sqrt{3027^2 + 30^2} \right) = 4127,15 \text{ мкм}$$

$$2Z_{i\text{min}}^{\text{чист.растач.}} = 2 \left( 50 + 50 + \sqrt{151,35^2} \right) = 701,35 \text{ мкм}$$

$$2Z_{i\text{min}}^{\text{тон.растач.}} = 2 \left( 20 + 20 + \sqrt{7,56^2} \right) = 220,56 \text{ мкм}$$

Расчет минимальных размеров:

$$D_{i-1\text{min}} = D_{i\text{min}} - 2 Z_{i\text{min}}$$

(11)

$$D_{\text{min}} = 40 \text{ мм}$$

$$D_{\text{min}}^{\text{предв.разверт.}} = 40 - 0,22 = 39,78 \text{ мм}$$

$$D_{\text{min}}^{\text{фрезер.}} = 39,78 - 0,7 = 39,08 \text{ мм}$$

$$D_{\text{min.заг.}} = 39,08 - 4,13 = 34,95 \text{ мм}$$

Расчет максимальных размеров:

					ДП 44.03.04.763.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		31



$$D_{\max} = D_{\min} + T \quad (12)$$

$$D_{\max} = 40 + 0,039 = 40,039 \text{ мм}$$

$$D_{\max \text{ предв. разверт}} = 39,8 + 0,10 = 39,9 \text{ мм}$$

$$D_{\max \text{ фрезер.}} = 39,1 + 0,25 = 39,35 \text{ мм}$$

$$D_{\max \text{ заготовки}} = 35 + 3,2 = 38,2 \text{ мм}$$

Определение предельных припусков:

$$2Z_{\min i}^{np} = D_{\max i} - D_{\max i-1} \quad (13)$$

$$2Z_{\min \text{ оконч. разверт.}}^{np} = 40,039 - 39,9 = 0,139 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min \text{ предв. разв.}}^{np} = 39,9 - 39,35 = 0,55 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min \text{ черн. раст.}}^{np} = 39,35 - 38,2 = 1,15 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max i} = D_{\min i} - D_{\min i-1} \quad (14)$$

$$2Z_{\max \text{ тонк. растач.}}^{np} = 40 - 39,8 = 0,2 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max \text{ чист. растач.}}^{np} = 39,8 - 39,1 = 0,7 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max \text{ черн. раст.}}^{np} = 39,1 - 35 = 4,1 \text{ мм}$$

Определим общие припуски  $Z_{\max o}^{np}$  и  $Z_{\min o}^{np}$ , суммируя промежуточные припуски на обработку:

$$Z_{\max o}^{np} = \sum_{i=1}^n Z_{\max i}^{np} \quad (15)$$

$$Z_{\min o}^{np} = \sum_{i=1}^n Z_{\min i}^{np} \quad (16)$$

Проверим правильность произведенных расчетов по формуле:

					ДП 44.03.04.763.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		32

$$Z_{\max_o}^{np} - Z_{\min_o}^{np} = T_{заг} - T_{дет}, \quad (17)$$

$$5 - 1,84 = 3,2 - 0,039$$

$$3,16 = 3,16$$

Расчет произведен верно

Результаты расчетов сведены в таблицу 9.

На остальные размеры припуски взяты по ГОСТ 7505-89 (см. пункт 2.3).

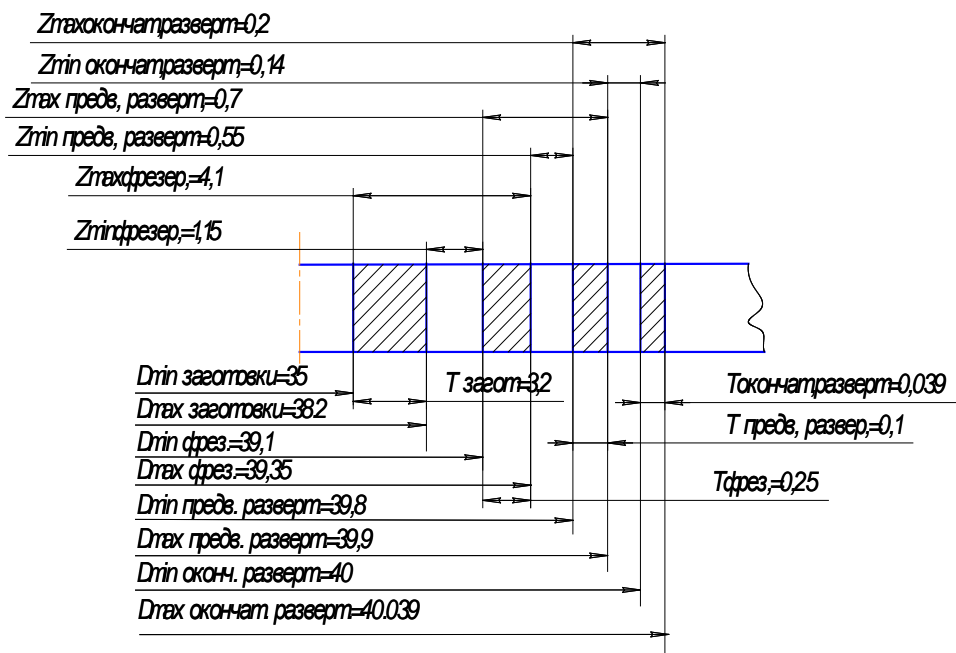


Рисунок 17 - Схема графического расположения припусков на обработку поверхности  $\varnothing 40\text{H}8$

## 2.10. Расчет и назначение режимов резания

Существует два метода для определения режимов резания:

- Расчётно-аналитический метод;
- Опытно-статистический метод.

Расчетно-аналитический метод основан на расчёте режимов резания по эмпирическим формулам, которые учитывают большое количество факторов, влияющих на процесс резания.

Аналитический расчёт режимов резания выполняется с целью показать сущность методики расчёта. Данные для других операций берутся из справочников.

Расчет режимов резания ведем согласно рекомендациям, представленным в каталогах SECO [31].

Приведем пример расчета режимов резания.

Операция 010 Комплексная на ОЦ с ЧПУ.

Переход 11. Фрезеровать поверхность 3

Спиральная (кукурузная) фреза Ø81 R217.69–25081.3S-024-09.2N.

Пластина ХОМХ 090304TR – ME06. Сплав МР3000.

Глубина резания:  $t = 2,5$  мм.

Назначаем подачу  $S = 0,15$  мм/об.

Период стойкости фрезы  $T = 45$  мин.

Начальная скорость резания  $V_{C0} = 180$  м / мин.

Действительная скорость резания

$$V_C = V_{C0} \cdot k_{HB} \cdot k_t,$$

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

$k_t$  – поправочный коэффициент для периодов стойкости.

$$V_C = 180 \cdot 1,15 \cdot 1 = 207 \text{ м / мин.}$$

Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \text{ об/мин,} \quad (18)$$

где  $V$  – скорость резания, м/мин

$D$  – диаметр фрезы мм

$$n = \frac{1000 \cdot 207}{\pi \cdot 81} = 814 \text{ об/мин}$$

Все остальные результаты вычислений занесем в таблицу 11.

					ДП 44.03.04.763.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		34

Таблица 11 – Режимы резания

№ операции	Название операции	№ перехода и содержание	Материал режущей части	Размер обрабатываемой поверхности, мм диаметр (длина)	Элементы режима резания				
					Глубина резания, <i>t</i> , мм	Подача на оборот, <i>S</i> , мм/об ( <i>Sz</i> , мм/зуб)	Частота вращения шпинделя, <i>n</i> , об/мин	Скорость резания, <i>V</i> , м/мин	Подача минутная, <i>S<sub>мин</sub></i> , мм/мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
010 (Установ А)	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	1. Установить и закрепить							
		2. Предварительная контурная обработка поверхностей 3,7,8,9,10,11,12,17,18,19,20	MP3000	Ø60(1000)	2,0	0,15	<b>1678</b>	<b>220</b>	<b>251,7</b>
		3. Окончательная контурная обработка поверхностей 3,7,8,9,10,11,12,17,18,19,20	MP3000	Ø60(1000)	1,0	0,1	<b>1327</b>	<b>250</b>	<b>132,7</b>
		4. Сменить инструмент							
		5. Фрезеровать отверстие 32	MP3000	Ø81(120)	2,5	0,15	<b>814</b>	<b>207</b>	<b>122,1</b>
		6. Сменить инструмент							
		7. Фрезеровать фаску в отверстии 32	MP2500	Ø84(3)	3	0,15	<b>758</b>	<b>200</b>	<b>113,7</b>
010 (Установ Б)	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	1. Установить и закрепить							
		2. Предварительная контурная обработка поверхностей 16,4,14,2	MP3000	Ø60(290)	2,0	0,15	<b>1678</b>	<b>220</b>	<b>251,7</b>
		3. Окончательная контурная обработка поверхностей 16,4,14,2	MP3000	Ø60(290)	1,0	0,1	<b>1327</b>	<b>250</b>	<b>132,7</b>
		4. Повернуть заготовку на 180°							
		5. Предварительная контурная обработка поверхностей 15,4,13,1	MP3000	Ø60(290)	2,0	0,15	<b>1678</b>	<b>220</b>	<b>251,7</b>
		6. Окончательная контурная обработка поверхностей 15,4,13,1	MP3000	Ø60(290)	1,0	0,1	<b>1327</b>	<b>250</b>	<b>132,7</b>
		7. Повернуть заготовку на 90°							
		8. Предварительная контурная обработка поверхностей 26,36,27 (2 уха последовательно)	MP3000	Ø60(240x2)	2,0	0,15	<b>1678</b>	<b>220</b>	<b>251,7</b>
		9. Окончательная контурная обработка поверхностей 26,36,27 (2 уха последовательно)	MP3000	Ø60(240x2)	0,5	0,1	<b>1327</b>	<b>250</b>	<b>132,7</b>
		10. Сменить инструмент							
		11. Фрезеровать 2 отверстия 34	MP3000	Ø38(44x2)	1,5	0,3	<b>1257</b>	<b>150</b>	<b>377,1</b>
		12. Сменить инструмент							
		13. Развернуть 2 отверстия 34 предварительно	RX2000	Ø39,7(44x2)	0,85	0,5	<b>400</b>	<b>50</b>	<b>200</b>
		14. Сменить инструмент							
		15. Развернуть 2 отверстия 34 окончательно	RX2000	Ø40(44x2)	0,15	0,3	<b>478</b>	<b>60</b>	<b>143,4</b>
		16. Сменить инструмент							

