

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

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ  
ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КРЫШКА ПОДЪЕМНИКА»

Выпускная квалификационная работа  
по специальности 44.03.04 Профессиональное обучение, (по отраслям)  
профиля подготовки «Машиностроение и материалобработка»  
специализации "Технологии и оборудование машиностроения"

Идентификационный код ВКР: 527

Министерство образования и науки 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  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018г.

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ  
ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КРЫШКА ПОДЪЕМНИКА»**

Пояснительная записка к выпускной квалификационной работе  
по направлению подготовки 44.03.04  
Профессиональное обучение (по отраслям)  
Профиля подготовки «Машиностроение и материалобработка»  
профилизации «Технологии и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 527

Исполнитель  
Студент(ка) гр. ЗТО-405С

К. С. Терентьева

Руководитель  
доцент, к.т.н.

Г. Н. Мигачева

Екатеринбург 2018

## АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная содержит 95 листов машинописного текста, 21 рисунок, 29 таблиц, 30 использованных источников литературы, приложения на диске на 39 листах формата А4, графическую часть на 8 листах формата А1.

Ключевые слова: ЗАГОТОВКА, ДЕТАЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА, РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ, ЗАНЯТИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБУЧЕНИЯ.

В выпускной квалификационной работе :

- выбраны тип производства, метод получения заготовки и технологические базы;

- разработан технологический процесс обработки детали, выбраны оборудование, инструмент и средства контроля;

- разработана управляющую программу обработки детали для станка с ЧПУ;

В методической части выпускной квалификационной работе была разработана методика проведения занятия теоретического обучения на тему «Фрезерные станки с программным управлением». Данная разработка предназначена для переподготовки рабочих с профессии Токарь 5-го разряда на профессию «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ».

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.527ПЗ			
Разраб.	Герентьева К.С				Разработка технологического процесса механической обработки детали «Крышка подъемника» Пояснительная записка	Лит	Лист	Листов
Пров.	Мигачева Г.Н.						3	91
Н.контр	Суриков					ФГАОУ ВПО РГПСУ ИИПО		
Утв.	Бородина Н.В.					Группа ЗТО - 405С		

# СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ИХ АНАЛИЗ.....	8
1.1. Служебное назначение детали.....	8
1.2. Технические требования, предъявляемые к детали.....	8
1.3. Характеристика материала крышка.....	8
1.4. Анализ технологичности конструкции крышки.....	9
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	13
2.1. Выбор типа производства.....	13
2.2. Выбор метода получения заготовки.....	14
2.3. Расчет параметров и конструирование заготовки.....	14
2.4. Выбор и обоснование технологических баз.....	16
2.5. Технологический маршрут обработки детали.....	18
2.6. Выбор оборудования.....	20
2.7. Выбор режущего инструмента.....	22
2.8. Выбор средств технического контроля.....	29
2.9. Расчет припусков заготовки расчетно-аналитическим методом.....	30
2.10. Расчет и назначение режимов резания.....	34
2.11. Расчет норм времени.....	38
2.12. Разработка фрагмента управляющей программы для станка с ЧПУ.....	42
3. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	46
3.1. Определение количества технологического оборудования.....	46
3.2. Определение капитальных вложений.....	48
3.3. Расчет технологической себестоимости детали.....	48
4. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	63
4.1. Система переподготовки персонала.....	63
4.2. Общая характеристика «Учебный центр» Уралмашзавода.....	64
4.3. Анализ требований Профессионального стандарта.....	67

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

4.4 Анализ содержания программы переподготовки Оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ .....	68
4.5. Анализ учебного плана переподготовки Операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ .....	69
4.6. Анализ содержания раздела «Устройство станков с программным управлением» и перспективно-тематическое планирование учебного процесса.....	71
4.7. Разработка плана занятия теоретического обучения.....	79
4.8. Разработка методического обеспечения.....	89
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	93
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	94
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Лист задания по дипломному проектированию.....	97
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Перечень листов графических документов.....	96
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Комплект технологической документации.....	97
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Фрагмент управляющей программы на станок.....	
ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Карточки задания для переподготовки персонала.....	

					ДП 44.03.04.527ПЗ	Ли ст
						5
Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата		

## ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе развития машиностроения главным требованием к производству в условиях формирующейся рыночной экономики является экономический фактор. Требование конкурентоспособности для производства ставит задачу повышения качества выпускаемой продукции, увеличение ассортимента при одновременном снижении ее себестоимости.

Реальным решением комплекса поставленных задач может стать автоматизация производства.

За последние годы процесс переоснащения производства новым оборудованием с ЧПУ приобретает все более возрастающую значимость. В настоящее время основная часть металлорежущего оборудования морально и физически устарела, пришла в крайнюю степень изношенности.

Сейчас процесс перехода на новые технологии и освоения нового оборудования в той или иной степени уже затронул многие предприятия – от частных небольших предприятий до структурообразующих гигантов.

Перевооружение дошло и до производств, где выпускают продукцию по давно отлаженному технологическому процессу.

Переход на обработку деталей на станках с ЧПУ – прогрессивный шаг и дает ряд преимуществ, таких как:

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

Целью дипломного проекта является: разработка технологического процесса механической обработки детали «Крышка опорного механизма» на основе применения станков с ЧПУ.

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата
------	----------	----------	-------	------

Задачами дипломного проекта являются:

- Проанализировать служебное назначение, технические требования и технологичность конструкции детали «Крышка опорного механизма»;
- Выбрать тип производства, метод получения заготовки и технологические базы;
- Разработать технологический процесс обработки детали, выбрать оборудование, инструмент и средства контроля;
- Разработать управляющую программу обработки детали для станка с ЧПУ;
- Дать экономическое обоснование технологического процесса;
- Разработать методику переподготовки рабочих для работы на станках с ЧПУ.



					ДП 44.03.04.527ПЗ	Ли
						ст
						7
Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата		

# 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ИХ АНАЛИЗ

## 1.1. Служебное назначение детали

«Крышка» предназначена для фиксации и закрепления деталей и узлов опорного механизма.

## 1.2. Технические требования, предъявляемые к детали

1. Материал детали сталь 40 ГОСТ 1050-2013
2. Точность штамповки Т5 по ГОСТ 7505-89
3. Н14, h14;  $\pm \frac{IT14}{2}$ .
4. точность размеров: отверстия Ø74H7, М6H6, Ø28H7.

Наиболее точными являются отверстия Ø15H9, Ø28H9 и Ø74H9 с шероховатостью Ra = 2,5 мкм; торцы детали выполнены по 14 качеству точности с шероховатостью Ra = 3,2 мкм.

Все остальные поверхности выполнены по 14 качеству точности с шероховатостью Ra = 12,5 мкм.

## 1.3. Характеристика материала крышки

Данная деталь изготавливается из стали 40.

Назначение: трубы, поковки, крепежные детали, валы, диски, роторы, фланцы, зубчатые колеса, втулки для длительной и весьма длительной службы при температурах до 425<sup>0</sup>С.

					ДП 44.03.04.527ПЗ	Ли
						ст
						8

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата	
------	----------	----------	-------	------	--

Материал детали – сталь 40 ГОСТ 1050-2013. Химический состав и свойства стали приведены в таблицах 1, 2 и 3.

Таблица 1-Химический состав в % стали

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As
0.37 - 0.45	0.17 - 0.37	0.5 - 0.8	до 0.3	до 0.04	до 0.035	до 0.25	до 0.3	до 0.08

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

Сортамент	Размер мм	$s_b$ МПа	$s_T$ МПа	$d_5$ %	$y$ %	Термообр.
Лист термообработ., ГОСТ 4041-71	4 - 14	510-660		21		
Трубы холоднокатан.		580	320	17		Нормализация
Трубы горячекатан.		600	340	16		
Прутки калиброван., ГОСТ 10702-78		590			40	Отжиг
Прокат отожжен., ГОСТ 1050-88		510		14	40	
Прокат нагартован., ГОСТ 1050-88		610		6	35	
Прокат, ГОСТ 1050-88	до 80	570	335	19	45	Нормализация
Лента нагартован., ГОСТ 2284-79		690-1030				

Таблица 3-Технологические свойства стали 40

Свариваемость:	ограниченно свариваемая.
Флокеночувствительность:	не чувствительна.
Склонность к отпускной хрупкости:	не склонна.

#### 1.4. Анализ технологичности конструкции крышки

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

					ДП 44.03.04.527ПЗ	Ли ст
						9
Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата		

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.

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

Заданные требования к точности размеров и формы детали конструктивно обоснованы. Для снижения объема обработки предусмотрены допуски только по размерам посадочных поверхностей. Предусмотрена возможность удобного подвода жесткого и высокопроизводительного инструмента к зоне обработки детали. Так же обеспечен свободный подвод и вывод инструмента из зоны обработки. Так же можно сказать, что плоскостей расположенных под тупыми или острыми углами к оси на детали нет. Так же отсутствуют отверстия расположенные под острым или тупым углом относительно оси детали.

Нетехнологичным является наличие глухих резьбовых отверстий, которые не возможно заменить сквозными отверстиями.

					ДП 44.03.04.527ПЗ	Ли
						ст
						10

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата	
------	----------	----------	-------	------	--

*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:

$$K_{и.м.} = m_d / m_з, \quad (1)$$

где  $m_d$  – масса детали, кг;

$m_з$  – масса заготовки, кг .

$$K_{и.м.} = 2.3 / 3.2 = 0,72$$

б) Коэффициент точности обработки детали:

$$K_T = T_n / T_o, \quad (2)$$

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

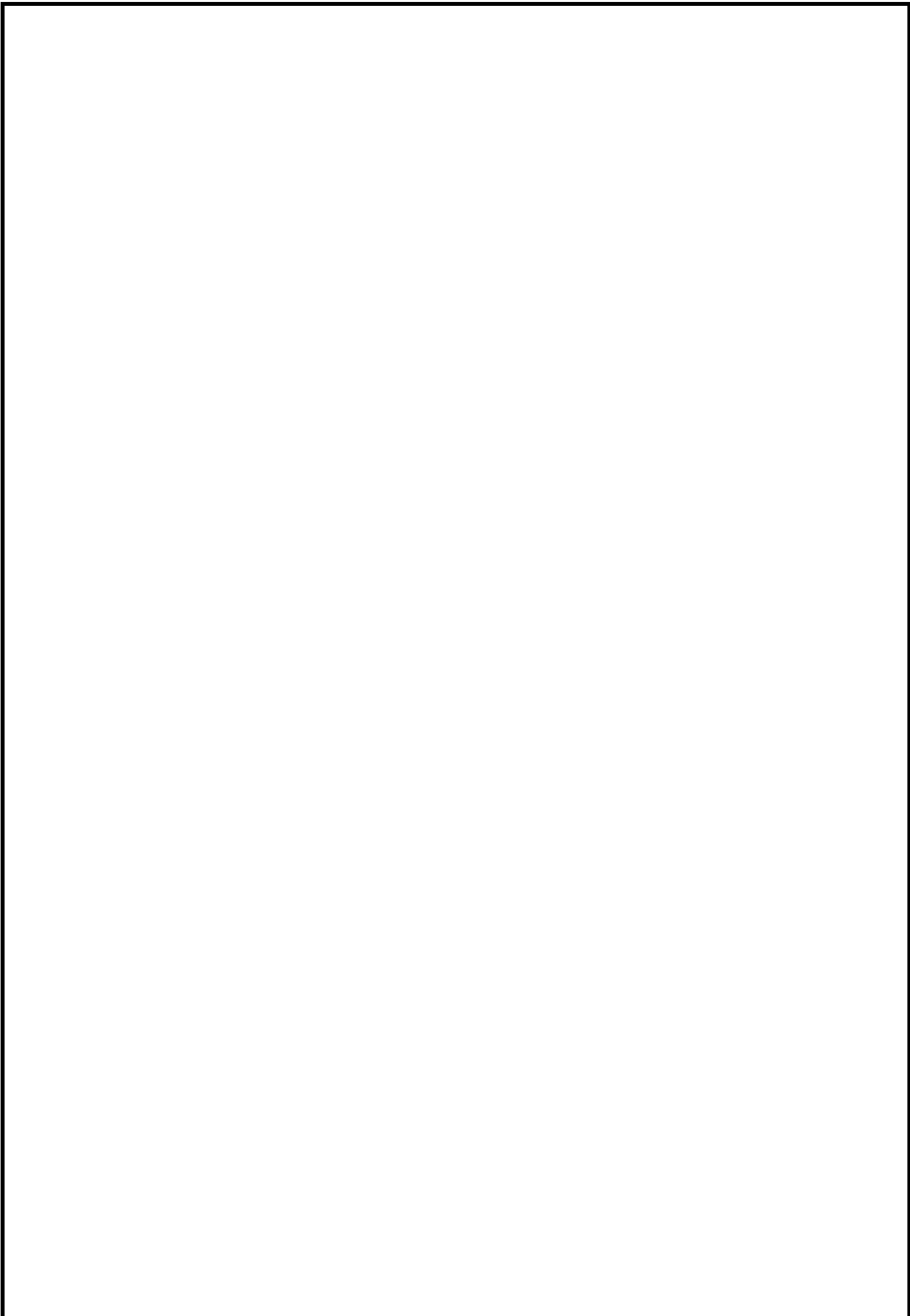
$T_o$  – общее число размеров, подлежащих обработке.

Общее число подлежащих обработке размеров составляет 45. Среди них нет размеров необоснованной точности, поэтому:

$$K_T = 0 / 45 = 0$$

в) Коэффициент шероховатости:

$$K_{ш} = Ш_n / Ш_o, \quad (3)$$




ДП 44.03.04.527ПЗ

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата	
------	----------	----------	-------	------	--

где Шн – число поверхностей детали, не обоснованной шероховатости;  
Шо – общее число поверхностей детали, подлежащих обработке.

Общее число подлежащих обработке поверхностей составляет 45. Среди них нет поверхностей не обоснованной шероховатости, поэтому:

$$K_{ш} = 0/45 = 0$$

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



					ДП 44.03.04.527ПЗ	Ли ст
						12
Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата		

## 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### 2.1. Выбор типа производства

Определение типа производства производится в зависимости от годового объема выпуска и массы детали.

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 2,3 кг и годовом объеме выпуска 2000 шт., определим тип производства как среднесерийное.

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

$$n = \frac{N \cdot a}{254} = \frac{2000 \cdot 6}{254} \approx 47 \text{ шт}, \quad (4)$$

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.

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата		13

## 2.2. Выбор метода получения заготовки

Правильно выбрать заготовку – это определить рациональный метод ее получения. Установить припуски на механическую обработку каждой из обрабатываемых поверхностей. Целесообразность того или иного метода производства. Особенно важно выбрать вид заготовки и назначить наиболее оптимальные условия для ее изготовления в серийном производстве, когда размеры детали получают автоматически, на настроенных станках. Всегда нужно стремиться к тому, чтобы форма и размеры заготовки приближались к форме и размерам детали. При правильно выбранном методе получения заготовки уменьшается механическая обработка, сокращается расход металла, режущего инструмента. 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 ГКМ.

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

## 2.3. Расчет параметров и конструирование заготовки

Заготовку будем получать штамповкой по ГОСТ 7505-89.

Исходные данные:

- заготовка – штамповка на ГКМ;
- наибольший габаритный размер детали – 256 мм;
- материал детали – сталь 40;
- группа стали – М2

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата
------	----------	----------	-------	------

- сложность поковки – С3
- точность поковки-Т5
- исходный индекс – 15

Таблица 5 – Расчет размеров заготовки

Размер детали по чертежу	Шероховатость поверхности, мкм	Допуск на размер заготовки	Припуск на обработку (на сторону)	Расчет размера заготовки	Размер заготовки с допуском
Ø28H9	Ra 2,5	$3,2 \begin{pmatrix} +2,1 \\ -1,1 \end{pmatrix}$	Z1 = 2,0	$D_1 = 282 \cdot Z1$ $D_1 = 28-2 \cdot 2$	$\text{Ø} 24 \begin{pmatrix} +1,8 \\ -1,0 \end{pmatrix}$
Ø74H9	Ra 2,5	$3,2 \begin{pmatrix} +2,1 \\ -1,1 \end{pmatrix}$	Z2 = 2,3	$D_2 = 74-2 \cdot Z2$ $D_2 = 74-2 \cdot 2,3$	$\text{Ø} 69,4 \begin{pmatrix} +2,1 \\ -1,1 \end{pmatrix}$
256h14	Ra 12,5	$4,5 \begin{pmatrix} +3,0 \\ -1,5 \end{pmatrix}$	Z3 = 2,4 Z4 = 2,4	$l1 = 256+Z3+Z4$ $l1 = 256+2,4+2,4$	$260,8 \begin{pmatrix} +3,0 \\ -1,5 \end{pmatrix}$
25js14	Ra 12,5	$2,8 \begin{pmatrix} +1,8 \\ -1,0 \end{pmatrix}$	Z5 = 1,7 Z6 = 1,7	$l2 = 25+Z5+Z6$ $l2 = 25+1,7+1,7$	$28,4 \begin{pmatrix} +1,8 \\ -1,0 \end{pmatrix}$
18js14	Ra 12,5	$2,8 \begin{pmatrix} +1,8 \\ -1,0 \end{pmatrix}$	Z6 = 1,7 Z7 = 1,7	$l3 = 18+Z6+Z7$ $l3 = 18+1,7+1,7$	$21,4 \begin{pmatrix} +1,8 \\ -1,0 \end{pmatrix}$
16js14	Ra 12,5	$2,8 \begin{pmatrix} +1,8 \\ -1,0 \end{pmatrix}$	Z6 = 1,7 Z8 = 1,7	$l4 = 16+Z6+Z8$ $l4 = 16+1,7+1,7$	$19,4 \begin{pmatrix} +1,8 \\ -1,0 \end{pmatrix}$
92js14	Ra 12,5	$3,6 \begin{pmatrix} +2,4 \\ -1,2 \end{pmatrix}$	Z9 = 2,2	$l5 = 92+Z9$ $l5 = 92+2,2$	$94,2 \begin{pmatrix} +2,4 \\ -1,2 \end{pmatrix}$
52js14	Ra 12,5	$3,6 \begin{pmatrix} +2,4 \\ -1,2 \end{pmatrix}$	Z10 = 2,2	$l6 = 52+Z10$ $l6 = 52+2,2$	$54,2 \begin{pmatrix} +2,4 \\ -1,2 \end{pmatrix}$

Эскиз заготовки представлен на рисунке 1.