## Окончание таблицы 11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		17. Сверлить 4 отверстия поверхность 33 последовательно	TiAlN+TiN	Ø12(44x4)	6	0,1	1327	50	132,7
		18. Повернуть заготовку на 180 <sup>0</sup>							
		19. Предварительная контурная обработка поверхностей 25,35,28 (2 уха последовательно)	MP3000	Ø60(240x2)	2,0	0,15	1678	220	251,7
		20. Окончательная контурная обработка поверхностей 25,35,28 (2 уха последовательно)	MP3000	Ø60(240x2)	0,5	0,1	1327	250	132,7
		21. Сменить инструмент							
		22. Повернуть заготовку на 90 <sup>0</sup>							
		22. Фрезеровать поверхности 21,22 однократно	MP3000	Ø140(200)	2,5	0,3	796	350	238,8
		23. Сменить инструмент							
		24. Фрезеровать 2 паза поверхности 23, 24, 30, 31	TP350M	Ø20(200x2)	10	0,2	796	50	159,2
		25. Сменить инструмент							
		26. Фрезеровать паз 29	TP350M	Ø16(120)	8	0,2	995	50	199
		27. Сменить инструмент							
		28. Фрезеровать фаску в отверстиях 32	MP2500	Ø84(3)	3	0,15	758	200	113,7
		29. Сменить инструмент							
		30. Нарезать резьбу в отверстиях 32	CP500	Ø84(120)	-	3	476	40	1428

### 2.11. Расчет норм времени

Определение норм времени на операции производится на основании данных отраслевых нормативов и по рекомендациям. При этом в состав норм входят следующие слагаемые:

Штучно-калькуляционное время:

$$t_{шк} = t_{ш} + \frac{T_{нз}}{n}, \quad (17)$$

где  $t_{ш}$  – штучное время, мин.;

$T_{нз}$  – подготовительно-заключительное время, мин.;

$n$  – размер партии деталей, шт.

Подготовительно-заключительное время включает в себя затраты времени на получение материалов, инструментов, приспособлений, технологической документации, наряда на работу; ознакомление с работой, чертежом; получение инструктажа; установку инструментов, приспособлений, наладку оборудования на соответствующий режим; снятие приспособлений и инструмента; сдачу готовой продукции, остатков материалов, приспособлений, инструмента, технологической документации и наряда.

Штучное время:

$$t_{ш} = t_{осн} + t_{всп} + t_{обс} + t_{отд}, \quad (20)$$

где  $t_{осн}$  – основное время, мин.;

$t_{всп}$  – вспомогательное время, мин.;

$t_{отд}$  – время на отдых и личные потребности, мин.;

$t_{обс}$  – время на обслуживание рабочего места, мин.

Основное время – основное технологическое время, в продолжение которого осуществляется изменение размеров, формы, состояния поверхностного слоя, структуры материала обрабатываемой заготовки. Оно определяется по следующей формуле:

$$t_{осн} = \frac{L_{расч}}{S \cdot n} i, \quad (21)$$

где  $l$  – расчетная длина;

$i$  – число проходов;

$S_m$  – величина минутной подачи.

Расчетная длина:

$$L = l_o + l_{вр} + l_{пер}, \quad (22)$$

где  $l_{вр}$  – величина врезания инструмента, мм;  $l_{пер}$  – величина перебега.

										Лист
										37
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата						

Вспомогательное время определяется как сумма затрат времени на вспомогательные приёмы, сопутствующие основной работе. В состав вспомогательного времени входит время на установку-снятие заготовки, управление станком, смену инструмента, измерение детали.

Оперативное время:

$$t_{on} = t_{осн} + t_{всп} \quad (23)$$

Время на обслуживание рабочего места, затрачиваемое на смазывание станка, смену инструмента, удаление стружки, подготовка станка к работе в начале смены и приведение его в порядок после окончания работы (определяется в процентах от оперативного времени):

$$t_{обс} = 0,06 \cdot (t_{осн} + t_{всп}) = 0,06 \cdot t_{on} \quad (24)$$

Время на отдых и личные потребности (определяется в процентах от оперативного времени):

$$t_{отд} = 0,04 \cdot (t_{осн} + t_{всп}) = 0,04 \cdot t_{on} \quad (25)$$

Для примера рассчитаем нормы основного времени при фрезеровании отверстия 32 (Операция 010, переход 5):

$$t_{осн} = \frac{120 + 10}{122,1} = 1,06 \text{ мин}$$

Расчет остальных норм времени представлен в таблицах 12 и 13.

Таблица 12 – Основное и вспомогательное время

Элементы операции	Расчетные размеры, мм				Режим обработки			Основное время, сек	Вспомогательное время, мин		Оперативное время, мин
	Длина обрабатываемой поверхности	Врезание и перебеги	Число раб. ходов	Расчетная длина	Подача, мм/об	Частота вращения, об/мин	Минутная подача, мм/мин		На установку и снятие	Вспомогательное время в целом	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Операция 010– Комплексная на ОЦ с ЧПУ (Установ А)</b>											
1. Установить и закрепить									0,3	0,3	0,3
2. Предварительная контурная обработка поверхностей 3,7,8,9,10, 11,12,17,18,19,20	1000	15	1	1015	0,15	1678	251,7	4,03		0,03	4,06
3. Окончательная контурная обработка поверхностей 3,7,8,9,10, 11,12,17,18,19,20	1000	15	1	1015	0,1	1327	132,7	7,64		0,03	7,67
4. Сменить инструмент										0,05	0,05
5. Фрезеровать отверстие 32	120	10	1	130	0,15	814	122,1	1,06		0,03	1,09
6. Сменить инструмент										0,05	0,05
7. Фрезеровать фаску в отверстии 32	3	5	1	8	0,15	758	113,7	0,07		0,03	0,10
<b>ИТОГО</b>								<b>12,8</b>		<b>0,52</b>	<b>13,32</b>
<b>Операция 010 – Комплексная на ОЦ с ЧПУ (Установ Б)</b>											
1. Установить и закрепить									0,3	0,3	0,3
2. Предварительная контурная обработка поверхн.16,4,14,2	290	15	1	305	0,15	1678	251,7	1,21		0,03	1,24
3. Окончательная контурная обработка поверхн.16,4,14,2	290	15	1	305	0,1	1327	132,7	2,30		0,03	2,33
4. Повернуть заготовку на 180 <sup>0</sup>										0,05	0,05
5. Предварительная контурная обработка поверхн.15,4,13,1	290	15	1	305	0,15	1678	251,7	1,21		0,03	1,24
6. Окончательная контурная обработка поверхн.15,4,13,1	290	15	1	305	0,1	1327	132,7	2,30		0,03	2,33
7. Повернуть заготовку на 90 <sup>0</sup>										0,05	0,05
8. Предварительная контурная обработка поверхностей 26,36,27 (2 уха последовательно)	240	15	2	510	0,15	1678	251,7	2,03		0,03	2,06
9.Окончательная контурная обработка поверхностей 26,36,27 (2 уха последовательно)	240	15	2	510	0,1	1327	132,7	3,84		0,03	3,87
10. Сменить инструмент										0,05	0,05
11. Фрезеровать 2 отверстия 34	44	10	2	108	0,3	1257	377,1	0,32		0,03	0,35
12. Сменить инструмент										0,05	0,05
13. Развернуть 2 отверстия 34 предварительно	44	15	2	118	0,5	400	200	0,59		0,03	0,61
14. Сменить инструмент										0,05	0,05
15. Развернуть 2 отверстия 34 окончательно	44	15	2	118	0,3	478	143,4	0,82		0,03	0,85
16. Сменить инструмент										0,05	0,05



## Окончание таблицы 12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
17. Сверлить 4 отверстия поверхность 33 последовательно	44	6	4	200	0,1	1327	132,7	1,51		0,03	1,54
18. Повернуть заготовку на 180 <sup>0</sup>										0,05	0,05
19. Предварительная контурная обработка поверхностей 25,35,28 (2 уха последовательно)	240	15	2	510	0,15	1678	251,7	2,03		0,03	2,06
20. Окончательная контурная обработка поверхностей 25,35,28 (2 уха последовательно)	240	15	2	510	0,1	1327	132,7	3,84		0,03	3,87
21. Сменить инструмент										0,05	0,05
22. Повернуть заготовку на 90 <sup>0</sup>										0,05	0,05
22. Фрезеровать поверхности 21,22 однократно	200	30	1	230	0,3	796	238,8	0,96		0,03	0,99
23. Сменить инструмент										0,05	0,05
24. Фрезеровать 2 паза поверхности 23, 24, 30, 31	200	10	2	420	0,2	796	159,2	2,64		0,05	2,69
25. Сменить инструмент										0,05	0,05
26. Фрезеровать паз 29	120	8	1	128	0,2	995	199	0,64		0,03	0,03
27. Сменить инструмент										0,05	0,05
28. Фрезеровать фаску в отверстии 32	3	5	1	8	0,15	758	113,7	0,07		0,03	0,10
29. Сменить инструмент										0,05	0,05
30. Нарезать резьбу в отверстии 32	120	20	1	140	3	476	1428	0,1		0,03	0,13
<b>ИТОГО</b>								<b>26,41</b>		<b>1,53</b>	<b>27,94</b>
<b>ИТОГО ПО ОПЕРАЦИИ</b>								<b>39,21</b>		<b>2,05</b>	<b>41,26</b>

### Таблица 13 - Нормы времени в целом на операцию

№ операции	Основное время на операцию, <i>t<sub>o</sub></i> , мин.	Вспомогательное время на операцию, <i>t<sub>в</sub></i> , мин.	Оперативное время, <i>t<sub>оп</sub></i> , мин.	Время на обслуживание, <i>t<sub>обс</sub></i>		Время на отдых <i>t<sub>отд.л.</sub></i>		Штучное время, <i>t<sub>шт</sub></i> , мин.	Подготовительно-заключительное время на партию, <i>T<sub>пз</sub></i> , мин	Величина партии, шт.	Штучно-калькуляционное время, <i>t<sub>шк</sub></i> мин
				%	мин.	%	мин.				
010	39,21	2,05	41,26	6	2,48	4	1,65	45,36	75	39	47,69

## 2.12. Разработка управляющей программы для станка с ЧПУ

Обработка выполняется на универсальном обрабатывающем центре с ЧПУ DMU 80P.