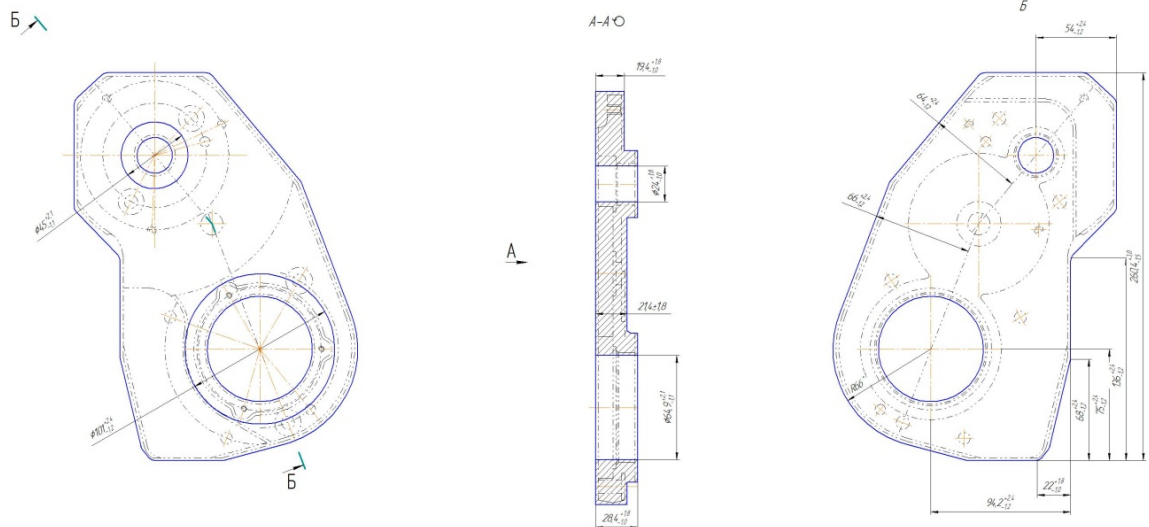


Рисунок 1 – Эскиз заготовки

					ДП 44.03.04.527ПЗ	Ли ст
						15
Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата		

## 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 2.

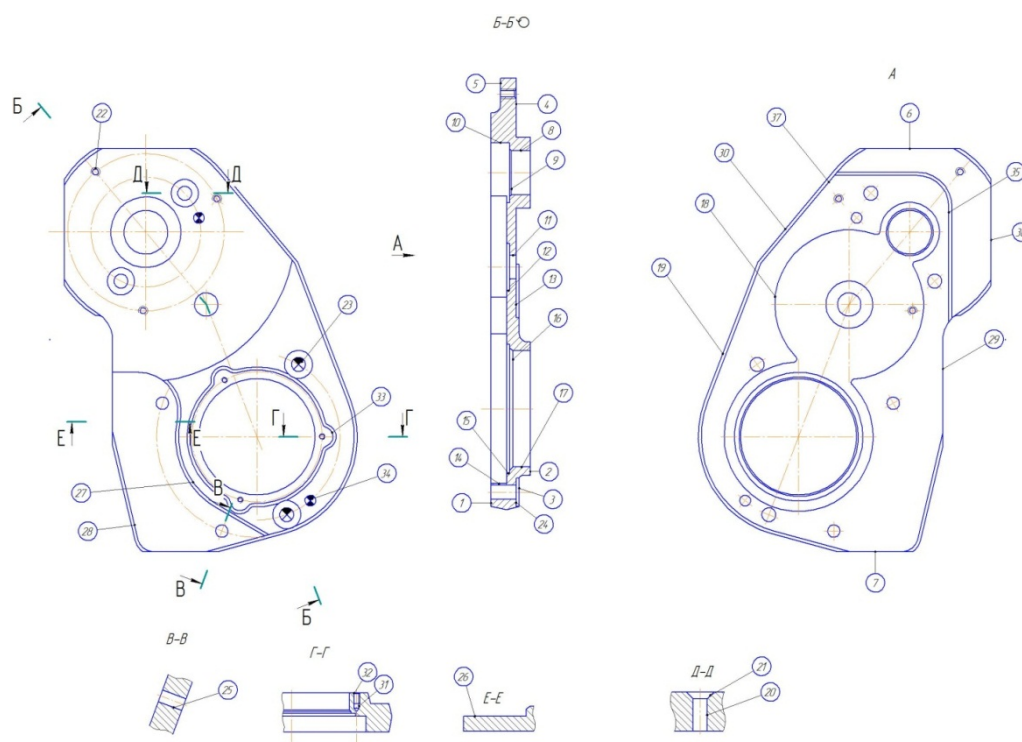


Рисунок 2 - Эскиз детали с номерами обрабатываемых поверхностей

На первом этапе происходит комплексная обработка с левой стороны детали.

Базирование осуществляется плоскость 2 с упором в торец 7. Зажим заготовки осуществляется тисками.

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата		16



На этом этапе обрабатываются поверхности: 1,5,8,9,10,11,12,14,15, 16,17,18, 25,35,37.

На втором этапе происходит комплексная обработка со второй стороны детали.

Базирование осуществляется на отверстие 17(заготовка лишается двух степеней свободы), отверстие 8 (заготовка лишается одной степени свободы) и плоскость 1 (заготовка лишается трех степеней свободы). Заготовка лишена всех 6-ти степеней свободы. Это схема полного базирования. Зажим заготовки осуществляется специальным приспособлением.

На этом этапе обрабатываются поверхности: 2,3,4,6,7,13,19,20,21,22, 23,24, 27,28,29,30,31,32,26, ,33,36.

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата		17

## 2.5. Технологический маршрут обработки детали

Таблица 6 – Технологический маршрут обработки детали

№ операции	Название операции	Содержание операции	Операционный эскиз	Оборудование
1	2	3	4	5
005	Клиплексная на ОЦ с ЧПУ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установить и закрепить</li> <li>2. Фрезеровать 1 предв.</li> <li>3. Фрезеровать пов. 1 окон.</li> <li>4. Фрезеровать поверх. 14</li> <li>5. Фрезеровать поверхн. 18</li> <li>6. Сменить инструмент</li> <li>7. Фрезеровать уступ 5 и R5</li> <li>8. Сменить инструмент</li> <li>9. Фрезеровать фаску 35</li> <li>10. Фрезеровать фаску 37</li> <li>11. Сменить инструмент</li> <li>12. Фрезеровать отв. 8 предв.</li> <li>13. Фрезеровать отв. 8 окончательно</li> <li>14. Сменить инструмент</li> <li>15. Фрезеровать отв. 8 тонко</li> <li>16. Сменить инструмент</li> <li>17. Фрезеровать отв. 17 предварит.</li> <li>18. Фрезеровать отв. 17 оконч.</li> <li>19. Сменить инструмент</li> <li>20. Фрезеровать отв. 17 тонко</li> <li>21. Сменить инструмент</li> <li>22. Фрезеровать отверстие 11</li> <li>23. Сменить инструмент</li> <li>24. Фрезеровать отв. 11 предварит.</li> <li>25. Сменить инструмент</li> <li>26. Фрезеровать отв. 11 окончательно</li> <li>27. Сменить инструмент</li> <li>28. Фрезеровать поверхн. 10</li> <li>29. Сменить инструмент</li> <li>30. Фрезеровать поверхн. 15</li> <li>31. Сменить инструмент</li> <li>32. Фрезеровать поверхн. 12 предв.</li> <li>33. Фрезеровать пов. 12 окон.</li> <li>34. Сменить инструмент</li> <li>35. Фрезеровать фаску 9</li> <li>36. Сменить инструмент</li> <li>37. Фрезеровать фаску 16</li> </ol>		<p>Универсальный обрабатывающий центр с ЧПУ DMU 80P</p>

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата
------	----------	----------	-------	------

## Окончание таблицы 6

1	2	3	4	5
010	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установить и закрепить</li> <li>2. Фрезеровать пов. 2 предв.</li> <li>3. Фрезеровать пов. 2 оконч.</li> <li>4. Фрезеровать поверхность 3</li> <li>5. Фрезеровать поверхность 4</li> <li>6. Фрезеровать поверхности 6,36, R60, R20, 29,R10, 7,R62, 19,30</li> <li>7. Фрезеровать пов.26 предрт.</li> <li>8. Фрезеровать пов.26 оконч..</li> <li>9. Сменить инструмент</li> <li>10. Фрезеровать поверхн.13</li> <li>11. Сменить инструмент</li> <li>12. Фрезеровать фаску 27</li> <li>13. Фрезеровать фаску 28</li> <li>14. Сменить инструмент</li> <li>15. Сверлить 2 отв.20 и 2 отв. 23 послед.</li> <li>16. Сменить инструмент</li> <li>17. Сверлить 3 отверстия 22 послед. со снятием фасок</li> <li>18. Сменить инструмент</li> <li>19. Сверлить 2 отверстия 25 послед.</li> <li>20. Сменить инструмент</li> <li>21. Развернуть предв.2 отв.25 послед.</li> <li>22. Сменить инструмент</li> <li>23. Развернуть окончат. 2 отв.25</li> <li>24. Сменить инструмент</li> <li>25. Нарезать резьбу в 3-х отв. 22</li> <li>26. Сменить инструмент</li> <li>27. Фрезеровать 2 отверстия 24 послед.</li> <li>28. Сменить инструмент</li> <li>29. Сверлить 3 отв. 31 послед. со снятием фасок 32</li> <li>30. Сменить инструмент</li> <li>31. Нарезать резьбу в 3-х отв. 31</li> <li>32. Сменить инструмент</li> <li>33. Фрезеровать поверхн.33</li> </ol>	<p>The technical drawing shows a complex mechanical part with several views. The top view (view 1) shows a multi-lobed shape with various radii (R60, R20, R10, R62, R19, R30) and dimensions. The side view (view 2) shows the profile of the part with dimensions like 45, 65, and 85. Detailed views (views 3-6) show specific features like chamfers (27, 28), holes (20, 22, 23, 25, 31), and chamfers (32). The drawing includes various annotations such as surface textures, tolerances, and material specifications.</p>	<p>Универсальный обрабатывающий центр с ЧПУ DMU 80P</p>

ДП 44.03.04.527ПЗ

Ли  
ст

19

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата
------	----------	----------	-------	------

## 2.6. Выбор оборудования

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



Рисунок 3 – Общий вид универсального обрабатывающего центра с ЧПУ DMU 80P.

Самый маленький станок в успешной линейке P впечатляет своими размерами. 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 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 7.

Таблица 7 – 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	∅ 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
Момент (40/100% цикла нагрузки)	Nm	130 / 87
<b>Устройство смены инструмента</b>		
Установка инструмента		HSK-A63
Инструментальный магазин	Pockets	40 / chain
Ускорение	m/s <sup>2</sup>	7 / 6,5 / 6,5
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

ДП 44.03.04.527ПЗ

Ли  
ст

21

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата
------	----------	----------	-------	------



## 2.7. Выбор режущего инструмента

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».

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 торцовая Ø40 R220.53 – 0040-12-3А. Пластина 1204AFTN-M15. Сплав МК3000. (Для обработки плоскостей).

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата		22

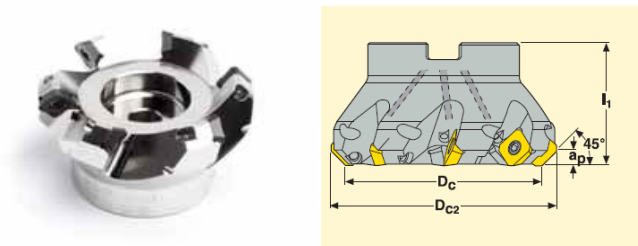


Рисунок 4 - Фреза торцовая Ø40 R217.53 – 0040-12-3А

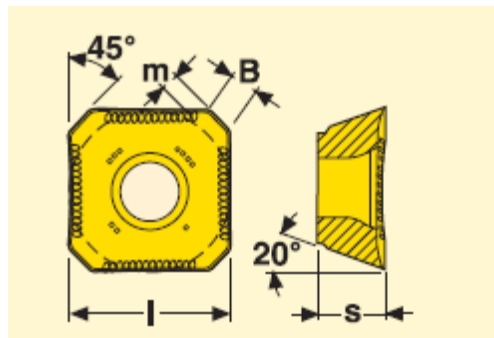


Рисунок 5 - Пластина 1204AFTN-M15

2. Фреза концевая Ø10 R217.69 – 1010.0.0-06-2AN. Пластина ХОМХ 060202R – М05. Сплав МР3000. (Для обработки уступов).

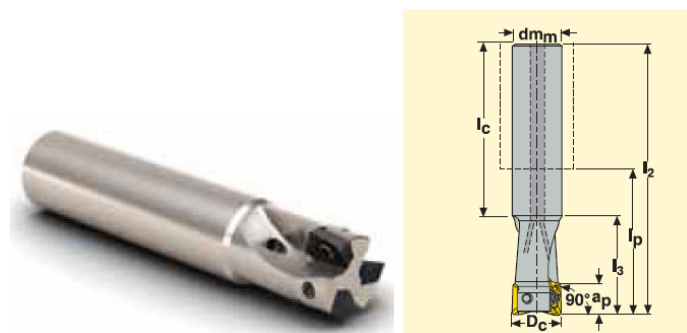


Рисунок 5 - Фреза концевая Ø10 R217.69 – 1010.0.0-06-2AN

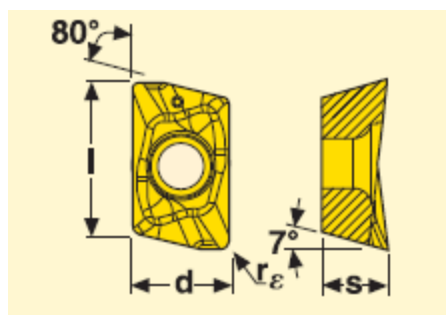


Рисунок 6 - Пластина ХОМХ 060202R – М05

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата
------	----------	----------	-------	------

3. Фреза фасочная  $\varnothing 20$  R217.49–1620.RE-XO12-45.3A Пластина ХОЕХ 120404TR – ME08. Сплав MP2500.(Для обработки наружных фасок).

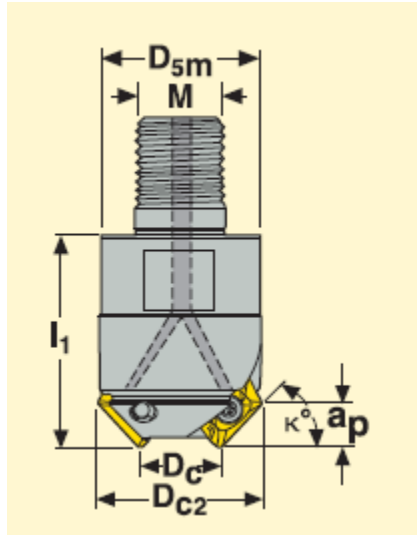


Рисунок 7 - Фреза фасочная R217.49–1620.RE-XO12-45.3A

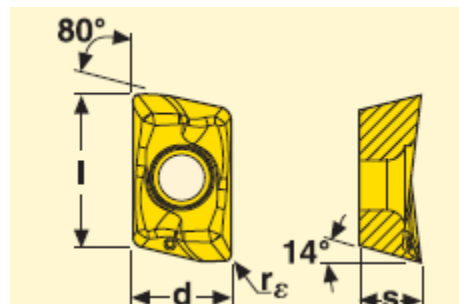


Рисунок 8 - Пластина ХОЕХ 120404TR – ME08

4. Спиральная (кукурузная) фреза  $\varnothing 12$  R217.69–1612.-10-06.2N. Пластина ХОМХ 060202R – M05. Сплав MP3000. (Для обработки отверстия  $\varnothing 28$ , методом врезания по спирали и предварительного сверления отверстия 11 в размер  $\varnothing 12$ ).

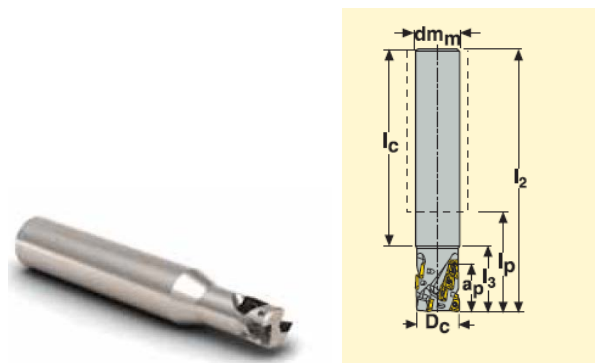
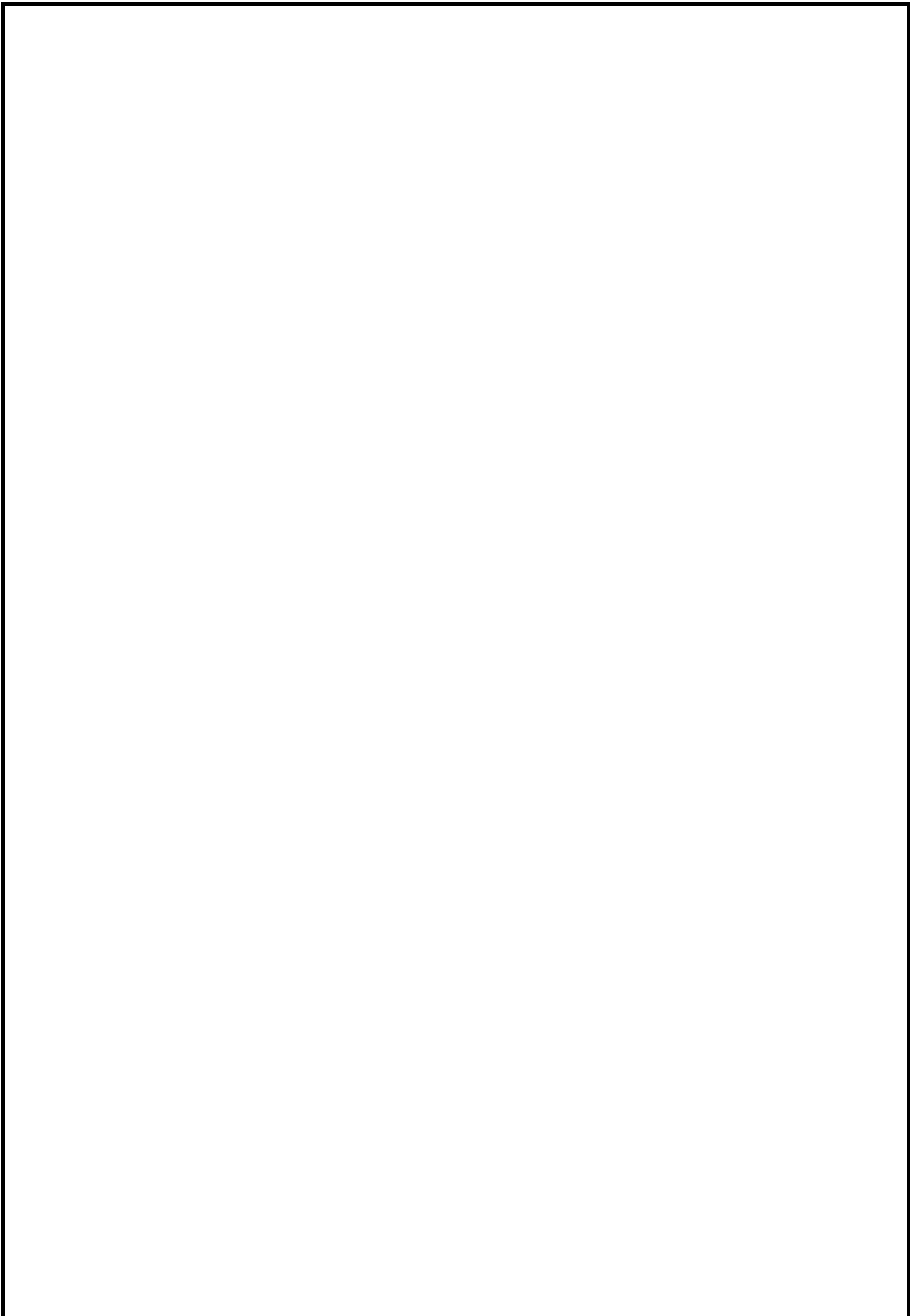