В процессе подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ наиболее трудоемким этапом является расчет траектории движения инструмента. Эта траектория строится относительно контура заготовки, и по программе осуществляется перемещение соответствующих рабочих органов станка. При этом важное значение имеет правильный выбор и взаимная увязка систем координат заготовки, станка и инструмента.

Программирование и наладка станка для работы по программе осуществляются с использованием характерных точек. Такие точки определены стандартом (ГОСТ 20523-80).

При разработке УП для конкретных деталей часто оказывается неудобным задавать перемещения в абсолютных размерах относительно нулевой точки станка, поэтому используется понятие «плавающего нуля».

При разработке траектории движения инструмента и УП необходимо четко определить системы координат станка (СКС), детали (заготовки) – СКД и инструмента – СКИ. СКД предназначена для задания координат опорных точек обрабатываемых поверхностей, а также координат опорных точек траектории инструмента. Опорными при этом считаются точки начала, конца, пересечения или касания геометрических элементов, которые составляют контур детали и влияют на траекторию движения инструмента при обработке. Выбирая СКД, необходимо стремиться к упрощению разработки УП.

Расчет координат опорных точек проводится с соблюдением технологических переходов обработки (принятых выше), необходимых для получения детали, соответствующей чертежу. Используемые подготовительные функции представлены в таблице 14.

					ДП 44.03.04.763.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		41

Таблица 14 - Используемые подготовительные функции

Функция	Значение
G0	Быстрое позиционирование
G1	Линейная интерполяция
G21	Ввод значений в мм
G54	Выбор системы координат заготовки
G80	Отмена постоянных циклов
G90	Ввод размеров в абсолютных значениях
G99	Подача мм/об
M6	Смена инструмента
M3	Включение оборотов
M5	Отключение оборотов
M8	Включение СОЖ
M9	Выключение СОЖ
M30	Конец УП

В таблице 15 представлен фрагмент управляющей программы (операция 010 – установ А). Полностью программа представлена в приложении Б.

Таблица 15 – Управляющая программа для операции 010

Кадр УП	Расшифровка кадров УП	
1	2	
%		
G18G21G54G95	Плоскость XZ(G18), ввод значений в миллиметрах(G21), выбор системы координат заготовки(G54), подача мм/об(G95)	
S1678 M3	запуск вращения шпинделя с частотой 1678 об/мин	
(FREZEROVANIE PREDVARITELNOE)		
G43H01 M01	коррекция на длину вылета инструмента	
G30X100Y100Z100	выход в позицию смены инструмента	
T0101M06	фреза черновая	
G0X-151Y-29M08	ускоренное перемещение в точку 1, включение СОЖ	
G1 X-69Z-120F0.15	фрезерование контура детали, подача 0,15 мм/об	
X-61Y-37		
Y-43		
X-45Y-58		
X45		
X61Y43		
Y-37		
X69Y-29		
X151Z-100		
M9		выключение СОЖ
G30 X100Y100Z100		выход в позицию смены инструмента

Окончание таблицы 15

1	2
(FREZEROVANIE OKONCHATELNOE)	
S1378	изменение частоты оборотов шпинделя
G1Y-0.28F0.1	фрезерование окончательное, с подачей 0,1 мм/об
X-150	
X-68Z-120	
X-60Y-36	
Y-42	
X-44Y-57	
X44	
X60Y-42	
Y-36	
X68Y-28	
X150Y28Z100	
Z-100	
X68Z-120	
X60Y36	
Y42	
X44Y57	
X60Y-42	
X-60Y36Z120	
X-68Y28Z-120	
M9	выключение СОЖ
G30 X100Y100Z100	выход в позицию смены инструмента
(FREZEROVANIE OTVERSTIY)	
T0202M06	фреза спиральная
G0X01Y0Z5M08	ускоренное перемещение в точку 41, включение СОЖ
S814	изменение частоты оборотов шпинделя
G1Z-130F0.15	фрезерование отверстия с подачей 0,15 мм/об
Z5	вывод фрезы из отверстия
M9	выключение СОЖ
G30 X100Y100Z100	выход в позицию смены инструмента
(FREZEROVANIE FASKY)	
T0303	фреза фасочная
G0X01Y0Z5M08	ускоренное перемещение в точку 41, включение СОЖ
S758	изменение частоты оборотов шпинделя
G1Z-5 F0.15	фрезерование фаски с подачей 0,15 мм/об
Z5	вывод фрезы из отверстия
M9	выключение СОЖ
G30 X100Y100Z100	выход в позицию смены инструмента
M5	Остановка шпинделя
M30	Конец программы
%	

### 3. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

В данной выпускной квалификационной работе производится разработка технологического процесса изготовления детали «Вилка» на участке механической обработки в условиях мелкосерийного производства с количеством выпускаемых готовых деталей 2000 штук в год.

#### 3.1. Определение количества технологического оборудования

Основные характеристики технологического процесса представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Нормы времени по операциям

№ операции	Наименование операции	Модель оборудования	Штучно-калькуляционное время, <i>t<sub>шт.к.</sub></i> , мин
010	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	Обработывающий центр с ЧПУ DMU 80 P	47,69

Количество технологического оборудования рассчитаем по формуле:

$$q = \frac{t \cdot N_{\text{год}}}{F_{\text{об}} \cdot k_{\text{вн}} \cdot k_3 \cdot 60}, \quad (24)$$

где *t*- штучно- калькуляционное время операции, мин;

*N<sub>год</sub>*- годовая программа выпуска деталей, шт;

*F<sub>об</sub>*- действительный фонд времени работы оборудования, ч;

*k<sub>вн</sub>*- коэффициент выполнения норм времени (по данным предприятия

*k<sub>вн</sub>* = 1,0 ÷ 1,2);

*k<sub>3</sub>* – нормативный коэффициент загрузки оборудования, для серийного производства; *k<sub>3</sub>* = 0,75 ÷ 0,85.

Действительный годовой фонд времени работы единицы оборудования рассчитаем следующим образом:

$$F_{\text{об}} = F_{\text{н}} \left( 1 - \frac{k_{\text{п}}}{100} \right),$$

(25)

					ДП 44.03.04.763.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		44

где  $F_H$ - номинальный фонд времени работы единицы оборудования, ч;  
 $k_p$ - потери номинального времени работы единицы оборудования на ремонтные работы, %.

Номинальный фонд времени работы единицы оборудования определяется по производственному календарю на текущий год (365 – календарное количество дней; 117 – количество выходных и праздничных дней; 242 – количество рабочих дней, из них: 6 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 236 – рабочие дни продолжительностью 8 ч). Отсюда количества рабочих часов оборудования (при трехсменной работе):

$$F_H = 1930 \cdot 3 = 5790 \text{ ч.}$$

Потери рабочего времени на ремонтные работы равны 9,0% для ОЦ с ЧПУ. Отсюда действительный фонд времени работы оборудования составляет:

$$F_{об} = 5790 \cdot \left(1 - \frac{9}{100}\right) = 5268,9 \text{ ч.}$$

Определяем количество технологического оборудования на операцию 010:

$$q^{010} = 47,69 \frac{15,8 \cdot 2000}{5268,9 \cdot 1,0 \cdot 0,75 \cdot 60} = 0,4 \text{ шт.}$$

Принимаем  $q^{010} = 1 \text{ шт.}$

Таблица 17 – Сводная ведомость оборудования

Тип оборудования	Обрабатывающий центр с ЧПУ DMU 80 P
Количество станков по расчету, ед	0,4
Принимаемое количество станков	1
Коэффициент загрузки оборудования	0,4
Средний коэффициент загрузки оборудования	0,4

### 3.2. Определение капитальных вложений

В данном проекте оборудование не приобретается, а уже есть на предприятии. Так как станок загружен только на 40%, то он будет загружаться однотипными деталями, чтобы исключить прости станка.

Затраты на программное обеспечение включаются в капитальные вложения в случае применения станков с ЧПУ.

$$K_{npz} = K_{yn} \cdot K_3 \cdot n \quad (26)$$

где  $K_{yn}$  – стоимость одной управляющей программы,  $K_{yn} = 8000$ р.;

$K_3$  – коэффициент, учитывающий потребности в восстановлении программы,  $K_3 = 1,1$ ;

$n = 1$  количество операций для которых необходима программа

$$K_{npz} = 17600 \cdot 1,1 \cdot 1 = 17600 \text{ р.}$$

Для внедрения новой управляющей программы понадобится 17600р.

### 3.3. Расчет технологической себестоимости детали

Рассчитаем технологическую себестоимость, которая складывается из суммы следующих элементов:

$$C = Z_m + Z_{зп} + Z_э + Z_{об} + Z_{сн} + Z_{и} \quad (27)$$

где  $Z_m$  - затраты на все виды материалов, комплектующих и полуфабрикатов, руб.;

$Z_э$  - затраты на технологическую электроэнергию, р.;

$Z_{зп}$  - затраты на заработную плату, р.;

$Z_{об}$  - затраты на содержание и эксплуатацию оборудования, р.;

$Z_{сн}$  - затраты, связанные с эксплуатацией оснастки, р.;

$Z_{и}$  - затраты на малоценный инструмент; р.

					ДП 44.03.04.763.ПЗ	Лист
						46
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

Так как разработанный технологический процесс не предполагает изменения метода получения заготовки, то нет необходимости учитывать затраты на ее изготовление.

$$Z_{зп} = Z_{пр} + Z_{н} + Z_{э} + Z_{к} + Z_{тр}, \quad (28)$$

где  $Z_{пр}$  – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование производственных рабочих, р.;

$Z_{н}$  – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование наладчиков, р.;

$Z_{э}$  – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование электронщиков, р.;

$Z_{к}$  – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование контролеров, р.;

$Z_{тр}$  – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование транспортных рабочих, р.

Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих считается с отчислениями на социальное страхование, при применении сдельной оплаты труда, р.:

$$Z_{пр} = C_m \cdot t_{итм-к} \cdot k_{мн} \cdot k_{дон} \cdot k_{есн} \cdot k_p, \quad (29)$$

где  $C_m$  – часовая тарифная ставка производственного рабочего на операции, р.;

$t_{итм-к}$  – штучно-калькуляционное время на операцию, час;

$k_{мн}$  – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание ( $k_{мн}=1$ );

$k_{дон}$  – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату (1,2);

$k_{есн}$  – коэффициент, учитывающий страховые взносы ( $k_{есн}= 1,3$ );



$k_p$  – районный коэффициент, компенсирующий различия в стоимости жизни в различных природно-климатических условиях (для Урала  $k_p = 1,15$ ).

Численность станочников (операторов) вычисляется по формуле:

$$Ч_{ст} = \frac{t \cdot N_{год} \cdot k_{мн}}{F_p \cdot 60}, \quad (30)$$

где  $t$  – штучное время операции, мин;

$N_{год}$  – годовая программа выпуска детали,  $N_{год} = 2000$  шт;

$k_{мн}$  – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание,  $k_{мн} = 1$ ;

$F_p$  – действительный годовой фонд работы одного рабочего,  $F_p = 1790$  ч

Принимаемую численность рабочих и затраты на заработную плату производственных рабочих заносим в таблицу 18.

Пример расчета операции комплексная на ОЦ с ЧПУ:

$$З_{пр} = 129,87 \cdot 47,69 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,15 / 60 = 185,19 \text{ р.}$$

Пример расчета численности станочников:

$$Ч_{ст}^{010} = \frac{47,69 \cdot 2000 \cdot 1,0}{1790 \cdot 60} = 0,9 \text{ чел. ;}$$

Расчет заработной платы станочников сведен в таблицу 18.

Таблица 18 – Затраты на заработную плату станочников за одну деталь

Наименование операции	Часовая тарифная ставка, р.	Штучное время, мин	Заработная плата, р.	Численность станочников, расчетная чел.	Численность станочников, принятая чел.
Комплексная на ОЦ с ЧПУ	129,87	47,69	185,19	0,9	1
Итого			185,19	0,9	1

Определим затраты на заработную плату на годовую программу:

$$Ззп = 185,19 \cdot 2000 = 370\,380 \text{ р.}$$

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле:

$$Z_{\text{всп}} = \frac{C_T^{\text{всп}} \cdot F_p \cdot \chi_{\text{всп}} \cdot k_{\text{доп}} \cdot k_p}{N_{\text{год}}}, \quad (31)$$

где  $F_p$  – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, ч.;

$N_{\text{год}}$  – годовая программа выпуска деталей,  $N_{\text{год}} = 2000$  шт.;

$k_p$  – районный коэффициент,  $k_p = 1,15$ ;

$k_{\text{доп}}$  – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату,

$k_{\text{доп}} = 1,05$ ;

$C_T^{\text{всп}}$  – часовая тарифная ставка рабочего соответствующей специальности и разряда, р.;

$\chi_{\text{всп}}$  – численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда, р.

Численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда определяется по формуле:

$$\chi_{\text{нал}} = \frac{g_n \cdot n}{N}, \quad (32)$$

где  $g_n$  – расчетное количество оборудования, согласно расчетам, составляет  $g_n = 0,4$  шт.;

$n$  – число смен работы оборудования,  $n = 3$ ;

$N$  – число станков, обслуживаемых одним наладчиком,  $N = 10$  шт.

$$\chi_{\text{нал}} = \frac{0,4 \cdot 3}{10} = 0,12 \text{ чел. Принимаем } 1 \text{ чел.}$$

Численность транспортных рабочих составляет 5% от числа станочников, численность контролеров – 7% от числа станочников, отсюда:

$$\chi_{\text{трансп.}} = 0,05 \cdot 0,9 = 0,045 \text{ чел.; Принимаем } 1 \text{ чел.}$$

$$\chi_{\text{контр.}} = 0,07 \cdot 0,9 = 0,063 \text{ чел. Принимаем } 1 \text{ чел.}$$

Произведем вычисления заработной платы вспомогательных рабочих:

$$Z_{\text{нал}} = \frac{161,62 \cdot 1790 \cdot 0,12 \cdot 1,15 \cdot 1,05}{2000} = 20,96 \text{ р.};$$

					ДП 44.03.04.763.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		49

$$Z_{\text{трансп.}} = \frac{93,09 \cdot 1790 \cdot 0,045 \cdot 1,15 \cdot 1,05}{2000} = 4,53 \text{ р.};$$

$$Z_{\text{контр.}} = \frac{123,3 \cdot 1790 \cdot 0,0063 \cdot 1,15 \cdot 1,05}{2000} = 0,84 \text{ р.}$$

Данные о численности вспомогательных рабочих и заработной плате, приходящуюся на одну деталь, сводим в таблицу 19.

Таблица 19 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Численность, чел.		Затраты на изготовление одной детали, р.
		расчетная	принятая	
Наладчик станков	161,62	0,12	1	20,96
Транспортный рабочий	93,02	0,0045	1	4,53
Контролер ОТК	123,3	0,0063	1	0,84
Итого:			3	26,33

Определим затраты на заработную плату за год:

$$Z_{\text{п}} = 26,33 \cdot 2000 = 52\,660 \text{ р.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле:

$$Z_{\text{зп}} = 370\,380 + 52\,660 = 423\,040 \text{ р.}$$

*Отчисления в социальный фонд.*

Отчисления в социальный фонд страхования составляют 30% от фонда заработной платы.

$$423\,040 \cdot 0,3 = 126\,912 \text{ р.}$$

*Затраты на электроэнергию*

Затраты на электроэнергию, расходуемую на выполнение одной детали операции, рассчитываем по формуле:

$$Z_{\text{э}} = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{\text{вр}} \cdot k_{\text{од}} \cdot k_w \cdot t}{\eta \cdot k_{\text{вт}}} \cdot C_{\text{э}}, \quad (33)$$

где  $N_y$  – установленная мощность главного электродвигателя (по паспортным данным), кВт;

$k_N$  – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности,  
 $k_N = 0,2 \div 0,4$ ;

$k_{вр}$  – средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени, для среднесерийного производства  $k_{вр} = 0,5$ ;

$k_{од}$  – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей станка,  $k_{од} = 0,75$  – при двух двигателях и  $k_{од} = 1$  при одном двигателе;

$k_W$  – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети предприятия,  $k_W = 1,04 \div 1,08$ ;

$\eta$  – коэффициент полезного действия оборудования (по паспорту станка);

$k_{вн}$  – коэффициент выполнения норм,  $k_{вн} = 1,02$ ;

$\text{Ц}_э$  – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии,  $\text{Ц}_э = 4,3$  р.

Производим расчеты по формуле:

$$Z_э(010,015) = \frac{29 \cdot 0,3 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 1,06 \cdot 47,69}{0,75 \cdot 1,02 \cdot 60} \cdot 4,3 = 20,6 \text{ р.}$$

Результаты расчета сводим в таблицу 20.

Таблица 20 – Затраты на электроэнергию

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч	Затраты на электроэнергию, р.
Комплексная на ОЦ с ЧПУ	29	0,795	20,6
Итого			20,6

Определим затраты на электроэнергию за год:

$$Z_э = 20,6 \cdot 2000 = 41\ 200 \text{ р.}$$

*Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования.*

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле:

$$Z_{об} = C_{ам} + C_{рем}, \quad (34)$$

где  $C_{рем}$  – затраты на ремонт технологического оборудования, р.;

$C_{ам}$  – амортизационные отчисления от стоимости технологического оборудования, р.

Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяют по формуле:

$$C_{ам} = \frac{Ц_{об} \cdot H_{ам} \cdot t_{шт-к}}{F_{об} \cdot k_з \cdot k_{вн} \cdot 60}, \quad (35)$$

где  $Ц_{об}$  – цена единицы оборудования, р.;

$H_{ам}$  – норма амортизационных отчислений для станков с ЧПУ,

$H_{амН} = 12\%$ ;

$t$  – штучно-калькуляционное время, мин;

$F_{об}$  – годовой действительный фонд работы оборудования,

$F_{об} = 5268,9$  ч;

$k_з$  – нормативный коэффициент загрузки оборудования,  $k_з = 0,85$ ;

$k_{вн}$  – коэффициент выполнения норм,  $k_{вн} = 1,02$ .

Производим расчеты по формуле:

$$C_{ам}(010) = \frac{11545000 \cdot 0,12 \cdot 47,69}{5268,9 \cdot 0,85 \cdot 1,02 \cdot 60} = 241,05 \text{ р.};$$

Затраты на текущий ремонт оборудования ( $C_{рем}$ ) определяем исходя из того, что производится дозагрузка оборудования.

Вычисления производим по формуле:

,  
(36)

Производим вычисление затрат на текущий ремонт оборудования по формуле:

					ДП 44.03.04.763.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		52

$$C_{\text{рем}}(010) = \frac{11545000 \cdot 0,04 \cdot 47,69}{5268,9 \cdot 0,85 \cdot 1,02 \cdot 60} = 80,35 \text{ р.}$$

Результаты расчета затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования заносим в таблицу 21.

Таблица 21 – Затраты на содержание и эксплуатацию на технологическое оборудование

Модель станка	Стоимость, тыс. р.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, ч	Амортизационные отчисления, р.	Затраты на ремонт, р.
Обрабатывающий центр с ЧПУ DMU 80 P	11 545	2000	12	47,69	241,05	80,35
Итого					241,05	80,35

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования за год рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{п}} = (241,05 + 8,35) \cdot 2000 = 498 800 \text{ р.}$$

*Затраты на эксплуатацию инструмента*

Затраты на эксплуатацию инструмента со сменными пластинами определяются по формуле:

$$Z_{\text{инс}} = \frac{C_{\text{пл}} + C_{\text{к}} / Q}{T \cdot b \cdot N} \cdot T_{\text{м}}, \quad (37)$$

где  $C_{\text{пл}}$  - цена сменной многогранной пластины, р.;

$C_{\text{к}}$  - цена корпуса сборного инструмента (державки токарного резца, корпуса сборной фрезы/сверла), р.;

$Q$  - количество сменных поворотных пластин, используемых на 1 державке сборного инструмента в течение времени его эксплуатации;

$N$  - количество граней сменной многогранной пластины (для круглой пластины  $N = 6$ );

$b$  - коэффициент фактического использования, связанный со случайной убылью инструмента: 0,9 для черновых переходов, 0,95 для чистовых;

$T_m$  - машинное время, мин;

$T$  - нормативная стойкость инструмента, мин.