Рисунок 9 - Спиральная (кукурузная) фреза R217.69–1612.-10-06.2N



--	--	--	--	--

ДП 44.03.04.527ПЗ

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата
------	----------	----------	-------	------

5. Спиральная (кукурузная) фреза  $\text{Ø}25$  R217.69–2525.3S-024-09.2N. Пластина ХОМХ 090304TR – ME06. Сплав МР3000. (Для обработки отверстия  $\text{Ø}74$ , методом врезания по спирали).

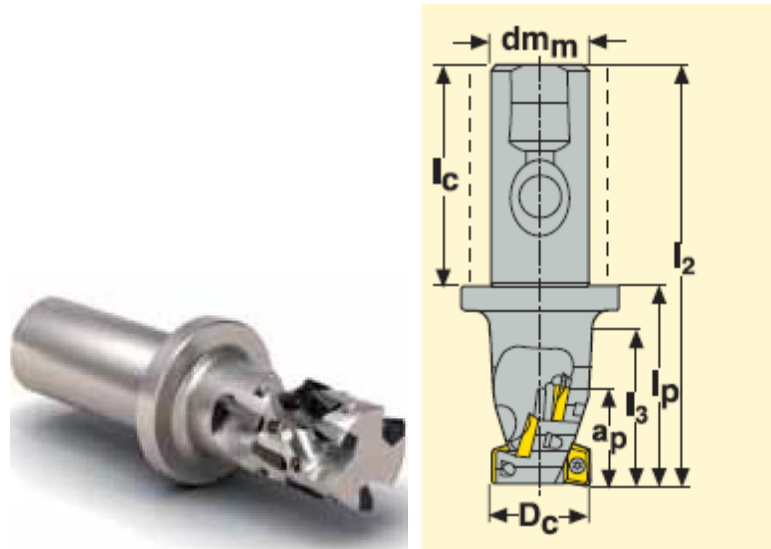


Рисунок 10 - Спиральная фреза R217.69–2525.3S-024-09.2N

6. Спиральная (кукурузная) фреза  $\text{Ø}14$  R217.69–0814.RE-15-06.2N. Пластина ХОМХ 060202R – M05. Сплав МР3000. (Для предварительного фрезерования отверстия 11 в размер  $\text{Ø}14$ ).

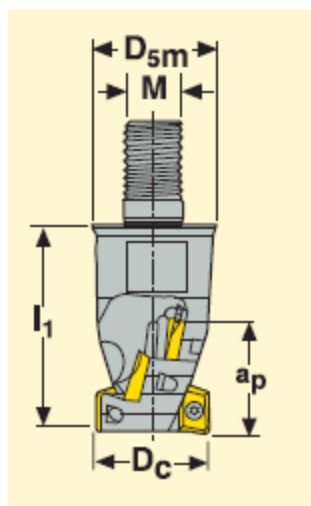


Рисунок 11 - Спиральная фреза R217.69–0814.RE-15-06.2N

7. Спиральная (кукурузная) фреза  $\text{Ø}15$  R217.69–0815.RE-15-06.2N. Пластина ХОМХ 060202R – M05. Сплав МР3000. (Для фрезерования отверстия

Ø15).


ДП 44.03.04.527ПЗ

Ли  
ст

25

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата
------	----------	----------	-------	------

8. Фреза для врезного фрезерования  $\text{Ø}38$  R217.79–1638.RE-09-5AN. Пластина ХОМХ 090304TR – ME06. Сплав МР3000. (Для фрезерования отверстия  $\text{Ø}38$ ).

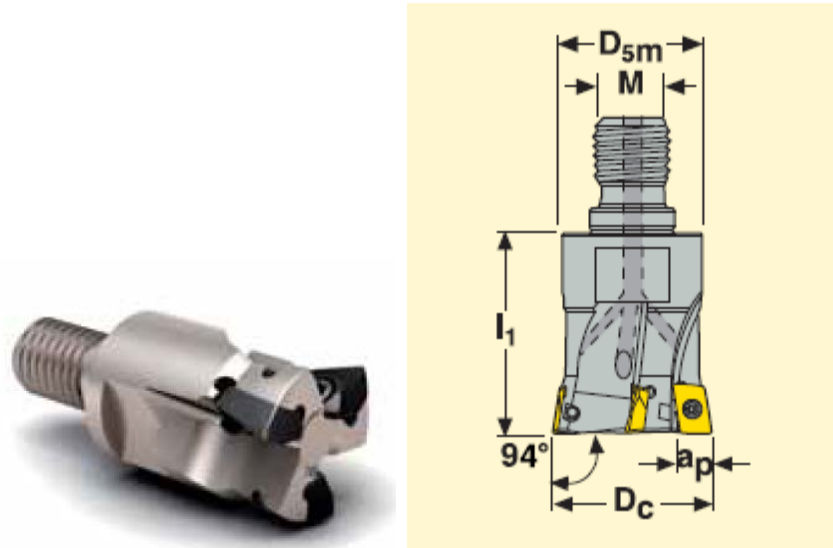


Рисунок 12 - Фреза для врезного фрезерования R217.79–1638.RE-09-5AN

9. Фреза для врезного фрезерования  $\text{Ø}82$  R220.79–0082-16-5A. Пластина APFT 1604PDTR – D15. Сплав МР3000. (Для фрезерования отверстия  $\text{Ø}82$ ).

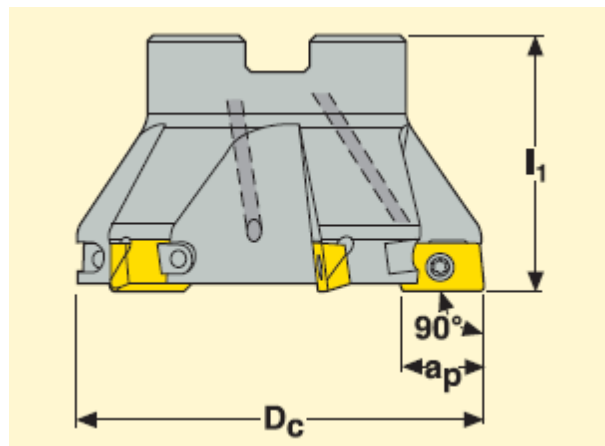


Рисунок 13 - Фреза для врезного фрезерования R217.69–0814.RE-15-06.2N

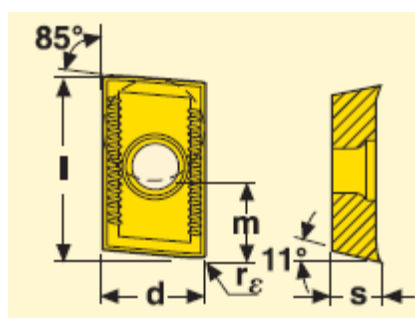


Рисунок 14 - Пластина APFT 1604PDTR – D15



					ДП 44.03.04.527ПЗ	Ли ст
						26
Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата		

10. Фреза для врезного фрезерования Ø30 R217.79–1630.RE-09-5AN. Пластина ХОМХ 090304TR – ME06. Сплав МР3000. (Для фрезерования отверстия Ø30).

11. Фреза фасочная Ø30 R217.49–1630.RE-ХО12-45.3А Пластина ХОЕХ 120404TR – ME08. Сплав МР2500.(Для обработки фаски в отверстии Ø28).

12. Фреза фасочная Ø75 R220.47–0075. Пластина TRKN 2204PDTR – MD15. Сплав Т350М.(Для обработки фаски в отверстии Ø75).

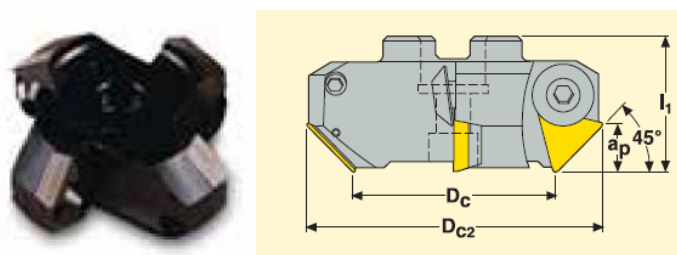


Рисунок 15 - Фреза фасочная R220.47–0075

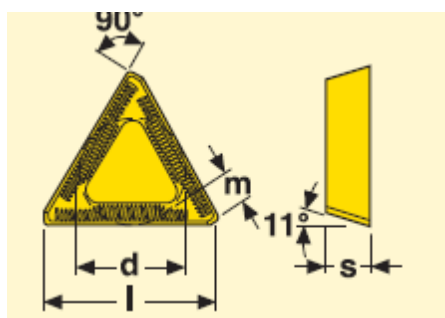


Рисунок 16 - Пластина TRKN 2204PDTR – MD15

13. Фасочное сверло Ø5 SD203A-C45-5.0-16.5-8R1. Покрытие TiAlN+TiN (Обработка отверстий под резьбу М6).