Стоимость твердосплавных пластин представлена в таблице 22.

Таблица 22 – Стоимость твердосплавных пластин, руб.

Форма твердосплавной сменной пластины	Ромбическая C,D,V	Трех-гранная T,W	Квадрат-ная S	Круглая R
$Q$ - количество сменных поворотных пластин, используемых на 1 державке сборного инструмента в течение времени его эксплуатации	500	350	250	200

Определим затраты на эксплуатацию фрезы SECO с ромбической пластиной:

$$z_{ин} = \frac{6 \times 500 + 6500/250}{180 \times 0,9 \times 4} \cdot 1,06 = 4,4 \text{ р}$$

Затраты на эксплуатацию перетачиваемого инструмента определяются по формуле:

$$C_{инс} = \frac{Ц_{инс} + \beta_{п} \cdot Ц_{п}}{T \cdot (\beta_{п} + 1)} \cdot T_o \cdot \eta , \quad (38)$$

где  $Ц_{инс}$  - цена единицы инструмента, руб.;

$\beta_n$  - число переточек;

$Ц_n$  - стоимость одной переточки, руб.;

$T$  - период стойкости инструмента, мин;

$T_o$  - машинное время, мин;

$\eta$  - коэффициент случайной убыли инструмента ( $\eta = 1,15$ ).

Определим затраты на эксплуатацию сверла:

$$C_{инс} = \frac{1500 + 2 \cdot 150}{45 \cdot (2 + 1)} \cdot 1,51 \cdot 1,15 = 23,16 \text{ руб}$$

Аналогичным образом рассчитаем затраты на остальной инструмент, результаты расчетов заносим в таблицу 23.

Таблица 23 – Затраты на эксплуатацию инструмента по проектному варианту

Инструмент	Цена инструмента, Ц <sub>инс</sub> , руб	Число переточек, β <sub>п</sub>	Стоимость одной переточки, Ц <sub>п</sub> , руб	Период стойкости инструмента, Т, мин	Машинное время, Т <sub>о</sub> , мин	Количество инструмента	Затраты на инструмент, С <sub>инс</sub> , руб.
1	2	3	4	5	6	7	8
Спиральная фреза Ø81 R217.69-25100.3S-012-09.2N. Пластина ХОМХ 090304TR – ME06. Сплав МР3000	6500 500	-	-	180	1,06	1 6	4,4
Фреза концевая Ø60 R217.69 – 1060.0.0-06-2AN. Пластина ХОМХ 060202R – M05. Сплав МР3000	6500 500			180	30,43	1 6	142,08
Фреза фасочная Ø84 R217.49-1650.RE-ХО12-45.3А Пластина ХОЕХ 120404TR – ME08. Сплав МР2500	4500 500	-	-	90	0,14	1 2	0,43
Спиральная фреза Ø38 R217.69-25100.3S-012-09.2N. Пластина ХОМХ 090304TR – ME06. Сплав МР3000	6500 500	-	-	180	0,32	1 6	1,33
Фреза для обработки Т-образных пазов Ø20 R395.19 – 32216.3.-11А. Пластина ССМХ 060304 – E06. Сплав Т350М	6500 500			180	2,64	1 6	12,33
Фреза для обработки Т-образных пазов Ø16 R395.19 – 32216.3.-11А. Пластина ССМХ 060304 – E06. Сплав Т350М	6500 500			180	0,64	1 6	2,99
Фреза для врезного фрезерования Ø140 R217.79-16140.RE-09-5AN. Пластина ХОМХ 090304TR – ME06	6500 500	-	-	180	0,96	1 6	3,98



Сверло Ø12 SD203A-C45-12-16.5-8R1. Покрытие TiAlN+TiN	1500	2	150	45	1,51	1	23,16
Фреза резьбовая ТМ-М84Х3ISO-10R5. Сплав CP500	2500	-	-	60	0,1	1	5,66

### Окончание таблицы 23

1	2	3	4	5	6	7	8
Развертка Seco Nanofix NF10-39,7G10-EB45-RX2000	2500	-	-	60	0,59	1	33,9
Развертка Seco Nanofix NF10-40H8-EB45-RX2000	2500	-	-	60	0,82	1	46,41
<b>Итого</b>							276,67

Результаты расчетов технологической себестоимости выпуска одной детали сводим в таблицу 24.

Таблица 24 – Технологическая себестоимость обработки одной детали

Статьи затрат	Сумма, руб.
Заработная плата с начислениями	274,98
Затраты на технологическую электроэнергию	20,6
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	321,4
Затраты на инструмент	276,67
Затраты на УП	8,8
<b>Итого</b>	<b>902,45</b>

Анализ уровня технологии производства.

Анализ уровня технологии производства является составляющей частью анализа организационно-тематического уровня производства.

Удельный вес каждой операции определяется по формуле:

$$Y_{оп} = \frac{T^t}{T} \cdot 100\% , \quad (39)$$

где  $T^t$  – штучно-калькуляционное время на каждую операцию;

$T$  – суммарное штучно-калькуляционное время обработки детали.

Производим расчеты удельного веса операции по формуле:

$$Y_{\text{оп}}(010) = \frac{47,69}{47,69} \cdot 100\% = 100\%.$$

Доля прогрессивного оборудования определяется по его стоимости в общей стоимости использования оборудования и по количеству.

Удельный вес по количеству прогрессивного оборудования определяется по формуле:

$$Y_{\text{пр}} = \frac{g_{\text{пр}}}{g_{\Sigma}} \cdot 100\%, \quad (40)$$

где  $g_{\text{пр}}$  – количество единиц прогрессивного оборудования,  $g_{\text{пр}} = 1$  шт.;

$g_{\Sigma}$  – общее количество использованного оборудования,  $g = 1$  шт.

$$Y_{\text{пр}} = \frac{1}{1} \cdot 100\% = 100\%.$$

Определим производительность труда на программной операции:

$$B = \frac{F_p \cdot k_{\text{вн}} \cdot 60}{t}, \quad (41)$$

где  $F_p$  – действительный фонд времени работы одного рабочего, ч.;

$k_{\text{вн}}$  – коэффициент выполнения норм;

$t$  – штучно-калькуляционное время, мин.

Производительность труда в разработанном техпроцессе:

$$B_{\text{пр.010,015}} = \frac{1790 \cdot 1,2 \cdot 60}{47,69} = 2702 \text{ шт} / \text{чел.год}$$

В таблице 25 представлены технико-экономические показатели проекта.

Таблица 25 - Технико-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Ед. изм.	Значения показателей
Годовой выпуск деталей	шт.	2000
Количество оборудования	шт.	1
Количество производственных рабочих	чел.	1
Количество вспомогательных рабочих	чел.	3
Трудоёмкость обработки одной детали	н/ч	0,795
Технологическая себестоимость одной детали, в том числе:		902,45
- затраты на инструмент	руб.	276,67
- заработная плата рабочих		274,98

Лист

ДП 44.03.04.763.ПЗ

57

Доля прогрессивного оборудования	%	100
Производительность труда	шт/чел.год	2702
Коэффициент загрузки оборудования		0,84

**ВЫВОД:**

Технологическая себестоимость одной детали составляет 902,45 рублей.  
 На всю партию деталей затраты составят 1 804 900 рублей.

Так как средняя загрузка станка 40%, чтобы исключить простои оборудования, станок будет догружаться другими деталями.

## 4. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 4.1. Система подготовки персонала

В проектируемом технологическом процессе механической обработки детали «Вилка» обработка производится на универсальном ОЦ с ЧПУ DMU 80P. Следовательно, для данного технологического процесса необходима подготовка рабочих для работы на данном оборудовании.

Рабочих подготавливают в региональном межотраслевом центре дополнительного профессионального образования ПАО «МЗиК».

Региональный межотраслевой центр дополнительного профессионального образования является структурным подразделением ПАО «МЗИК».

Основной целью деятельности Центра ДПО является подготовка новых рабочих и повышение квалификации кадровых рабочих, руководителей, специалистов и других служащих предприятия на основе системы непрерывного дополнительного профессионального образования, а также обучение, повышение квалификации работников предприятия Уральского и Сибирского регионов для развития их кадрового ресурса в условиях инновационного развития и технологического перевооружения.

Подготовка и обучение ведется по следующим направлениям:

- организация обучения и обучение по договорам с предприятиями ОПК и другими организациями;
- обучение (профподготовка) лиц, стоящих на учете в центрах занятости;
- организация и проведение стажировки, практики студентов и выпускников средних и высших учебных заведений;
- организация обучения и обучение собственного персонала.

					ДП 44.03.04.763.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		59

В Центре ДПО работают высококвалифицированные и опытные преподаватели, руководители практики, мастера производственного обучения, инструкторы производственной практики. Центром ДПО поддерживается постоянная связь со службой занятости населения.

Для обеспечения качественного процесса обучения - Центр ДПО имеет учебно-материальную базу: учебные кабинеты, лаборатории, компьютерный класс, два интерактивных класса (токарный и фрезерный), высокотехнологичное современное оборудование в цехах предприятия, привлекаемое к учебному процессу, учебно-методический кабинет, техническую библиотеку, читальный зал, медицинский пункт, столовую. Все помещения оборудованы в соответствии с действующими правилами и санитарными нормами.

С целью повышения эффективности обучения по отработке навыков работы на погрузчиках, спецтехнике, а также для повышения уровня охраны труда и промышленной безопасности оборудован отдельный ангар для выполнения заданий водителей погрузчика (бетонированный, освещенный, с вентиляцией) в составе: стенд гидравлический с регулируемым углом наклона, смотровая яма, эстакада.

#### **4.2. Анализ профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»**

Согласно Профессиональному стандарту, утвержденному приказом министерства труда и социальной защиты Российской Федерации «4» августа 2014г. № 530н, Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением (далее Стандарт) должен иметь:

- образование и обучение - Среднее профессиональное образование – программы подготовки квалифицированных рабочих.