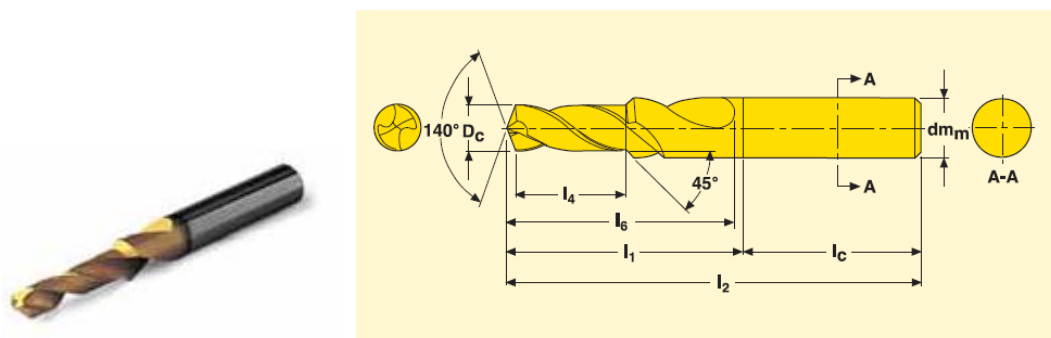


Рисунок 17 - Фасочное сверло SD203A-C45-5.0-16.5-8R1

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата
------	----------	----------	-------	------

14. Фасочное сверло  $\varnothing 3,4$  SD203A-C45-3.4-16.5-8R1. Покрытие TiAlN+TiN (Обработка отверстий под резьбу M4).

15. Фасочное сверло  $\varnothing 9$  SD203A-C90-9.0-16.5-8R1. Покрытие TiAlN+TiN (Обработка отверстий  $\varnothing 9$  с фаской).

16. Сверло  $\varnothing 6,5$  SD203-6.5-25-8R1. Покрытие TiAlN+TiN (Обработка отверстий 25 под развертывание).

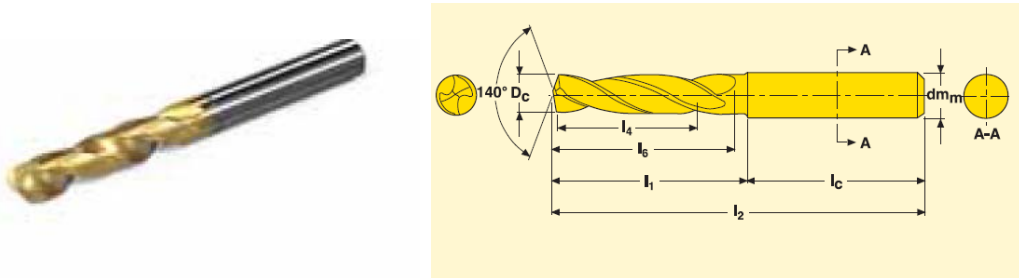


Рисунок 18 - Сверло SD203-7.0-25-8R1

17. Развертка  $\varnothing 7,5$  NF10-7.5H10-EB45. Сплав RX2000. (Черновое развертывание отверстия 25)

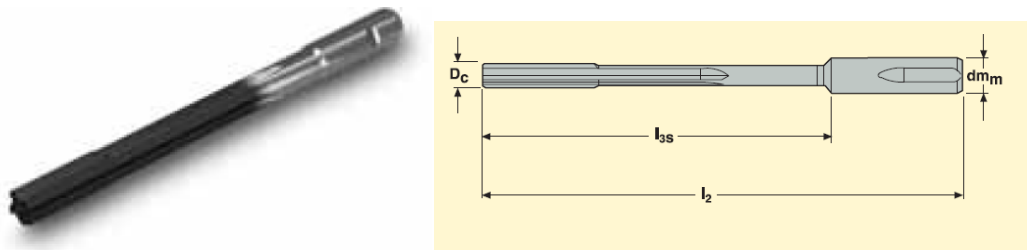


Рисунок 19 - Развертка NF10-7.5H7-EB45

18. Развертка  $\varnothing 8$  NF10-8.0H7-EB45. Сплав RX2000. (Чистовое развертывание отверстия 25)

19. Фреза резьбовая TM-M6X1.0ISO-10R5. Сплав CP500

20. Фреза резьбовая TM-M4X0.7ISO-10R5. Сплав CP500

ДП 44.03.04.527ПЗ

Ли  
ст

28

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата
------	----------	----------	-------	------



Рисунок 20 – Резьбовые фрезы Threadmaster

21. Спиральная (кукурузная) фреза Ø18 R217.69–1618.-10-06.2N. Пластина ХОМХ 060202R – М05. Сплав МР3000. (Для обработки отверстия Ø18).

22. Фреза концевая Ø12 R217.69 – 1012.0.0-06-2AN. Пластина ХОМХ 060202R – М05. Сплав МР3000.

## 2.8. Выбор средств технического контроля

Выбор средств технического контроля представлен в таблице 8.

Таблица 8 – Средства технического контроля

Операция	Название операции	Тип инструмента
005	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	1. Штангенциркуль ШЦ 0-500 ГОСТ 166-89 2. Калибр-пробка гладкий Ø15Н9 ГОСТ 21401-75 3. Калибр-пробка гладкий Ø28Н9 ГОСТ 21401-75 4. Калибр-пробка гладкий Ø30Н14 ГОСТ 21401-75 5. Калибр-пробка гладкий Ø38Н14 ГОСТ 21401-75 6. Калибр-пробка гладкий Ø74Н9 ГОСТ 21401-75 7. Калибр-пробка гладкий Ø82Н14 ГОСТ 21401-75 8. Шаблоны специальные 9. Образцы шероховатости ГОСТ 9387-93
010	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	1. Штангенциркуль ШЦ 0-250 ГОСТ 166-89 2. Калибр-пробка гладкий Ø7Н14 ГОСТ 21401-75 3. Калибр-пробка гладкий Ø8Н9 ГОСТ 21401-75 4. Калибр-пробка гладкий Ø9Н14 ГОСТ 21401-75 5. Калибр-пробка гладкий Ø18Н14 ГОСТ 21401-75 6. Резьбовой калибр –пробка М4-7Н ГОСТ 24997-81 7. Резьбовой калибр –пробка М6-7Н ГОСТ 24997-81 8. Специальные шаблоны 9. Образцы шероховатости ГОСТ 9387-93

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата
------	----------	----------	-------	------

## 2.9. Расчет припусков заготовки расчетно-аналитическим методом

Рассчитаем припуски на механическую обработку отверстия  $\varnothing 74H9^{(+0,074)}$ .

Технологический маршрут обработки состоит из следующих этапов:

1. Черновое растачивание;
2. Чистовое растачивание;
3. Тонкое растачивание;

Заготовка-штамповка.

Элементы припуска Rz и h определяются по справочным данным и заносятся в табл. 9.

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

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{\text{см}}^2 + \Delta_{\text{м}}^2 + \Delta_{\text{к}}^2} \quad (5)$$

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

$$\Delta_{\Sigma \text{ черн. растач.}} = \Delta_{\Sigma \text{ загот.}} \cdot K_y \quad (6)$$

где  $K_y$  – коэффициент уточнения=0,05

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

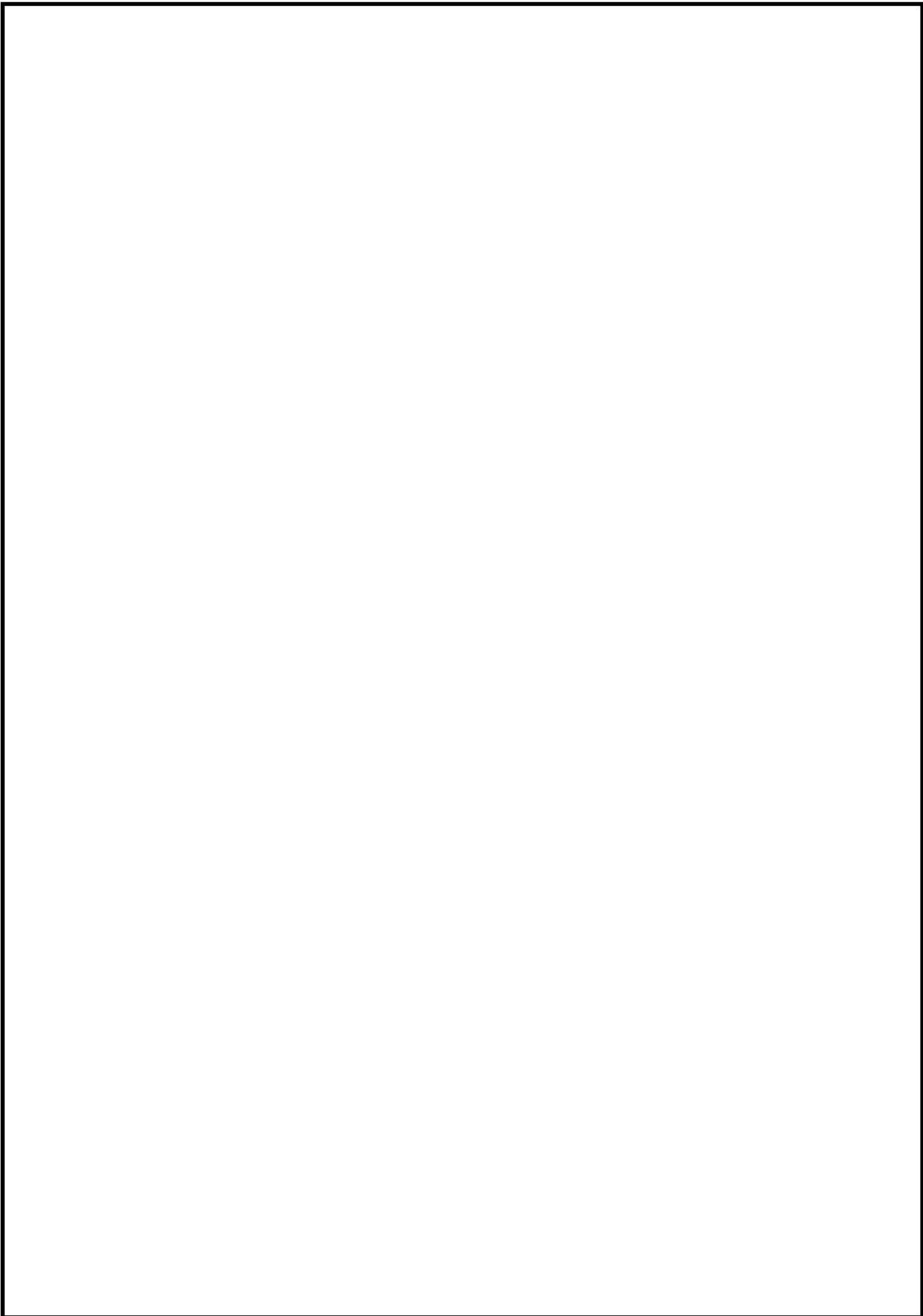
$$\Delta_{\Sigma \text{ чист. растач.}} = \Delta_{\Sigma \text{ черн. растач.}} \cdot K_y \quad (7)$$

$K_y$  – коэффициент уточнения=0,04

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

Погрешность установки при черновой обработке равна:

$$\varepsilon = 30 \text{ мкм}$$




ДП 44.03.04.527ПЗ

Ли  
ст

30

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата	
------	----------	----------	-------	------	--

Так как остальная обработка отверстия производится в одной установке,  
 $\varepsilon_{\text{инд}} = 0$ .

Расчет минимальных значений межоперационных припусков произведем по формуле:

$$2Z_{i\text{min}} = 2 \left( R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right) \quad (8)$$

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

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

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

Расчет минимальных размеров:

$$D_{i-1\text{min}} = D_{i\text{min}} - 2 Z_{i\text{min}} \quad (9)$$

$$D_{\text{min}} = 74 \text{ мм}$$

$$D_{\text{min чист.растач.}} = 74 - 0,22 = 73,78 \text{ мм}$$

$$D_{\text{min черн.растач.}} = 73,78 - 0,7 = 73,08 \text{ мм}$$

$$D_{\text{минзаготовки}} = 73,08 - 4,13 = 68,95 \text{ мм}$$

Расчет максимальных размеров:

$$D_{\text{max}} = D_{\text{min}} + T \quad (10)$$

$$D_{\text{max}} = 74 + 0,074 = 74,074 \text{ мм}$$

$$D_{\text{max чист.растачивание}} = 73,78 + 0,19 = 73,97 \text{ мм}$$

$$D_{\text{max черн.раст.}} = 73,08 + 0,74 = 73,82 \text{ мм}$$

$$D_{\text{max заготовки}} = 68,95 + 3,2 = 72,15 \text{ мм}$$



					ДП 44.03.04.527ПЗ	Ли ст
						31
Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата		

Определение предельных припусков:

$$2Z_{\min i}^{np} = D_{\max i} - D_{\max i-1} \quad (11)$$

$$2Z_{\min \text{ тонк. раст.}}^{np} = 74,074 - 73,97 = 0,104 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min \text{ чист. раст.}}^{np} = 73,97 - 73,82 = 0,15 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min \text{ черн. раст.}}^{np} = 73,82 - 72,15 = 1,67 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max i}^{np} = D_{\min i} - D_{\min i-1} \quad (12)$$

$$2Z_{\max \text{ тонк. растач.}}^{np} = 74 - 73,8 = 0,2 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max \text{ чист. растач.}}^{np} = 73,8 - 73,1 = 0,7 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max \text{ черн. раст.}}^{np} = 73,1 - 69 = 4,1 \text{ мм}$$

Определим общие припуски  $Z_{\max_o}^{np}$  и  $Z_{\min_o}^{np}$ , суммируя промежуточные припуски на обработку:

$$Z_{\max_o}^{np} = \sum_{i=1}^n Z_{\max_i}^{np} \quad (13)$$

$$Z_{\min_o}^{np} = \sum_{i=1}^n Z_{\min_i}^{np} \quad (14)$$

Проверим правильность произведенных расчетов по формуле:

$$Z_{\max_o}^{np} - Z_{\min_o}^{np} = T_{\text{заг}} - T_{\text{дет}}, \quad (15)$$

$$5 - 1,9 = 3,2 - 0,074$$

$$3,1 = 3,1$$

Расчет произведен верно

Результаты расчетов сведены в таблицу 9.

					ДП 44.03.04.527ПЗ	Ли
						ст
						32

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата
------	----------	----------	-------	------

Таблица 9 - Расчет припусков и предельных размеров по технологическим переходам на обработку

Технологические переходы обработки поверхности вала Ø74Н9	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{\min}$ , мкм	Расчетный размер $D_p$ , мм	Допуск $T$ , мм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мм	
	$R_z$	$h$	$\rho$	$\varepsilon$				$D_{\min}$	$D_{\max}$	$2Z_{\min}^{пр}$	$2Z_{\max}^{пр}$
Заготовка	250	300	3027	30		68,95	3,2	69	72,15	-	-
Черновое растачивание	125	150	151,4	0	4127	73,08	0,74	73,1	73,82	1,67	4,1
Чистовое растачивание	63	75	7,56	0	701	73,78	0,19	73,8	73,97	0,15	0,7
Тонкое растачивание	25	30	-	0	220	74	0,074	74	74,074	0,1	0,2
Итого:										1,9	5

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

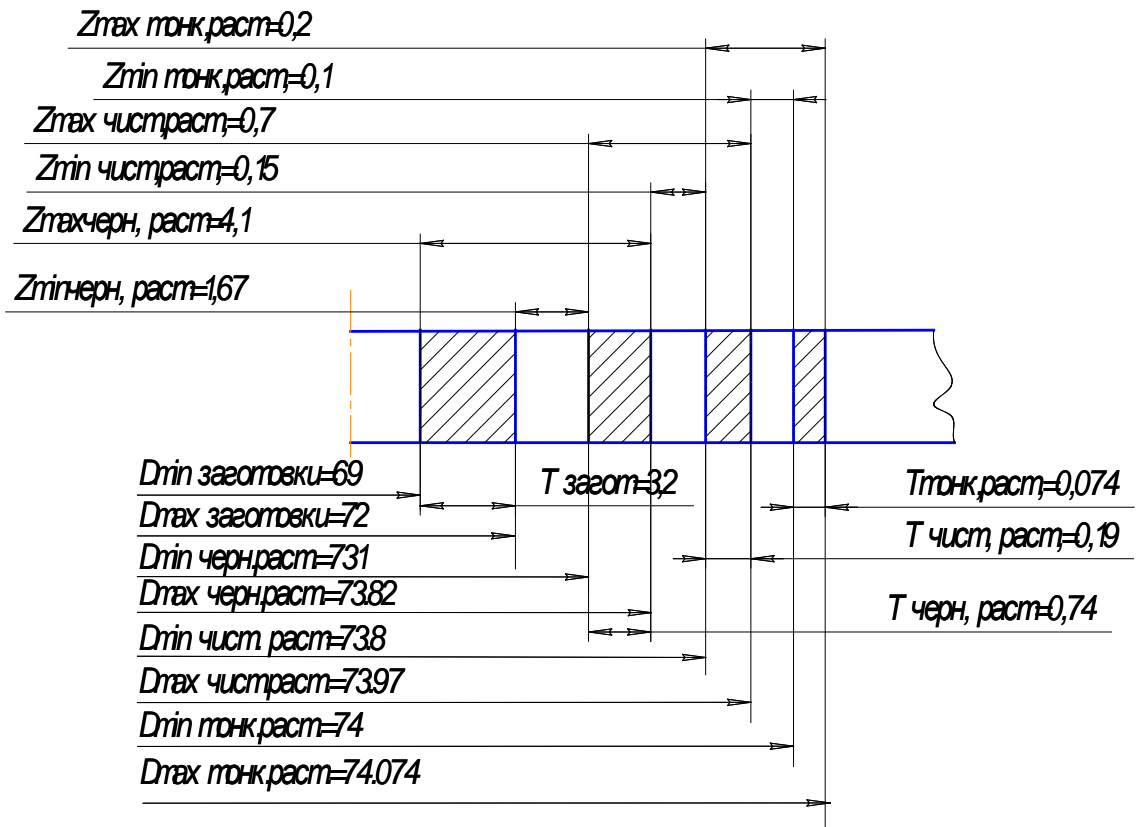


Рисунок 21- Схема графического расположения припусков на обработку поверхности Ø74Н9

ДП 44.03.04.527ПЗ

Ли  
ст

33

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата
------	----------	----------	-------	------

## 2.10. Расчет и назначение режимов резания

Существует два метода для определения режимов резания:

- ⇒ Расчетно-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 только для нескольких операций с целью показать сущность методики расчёта. Данные для других операций берутся из справочников.