					ДП 44.03.04.763.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		60

- опыт практической работы - не менее одного года работы второго квалификационного уровня по профессии «оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ».

Таблица 26 – Описание трудовых функций

Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам	A/01.2
Настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих и измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте	A/02.2
Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях	A/03.2
Отладка, изготовление пробных деталей и передача их в отдел технического контроля (ОТК)	A/04.2
Подналадка основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы	A/05.2
Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам	A/06.2
Инструктирование рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании	A/07.2

Анализ обобщенной трудовой функции – «Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам».

*Возможные наименования должностей:*

- Наладчик обрабатывающих центров (4-й разряд);
- Оператор обрабатывающих центров (4-й разряд);
- Оператор-наладчик обрабатывающих центров (4-й разряд);
- Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й квалификации;
- Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й квалификации;
- Наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й квалификации.
- Требования к образованию и обучению: Среднее профессиональное образование – программы подготовки квалифицированных рабочих.

										Лист
										61
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата						

ДП 44.03.04.763.ПЗ

Требования к опыту работы на практике: Не меньше одного года работ второго квалификационного уровня по профессии «оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ».

Особые условия допуска к работе:

Прохождение обязательных и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в установленном законодательством Российской Федерации порядке.

Прохождение работником инструктажа по охране труда на рабочем месте.

Обобщенная трудовая функция – «Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам» имеет код А и уровень квалификации -2.

В рамках анализируемой обобщенной трудовой функции, обучаемый должен уметь выполнять следующие трудовые функции:

- наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам
- настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих и измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте
- установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях с выверкой в двух плоскостях
- отладка, изготовление пробных деталей и передача их в отдел технического контроля
- подналадка механизмов обрабатывающих центров в процессе работы.
- обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам.
- инструктирование рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании.

										Лист
										62
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.763.ПЗ					

Трудовая функция – «Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам». Данная трудовая функция должна быть сформирована на 2-ом уровне (подуровне) квалификации. Анализ приведен в таблице 27.

Таблица 27 – Анализ трудовой функции «Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам»

Наименование	Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам.	Ко д	А/06. 2	Уровень (подуровень) квалификации и	2
Трудовые действия Необходимые умения	Обработка отверстий в деталях по 8–14 квалитетам				
	Обработка поверхностей деталей по 8–14 квалитетам				
	Использовать контрольно-измерительные инструменты для проверки изделий на соответствие требованиям конструкторской документации станка и инструкции по наладке				
Необходимые знания	Пользоваться конструкторской документацией станка и инструкцией по наладке для выполнения данной трудовой функции				
	Выполнять обработку отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам				
	Необходимые знания по трудовым функциям А/01.2 – А/05.2				
Трудовые действия	Обработка отверстий в деталях по 8–14 квалитетам				

В итоге анализа данной трудовой функции можно сформировать учебный план переподготовки операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ в центре ДПО.



### 4.3. Программа подготовки рабочих по специальности «Оператор станков с ЧПУ» для работы на обрабатывающем центре с ЧПУ DMU 80P

Примерный учебный план переподготовки рабочих, для работы на данном ОЦ приведен таблице 28.

Курс рассчитан на 72 часов обучения.

Таблица 28- Учебно-тематический план подготовки рабочих

Тема	Количество часов
1. Основные сведения о точении. Режущий инструмент	4
2. Основные сведения о фрезеровании. Режущий инструмент	6
3. Системы координат и типы осей	2
4. Основы программирования	2
5. Программирование перемещений инструмента	6
6. Управление подачей и шпинделями	2
7. Работа с инструментом, компенсация радиуса инструмента, смещение нуля станка	2
8. Подпрограммы. Специальные функции M, G. Стандартные циклы	6
9. Панель управления станком	2
10. Программирование C - оси, цилиндрическая интерполяция, преобразование координат, управление приводным инструментом	4
11. Диагностика аварийных сообщений	6
12. Программирование фрезерной обработки	4
13. Программирование токарной обработки	6
14. Ввод и редактирование управляющих программ	6
15. Наладка станка	2
16. Настройка и привязка режущего инструмента	6
17. Комплексная обработка	6
ИТОГО	72

Обучение происходит в вечернее время без отрыва от производства.

### 4.4. Разработка перспективно-тематического плана

Перспективно-тематическое планирование способствует формированию профессиональных и над-профессиональных качеств будущих специалистов.

Методика перспективно-тематического планирования особенно актуальной в связи с повышением требований к качеству подготовки специалистов.

В структуру перспективно-тематического планирования заложены методы, формы, приемы и способы обучения, учитывающие поэтапное и параллельное формирование профессиональной компетентности специалиста через реализацию содержания специальных дисциплин.

Структура перспективно-тематического плана: тема по программе, тема урока, № урока, цели обучения, формы организации обучения, организация деятельности учащихся на уроке, виды сам. Работы учащихся, методы обучения, учебно-методическая справочная литература, наглядные пособия дидактические материалы, межпредметные и внутрепредметные связи, связь с производственным обучением, домашнее задание (таблица 29).

Таблица 29 – Перспективно-тематический план по теме «Основные сведения о фрезеровании. Режущий инструмент»

№ занятия	Форма проведения занятия	Тема занятия	Цели занятия	Методы проведения занятия	Средства обучения		Методы контроля ЗУН	Средства контроля	
					дидактические	Технологические		дидактические	Технологические
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Лекция с применением техники обратной связи	Режимы резания при фрезеровании. Виды фрезерования	<ul style="list-style-type: none"> <li>Различать виды фрезерования.</li> <li>Выбирать режимы при фрезеровании</li> <li>Проставлять геометрические параметры фрезерования на схемах.</li> <li>Выбирать тип фрезерования для конкретных условий обработки</li> </ul>	Самостоятельная работа, Объяснение, Консультация	Программированные учебники Обучающая компьютерная программа	ПЭВМ IBM PC	Тестирование	Пед. тесты	ПЭВМ IBM PC
2	лекция	Классификация фрез. Геометрические параметры фрез	В результате обучения студент должен: -Изобразить различные виды фрез. -Изобразить геометрические параметры конкретной фрезы	Беседа, объяснения	Учебное пособие	-	-	Инструкция к практической работе	-
3	практическая работа	Фрезы: назначение, типы	В результате обучения студент должен: Выбирать тип фрезы для конкретных условий обработки.	Практическая работа	-	Обучающая программа	Тестирование	Инструкция	

Межпредметные связи - взаимная согласованность учебных программ, обусловленная системой наук и дидактическими целями.

Дидактические принципы научности и систематичности знаний требуют расположения в учебном плане отдельных предметов таким образом, чтобы изучение одной дисциплины могло опираться на знания, излагаемые в других дисциплинах.

Внутрипредметной связью (ВПС) называется связь по содержанию, логике построения и изучения учебного материала одного предмета.

#### **4.5. Разработка занятия теоретического обучения с использованием программированного обучения**

Тема: «Основные сведения о фрезерной обработке».

Тема урока: «Фрезы: назначение, типы, технологические возможности, основные параметры».

Тип урока: урок программированного обучения.

Цели и задачи урока:

В результате освоения темы учебной дисциплины обучающийся должен:

**Знать:**

- основные конструктивные параметры фрез
- основные геометрические параметры фрез

**Уметь:**

- различать основные конструктивные параметры фрез;
- различать основные геометрические параметры фрез;
- различать типы фрез.

**Ход урока**

1. Проверка присутствующих, сообщение темы урока – 5 мин.
2. Подготовка к изучению нового материала – 15 мин.
3. Изучение нового материала и закрепление знаний -45 мин.
4. Подведение итогов урока – 15 мин.

5. Домашнее задание - 10 мин.

Ход урока представлен в таблице 30.

Обучающая программа представлена в приложении В.

Принятые условные обозначения:

**ИК** – информационный кадр (небольшая, не более 2-3 фраз ) доля учебной информации.

**ОК** – задание на информацию ИК. Например задача, вопрос

**ОС** – коррекция возможных ошибок при выполнении ОК.

Например правильный ответ, анализ причин ошибок, подсказка на пути решения.

**КК** – тест.

Таблица 30 - Ход урока

Деятельность преподавателя (вопросы)	Время (мин)	Наглядные средства ТСО	Деятельность учащихся (предполагаемые ответы)
1. Организационная часть	5		1.1.Проверка присутствующих по журналу. 1.2.Организация рабочих мест 1.3.Подготовка к опросу
2. Подготовка к изучению нового материала	5	Плакаты	2.1. Ответы на вопросы
2.2. Актуализация знаний по пройденному материалу Тестовый опрос 2.3. Сообщение темы и цели урока	10	Тесты и бланки ответов  Доска, цветные мелки	2.2. Ответы на вопросы теста 2.3. Запись номера урока и темы
3. Изучение нового материала и закрепление с использованием обучающей программы 3.1 Назначение фрез 3.2 Применение фрез 3.3 Конструктивные элементы фрез 3.4 Геометрические параметры фрез	45	Обучающая программа «Фрезы: назначение, типы, технологические возможности, основные параметры»	Обучаемые получают программу, выполняют предложенную работу, в случае необходимости обращаются за помощью к преподавателю
5. Подведение итогов занятия 5.1. Перечислите конструктивные элементы фрез 5.2. Перечислите геометрические элементы фрез	15		Ответы на вопросы по закреплению нового учебного материала Формулирование выводов по теме
6. Домашнее задание	10		Запись домашнего задания

Оценка знаний, умений и навыков по результатам контроля производится в соответствии с универсальной шкалой.

Таблица 31 – Оценочная шкала

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	Балл (оценка)	Вербальный аналог
86 - 100	5	отлично
72 - 85	4	хорошо
55 - 71	3	удовлетворительно
Менее 50	2	не удовлетворительно

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе (ВКР) был разработан технологический процесс механической обработки детали «Вилка».

В результате было проанализировано служебное назначение детали и ее технологичность. Выбран метод получения заготовки и технологические базы. Разработан комплект документации технологического процесса.

Была разработана управляющая программа на комплексную операцию на ОЦ с ЧПУ.

В экономической части ВКР была определена себестоимость обработки детали по проектному варианту.

В методической части проекта были рассмотрены вопросы подготовки рабочих на предприятии и разработана методика проведения занятия теоретического обучения для операторов станков с ЧПУ.

					ДП 44.03.04.763.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		69

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора –машиностроителя: В 3-х т. Т.1 –М.: Машиностроение, 1980. – 728 с.
2. Безменов А.Е. Допуски, посадки и технические измерения: Учебник для техникумов. – М.: Машиностроение, 1969. – 322с.
3. Белкин И.М. Допуски и посадки (Основные нормы взаимозаменяемости): Учеб. пособие для студентов машиностроительных специальностей высших технических заведений. – М.: Машиностроение, 1992 – 528с.
4. Белкин И.М. Средства линейно-угловых измерений. Справочник. – М.: Машиностроение, 1987. – 386с. (Серия справочников для рабочих).
5. Бородина, Н. В. Дипломное проектирование: учеб. пособие для вузов [Гриф УМО] / Н. В. Бородина, Г. Ф. Бушков; Рос. гос. проф.-пед. ун-т, Урал. отд-ние Рос. акад. образования. - Екатеринбург: Издательство РГППУ, 2011. - 89 с.
6. Воробьева Г. А., Складнова Е. Е., Леонов А. Ф., Ерофеев В. К. Инструментальные материалы: учебное пособие. - Санкт-Петербург: Политехника, 2016. - 271 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/58850>.
7. Вороненко В.П., Схиртладзе А.Г., Брюханов В.Н. Машиностроительное производство: Учеб. для сред. спец. учеб. заведений / Под ред. Ю.М. Соломенцева. М.: Высш.школа, Издательский центр «Академия», 2001. – 304с.
8. Галяветдинов Н. Р., Сафин Р. Р., Хасаншин Р. Р., Кайнов П. А. Основы автоматизированного проектирования изделий и технологических процессов: учебное пособие. - Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2013. - 112 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62519>

										Лист
										70
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата						

9. Грибов В.Д., Грузилов В.П. Экономика предприятия. – М.: Финансы и статистика, 1997. – 368с.
10. Данилевский В.В. Технология машиностроения. – М: Машиностроение, 1994. – 220 с.
11. Егоров М.Е., Дементьев В.И., Дмитриев В.Л. Технология
12. Жуков Э.Л., Козарь И.И., Мурашкин С.Л. и др. Технология машиностроения. Книга 1. Основы технологии машиностроения. – М: Высшая школа, 2003. – 278 с.
13. Клименков, С.С. Обрабатывающий инструмент в машиностроении [Электронный ресурс]: учеб. — Электрон. дан. — Минск: Новое знание, 2013.
14. Козлова Т. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие. – Екатеринбург, Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2001. – 169 с.
15. Козлова Т. А. Нормирование механической обработки: Учеб. пособие / Т.А. Козлова, Т.В. Шестакова. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2013. 137с.
16. Миронов А. В. Методическое обеспечение образовательного процесса: учебное пособие. - Набережные Челны: Набережночелнинский государственный педагогический университет, 2016. - 95 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66809>.
17. Мирошин, Д. Г. Технология программирования и эксплуатация станков с ЧПУ: учеб. пособие для вузов [Гриф УМО] / Д. Г. Мирошин, Т. В. Шестакова, О. В. Костина; Рос. гос. проф.-пед. ун-т, Урал. отд-ние Рос. акад. образования. - Екатеринбург: Издательство РГППУ, 2011. - 78 с.
18. Панов А. А., Аникин В. В. Обработка металлов резанием: Справочник технолога. Машиностроение: 2004. – 526с.



19. Платонова, Н.А. Основы дипломного проектирования [Электронный ресурс]: учеб.-метод. пособие / Н.А. Платонова, М.В. Виноградова. — Электрон. дан. — Москва: Дашков и К, 2013. — 272 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/50229>. — Загл. с экрана.

20. Савицкий Е. Е. Обработка металла на станках с программным управлением. Практикум и средства контроля: учебное пособие. - Минск: Республиканский институт профессионального образования, 2015. - 104 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67674>.

21. Справочник технолога – машиностроителя / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова 6-е изд., перераб и доп.-М.: машиностроение, 2005.-Т.2-612 с., ил.

22. Схиртладзе, А. Г. Автоматизация производственных процессов в машиностроении [Текст]: учебник для вузов [Гриф Минобрнауки РФ] / А. Г. Схиртладзе, В. Н. Воронов, В. П. Борискин. - Старый Оскол: Тонкие наукоемкие технологии, 2014. - 599 с.

23. Технология машиностроения : учебное пособие для вузов [Гриф Минобрнауки РФ]. В 2 кн. Кн. 1. Основы технологии машиностроения / Э. Л. Жуков [и др.] ; ред. С. Л. Мурашкин. - 2-е изд., доп. - Москва : Высшая школа, 2005. - 278 с.

24. Техничко-экономические расчёты в выпускных квалификационных работах (дипломных проектах): Учеб. пособие / Авт. –сост. Е. И. Чучкалова, Т. А. Козлова, В. П. Суриков. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т» , 2013. 66 с.

25. Технология машиностроения: учебник для студ. высш. учеб. заведений / [Л.В. Лебедев, В.У. Мнацаканян, А.А. Погодин и др. ] – М. Издательский центр «Академия», 2006. – 528 с.

26. Технология металлов и материаловедение. Кнорозов Б.В., Усова Л.Ф., Третьякова А.В. и др. М.: Металлургия, 1987. 800с

					ДП 44.03.04.763.ПЗ	Лист
						72
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

27. Фельдштейн, Е.Э. Режущий инструмент. Эксплуатация [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Е.Э. Фельдштейн, М.А. Корниевич. — Электрон. дан. — Минск: Новое знание, 2012. — 256 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2920>. — Загл. с экрана.

28. Чучкалова Е.И., Т.А. Козлова, В.П. Суриков. Екатеринбург: Издательство ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2006. 66 с.

29. Шишмарев В.Ю. Машиностроительное производство: Учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / В.Ю. Шишмарев, Т.И. Каспина. —М.: Издательский центр «Академия», 2004. — 352с.

30. Электронное руководство по эксплуатации Fanuc для системы многоцелевого станка.

31. Интернет ресурс. Адрес сайта: [http://static.tverdyslav.ru/docs/Seco/Seco\\_Frezerovanie\\_2015.pdf](http://static.tverdyslav.ru/docs/Seco/Seco_Frezerovanie_2015.pdf)

32. Интернет ресурс. Адрес сайта: [http://static.tverdyslav.ru/docs/Seco/Seco\\_Obrabotka\\_otverstiy\\_2015.pdf](http://static.tverdyslav.ru/docs/Seco/Seco_Obrabotka_otverstiy_2015.pdf)

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Перечень листов графических документов

№ п/п	Наименование документа	Формат
1	Чертеж детали «Вилка»	A1
2	Чертеж заготовки	A1
3	Иллюстрация техпроцесса. Операция 010 (Установ А)	A1
4	Иллюстрация техпроцесса. Операция 010 (Установ Б)	A1
5	Фрагмент управляющей программы	A1
	Итого листов формата А1 – 5	

					ДП 44.03.04.763.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		74

УПРАВЛЯЮЩАЯ ПРОГРАММА

Операция 010 (Установ А)

%	
G18G21G54G95	Плоскость XZ(G18), ввод значений в миллиметрах(G21), выбор системы координат заготовки(G54), подача мм/об(G95)
S1678M3	запуск вращения шпинделя с частотой 1678 об/мин
(FREZEROVANIE PREDVARITELNOE)	
G30X100Y100Z100	выход в позицию смены инструмента
G43H01M01	коррекция на длину вылета инструмента
T0101M06	фреза черновая
G0X-151Y-29M08	ускоренное перемещение в точку 1, включение СОЖ
G1 X-69Z-120F0.15	фрезерование предварительное, подача 0,15
X-61Y-37	мм/об
Y-43	контурная
X-45Y-58	обработка
X45	детали
X61Y43	
Y-37	
X69Y-29	
X151Z-100	
M9	выключение СОЖ
G30 X100Y100Z100	выход в позицию смены инструмента
(FREZEROVANIE OKONCHATELNOE)	
S1378	изменение частоты оборотов шпинделя
G1Y-0.28F0.1	фрезерование окончательное, с подачей 0,1
X-150	мм/об
X-68Z-120	контурная
X-60Y-36	обработка
Y-42	детали
X-44Y-57	
X44	
X60Y-42	
Y-36	

X68Y-28 X150Y28Z100 Z-100 X68Z-120 X60Y36 Y42 X44Y57 X60Y-42 X-60Y36Z120 X-68Y28Z-120 M9 G30 X100Y100Z100 (FREZEROVANIE OTVERSTIY) T0202M06 G0X01Y0Z5M08	фрезерование окончательное, с подачей 0,1 мм/об контурная обработка детали
S814 G1Z-130F0.15 Z5 M9 G30 X100Y100Z100 (FREZEROVANIE FASKY) T0303M06 G0X01Y0Z5M08	выключение СОЖ выход в позицию смены инструмента фреза спиральная ускоренное перемещение в точку 41, включение СОЖ изменение частоты оборотов шпинделя фрезерование отверстия с подачей 0,15 мм/об вывод фрезы из отверстия выключение СОЖ выход в позицию смены инструмента фреза фасочная ускоренное перемещение в точку 41, включение СОЖ
S758 G1Z-5 F0.15 Z5 M9 G30 X100Y100Z100 M5 M30 %	изменение частоты оборотов шпинделя фрезерование фаски с подачей 0,15 мм/об вывод фрезы из отверстия выключение СОЖ выход в позицию смены инструмента Остановка шпинделя Конец программы

					ДП 44.03.04.763.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		76

Операция 010 (Установ Б)

%	
G18G21G54G95	Плоскость XZ(G18), ввод значений в миллиметрах(G21), , выбор системы координат заготовки(G54), подача мм/об(G95)
M3S1678	запуск вращения шпинделя с частотой 1678 об/мин
(FREZEROVANIE PREDVARITELNOE)	
G30X100Y100Z100	выход в позицию смены инструмента
G43M01	коррекция на длину вылета инструмента
T0101M06	фреза концевая
G0X71Y0Z319M08	ускоренное перемещение в точку 44, включение СОЖ
G1 X-69Z-120F0.15	фрезерование контура детали, подача 0,15 мм/об
X91Z339	
X131	
X151Z319	
M9	выключение СОЖ
G30 X100Y100Z100	выход в позицию смены инструмента
(FREZEROVANIE OKONCHATELNOE)	
S1378 F0.1	частота вращения шпинделя 1378 об/мин, подача 0,1 мм/об
G0X70Z318M08	ускоренное перемещение в точку 49, включение СОЖ
G1X90Z338	фрезерование контура детали
X130	
X150Z318	
Z100	
M9	выключение СОЖ
G30 X100Y100Z100	выход в позицию смены инструмента
(FREZEROVANIE PREDVARITELNOE)	
S1670F0.15	частота вращения шпинделя 1678 об/мин, подача 0,15 мм/об
G0 X-71Y0Z319M08	ускоренное перемещение в точку 54, включение СОЖ
G1X-91Z339	фрезерование контура детали
X-131	
X-151Z319	
Z101	
M9	выключение СОЖ

G30 X100Y100Z100  
(FREZEROVANIE  
OKONCHATELNOE)  
S1378 F0.1

выход в позицию смены инструмента

G0X-70Z318M08

частота вращения шпинделя 1378 об/мин,  
подача 0,1 мм/об

G1X-90Z338  
X-130  
X-150Z318  
Z-100

ускоренное перемещение в точку 59, включение  
СОЖ  
фрезерование контура детали

M9  
G30 X100Y100Z100  
G19  
(FREZEROVANIE  
PREDVARITELNOE)  
S1670F0.15

выключение СОЖ  
выход в позицию смены инструмента  
Плоскость YZ(G19)

G0X0Y19Z339M08

частота вращения шпинделя 1678 об/мин,  
подача 0,15 мм/об

G1Y23Z335  
Z127  
Y48Z121  
Y58  
Y19Z338  
Y22Z339  
Y23Z335  
Y23Z127  
Y29Z121  
Y58

ускоренное перемещение в точку 59, включение  
СОЖ  
фрезерование контура детали  
с подачей 0,15 мм/об

M9  
G30 X100Y100Z100  
(FREZEROVANIE  
OKONCHATELNOE)  
S1378 F0.1

выключение СОЖ  
выход в позицию смены инструмента

G0X0Y18Z338M08

частота вращения шпинделя 1378 об/мин,  
подача 0,1 мм/об

G1Y22Z334  
Z126  
Y47Z120  
Y57  
Y18Z338

ускоренное перемещение в точку 74, включение  
СОЖ  
фрезерование контура детали

					ДП 44.03.04.763.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		78

Y22Z334

Z126

Y28Z120

Y58

M9

G30 X100Y100Z100

(FREZEROVANIE  
PREDVARITELNOE)

S1670F0.15

выключение СОЖ

выход в позицию смены инструмента

частота вращения шпинделя 1678 об/мин,  
подача 0,15 мм/об

G0X0Y-19Z338M08

ускоренное перемещение в точку 84, включение  
СОЖ

G1Y-23Z335

фрезерование контура детали  
с подачей 0,15 мм/об

Z127

Y-48Z121

Y-58

Y-19Z339

Y-23Z335

Z127

Y-48Z121

Y-58

M9

выключение СОЖ

G30 X100Y100Z100

выход в позицию смены инструмента

(FREZEROVANIE  
OKONCHATELNOE)

S1378 F0.1

частота вращения шпинделя 1378 об/мин,  
подача 0,1 мм/об

G0X0Y-18Z338M08

ускоренное перемещение в точку 94, включение  
СОЖ

G1Y-22Z334

фрезерование контура детали

Z126

Y-47Z120

Y-57

Y-18Z338

Y-22Z334

Z126

Y-58Z120

Y-57

M9

выключение СОЖ

G30 X100Y100Z100

выход в позицию смены инструмента

					ДП 44.03.04.763.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		79



(FREZEROVANIE  
OTVERSTIY)

T0202M06  
S1257 F0.3

фреза спиральная  
частота вращения шпинделя 1257 об/мин,  
подача 0,3 мм/об

G0X-110Y25Z298M08

ускоренное перемещение в точку 104,  
включение СОЖ

G1Y-25  
G0Y25  
X110Y25  
G1Y-25  
M9

фрезерование отверстия до точки 105  
ускоренное перемещение в точку 104  
ускоренное перемещение в точку 106  
фрезерование отверстия до точки 107  
выключение СОЖ

G30 X100Y100Z100  
(RAZVERTIVANIE  
PREDVARITELNOE)

выход в позицию смены инструмента

T0303  
S400F0.5

развертка черновая  
частота вращения шпинделя 400 об/мин, подача  
0,5 мм/об

G0X-110Y25Z298M08

ускоренное перемещение в точку 104,  
включение СОЖ

G1Y-25  
G0Y25  
X110Y25  
G1Y-25  
M9

развертывание отверстия до точки 105  
ускоренное перемещение в точку 104  
ускоренное перемещение в точку 106  
развертывание отверстия до точки 107  
выключение СОЖ

G30 X100Y100Z100  
(RAZVERTIVANIE  
OKONCHATELNOE)

выход в позицию смены инструмента

T0404M06  
S478F0.3

развертка чистовая  
частота вращения шпинделя 478 об/мин, подача  
0,3 мм/об

G0X-110Y25Z298M08

ускоренное перемещение в точку 104,  
включение СОЖ

G1Y-25  
G0Y25  
X110Y25  
G1Y-25  
M9

развертывание отверстия до точки 105  
ускоренное перемещение в точку 104  
ускоренное перемещение в точку 106  
развертывание отверстия до точки 107  
выключение СОЖ

G30 X100Y100Z100  
(CVERLENIE)

выход в позицию смены инструмента

T0505  
M13 S1327

сверло  
запуск вращения сверла

					ДП 44.03.04.763.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		80

G83X100Y25Z140R5Q2000  
F0,1

Цикл сверления  
Расположение отверстия (X100), сверлить до глубины 25мм(Y25), подвод на быстром ходу на 5мм от начальной точки(R-5), сверлить за один проход 2мм(Q2000), со скоростью подачи 0.1об/мин

G83X100Y25Z220R5Q2000  
F0,1

Цикл сверления  
Расположение отверстия (X100), сверлить до глубины 25мм(Y25), подвод на быстром ходу на 5мм от начальной точки(R-5), сверлить за один проход 2мм(Q2000), со скоростью подачи 0.1об/мин

G83X-100Y2Я5220R5Q2000  
F0,1

Цикл сверления  
Расположение отверстия (X100), сверлить до глубины 25мм(Y25), подвод на быстром ходу на 5мм от начальной точки(R-5), сверлить за один проход 2мм(Q2000), со скоростью подачи 0.1об/мин

G83X-100Y25Z140R5Q2000  
F0,1

Цикл сверления  
Расположение отверстия (X100), сверлить до глубины 25мм(Y25), подвод на быстром ходу на 5мм от начальной точки(R-5), сверлить за один проход 2мм(Q2000), со скоростью подачи 0.1об/мин

G80  
M9  
M15  
G30 X100Y100Z100  
(FRESEROVANIE  
OTVERSTIY)  
T0606M06  
S796F0.3

отмена цикла сверления  
выключение СОЖ  
остановка вращения сверла  
выход в позицию смены инструмента

G0X0Y0Z340M08

фреза для врезного фрезерования  
частота вращения шпинделя 796 об/мин, подача 0,3 мм/об

G1Z-5  
G0Z340  
M9  
G30 X100Y100Z100  
(FRESEROVANIE PAZA)  
T0707  
S796F0.2

ускоренное перемещение в точку 116,  
включение СОЖ  
фрезерование отверстия до точки 117  
ускоренное перемещение в точку 116  
выключение СОЖ  
выход в позицию смены инструмента  
фреза концевая  
частота вращения шпинделя 796 об/мин, подача 0,2 мм/об

										Лист
										81
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата						

ДП 44.03.04.763.ПЗ

G0X60Z340	ускоренное перемещение в точку 118
G1Z120	фрезерование паза до точки 119
G0Z340	ускоренное перемещение в точку 118
X-60Z34	ускоренное перемещение в точку 120
G1Z120	фрезерование паза до точки 121
G0Z340	ускоренное перемещение в точку 120
M9	выключение СОЖ
G30 X100Y100Z100 (FRESEROVANIE PAZA)	выход в позицию смены инструмента
T0808M06	фреза концевая
S955F0.2	частота вращения шпинделя 796 об/мин, подача 0,2 мм/об
G0X74Z236	ускоренное перемещение в точку 122
G1Z270	фрезерование паза до точки 123
G0Z236	ускоренное перемещение в точку 122
M9	выключение СОЖ
G30 X100Y100Z100 (FRESEROVANIE FASKY)	выход в позицию смены инструмента
T0909	фреза фасочная
S758F0.15	частота вращения шпинделя 758 об/мин, подача 0,15 мм/об
G0X0Y04Z125	ускоренное перемещение в точку 124
G1Z117	фрезерование фаски до точки 125
G0Z125	ускоренное перемещение в точку 124
M9	выключение СОЖ
G30 X100Y100Z100 (FRESEROVANIE REZBY)	выход в позицию смены инструмента
T1010	фреза резьбовая
S476F3	частота вращения шпинделя 476 об/мин, подача 3 мм/об
G0X0Y04Z125	ускоренное перемещение в точку 124
G76P041060Q5R0.05	4 повторения на чистовой проход, сбег резьбы 1*45, угол вершины инструмента 60 (P041060), минимальная глубина реза 0,05мм на диаметр(Q5), допуск на чистовую обработку 0,1мм на диаметр(R0.05)
G76X-84Z-1201299Q5F3	многократный цикл нарезания резьбы внутренний диаметр резьбы (для внутренней резьбы) 84 мм(X-84), длина резьбы 120мм(Z-120), высота резьбы на диаметр 2,598мм(P1299), глубина первого прохода 0,5мм на диаметр(Q4), шаг резьбы 3мм(F3)

										Лист
										82
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата						

ДП 44.03.04.763.ПЗ

M9  
G30X-50Z100  
M5  
N225 M30  
%

выключение СОЖ  
выход в позицию смены инструмента  
Остановка шпинделя  
Конец программы

					ДП 44.03.04.763.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		83