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

Приведем пример расчета режимов резания.

Операция 005 Комплексная на ОЦ с ЧПУ.

Переход 28. Фрезеровать поверхность 10

Фреза для врезного фрезерования Ø38 R217.79–1638.RE-09-5AN. Пластина ХОМХ 090304TR – ME06. Сплав МР3000.

Глубина резания:  $t = 19$  мм.

Назначаем подачу  $S = 0,2$  мм/об.

Период стойкости фрезы  $T = 45$  мин.

Начальная скорость резания  $V_{C0} = 320$  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.

$$V_C = 320 \cdot 1,15 \cdot 1 = 368 \text{ м / мин.}$$

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата		34

Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ об/мин} \quad (16)$$

где  $V$  – скорость резания, м/мин

$D$  – диаметр фрезы мм

$$n = \frac{1000 \cdot 368}{\pi \cdot 38} = 3084 \text{ об/мин}$$

Все остальные результаты вычислений занесем в таблицу 10.

Таблица 10 – Режимы резания

№ операции	Название операции	№ перехода и содержание	Материал режущей части	Размер обрабатываемой поверхности, мм	Элементы режима резания					
					Глубина резания, $t$ , мм	Подача на оборот, $S$ , мм/об ( $S_z$ , мм/зуб)	Частота вращения шпинделя, $n$ , об/мин	Скорость резания, $V$ , м/мин	Подача минутная, $S_{мин}$ , мм/мин	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
005	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	1. Установить и закрепить								
		2. Фрезеровать 1 предв.	МК3000	Ø40(250)	1,2	0,2	<b>2866</b>	<b>360</b>	<b>573,2</b>	
		3. Фрезеровать пов. 1 окончат.	МК3000	Ø40(250)	0,5	0,1	<b>3185</b>	<b>400</b>	<b>318,5</b>	
		4. Фрезеровать поверх. 14	МК3000	Ø40(300)	10	0,2	<b>2866</b>	<b>360</b>	<b>573,2</b>	
		5. Фрезеровать поверхн. 18	МК3000	Ø40(300)	10	0,2	<b>2866</b>	<b>360</b>	<b>573,2</b>	
		6. Сменить инструмент								
		7. Фрезеровать уступ 5 и R5	МК3000	Ø10(22)	6	0,15	<b>3822</b>	<b>120</b>	<b>573,3</b>	
		8. Сменить инструмент								
		9. Фрезеровать фаску 35	MP2500	Ø20(165)	2	0,15	<b>1910</b>	<b>120</b>	<b>286,5</b>	
		10. Фрезеровать фаску 37	MP2500	Ø20(783)	2	0,15	<b>1910</b>	<b>120</b>	<b>286,5</b>	
		11. Сменить инструмент								
		12. Фрезеровать отв. 8 предварит.	МК3000	Ø12(25)	1.3	0,2	<b>3185</b>	<b>120</b>	<b>637</b>	
		13. Фрезеровать отв. 8 окончательно	МК3000	Ø12(25)	0.5	0,15	<b>3185</b>	<b>120</b>	<b>477,8</b>	
		14. Сменить инструмент								
		15. Фрезеровать отв. 8 тонко	МК3000	Ø12(25)	0.2	0,1	<b>3185</b>	<b>120</b>	<b>318,5</b>	
		16. Сменить инструмент								
		17. Фрезеровать отв. 17 предварит.	МК3000	Ø25(25)	1,5	0,2	<b>2548</b>	<b>200</b>	<b>509,6</b>	





					ДП 44.03.04.527ПЗ	Ли ст
						36
Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата		

Окончание таблицы 10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		11. Сменить инструмент							
		12. Фрезеровать фаску 27	MP2500	Ø20(114)	2	0,15	1910	120	286,5
		13. Фрезеровать фаску 28	MP2500	Ø20(783)	2	0,15	1910	120	286,5
		14. Сменить инструмент							
		15. Сверлить 2 отв.20 и 2 отв. 23 послед	TiAlN+TiN	Ø9(25) i=4	4,5	0,15	1592	45	238.8
		16. Сменить инструмент							
		17. Сверлить 3 отверстия 22 послед. со снятием фасок	TiAlN+TiN	Ø5(25) i=3	2,5	0,15	1592	25	238.8
		18. Сменить инструмент							
		19. Сверлить 2 отверстия 25 послед.	TiAlN+TiN	Ø6,5(25) i=2	3,25	0,15	1225	25	183,75
		20. Сменить инструмент							
		21. Развернуть предв.2 отв.25 послед.	RX2000	Ø7,5(25) i=2	0,5	0,15	425	10	63,75
		22. Сменить инструмент							
		23. Развернуть окончат. 2 отв.25	RX2000	Ø8 (25) i=2	0,25	0,15	398	10	59,7
		24. Сменить инструмент							
		25. Нарезать резьбу в 3-х отв. 22	CP500	M6(25) i=3	-	1	265	5	265
		26. Сменить инструмент							
		27. Фрезеровать 2 отверстия 24 послед.	MP2500	Ø18(2)	4,5	0,15	2123	120	318,45
		28. Сменить инструмент							
		29. Сверлить 3 отв. 31 послед. со снятием фасок 32	TiAlN+TiN	Ø3,4(10) i=3	1,7	0,1	1045	15	104,5
		30. Сменить инструмент							
		31. Нарезать резьбу в 3-х отв. 31	CP500	M4(7) i=3	-	0,5	398	5	199
		32. Сменить инструмент							
		33. Фрезеровать поверхн.33	MK3000	Ø12(25) i=3	5	0,2	3185	120	637

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата	
------	----------	----------	-------	------	--

## 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:

$$t_{ш} = t_{осн} + t_{всп} + t_{обс} + t_{отд} \quad (18)$$

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.

					ДП 44.03.04.527ПЗ	Ли ст
						38
Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата		

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

$$t_{осн} = \frac{L_{расч}}{S \cdot n} i \quad (19)$$

где  $l$  – расчетная длина;

$i$  – число проходов;

$S_M$  – величина минутной подачи.

Расчетная длина:

$$L = l_o + l_{ер} + l_{пер}, \quad (20)$$

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

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:

$$t_{он} = t_{осн} + t_{всп} \quad (21)$$

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):

$$t_{обс} = 0,06 \cdot (t_{осн} + t_{всп}) = 0,06 \cdot t_{он} \quad (22)$$

					ДП 44.03.04.527ПЗ	Ли ст
						39

Изм.	Ли СТ	№ докум.	Подп.	Дата	
------	----------	----------	-------	------	--

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

$$t_{отд} = 0,04 \cdot (t_{осн} + t_{всп}) = 0,04 \cdot t_{оп} \quad (23)$$

Расчет норм времени представлен в таблицах 11 и 12.

Таблица 11 – 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 перебег	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 005– Комплексная на ОЦ с ЧПУ</b>											
1. Установить и закрепить									0,6	0,6	0,6
2. Фрезеровать 1 предв.	250	10	1	260	0,2	2866	573,2	0,45		0,02	0,47
3. Фрезеровать пов. 1 окон.	250	10	1	260	0,1	3185	318,5	0,82		0,02	0,84
4. Фрезеровать поверх. 14	300	10	1	310	0,2	2866	573,2	0,54		0,02	0,56
5. Фрезеровать поверхн. 18	300	10	1	310	0,2	2866	573,2	0,54		0,02	0,56
6. Сменить инструмент										0,05	0,05
7. Фрезеровать уступ 5 и R5	22	5	1	27	0,15	3822	573,3	0,05		0,02	0,07
8. Сменить инструмент										0,05	0,05
9. Фрезеровать фаску 35	165	10	1	175	0,15	1910	286,5	0,61		0,02	0,63
10. Фрезеровать фаску 37	783	10	1	793	0,15	1910	286,5	2,77		0,02	2,79
11. Сменить инструмент										0,05	0,05
12. Фрезеровать отв. 8 предвар.	25	5	1	30	0,2	3185	637	0,05		0,02	0,07
13. Фрезеровать отв. 8 окончат.	25	5	1	30	0,15	3185	477,8	0,06		0,02	0,08
14. Сменить инструмент										0,05	0,05
15. Фрезеровать отв. 8 тонко	25	5	1	30	0,1	3185	318,5	0,09		0,02	0,11
16. Сменить инструмент										0,05	0,05
17. Фрезеровать отв. 17 предвар.	25	10	1	35	0,2	2548	509,6	0,07		0,02	0,09
18. Фрезеровать отв. 17 окончат	25	10	1	35	0,15	2548	382,2	0,09		0,02	0,11
19. Сменить инструмент										0,05	0,05
20. Фрезеровать отв. 17 тонко	25	10	1	35	0,1	2548	254,8	0,14		0,02	0,16
21. Сменить инструмент										0,05	0,05
22. Фрезеровать отверстие 11	8	5	1	13	0,2	3185	637	0,02		0,02	0,04
23. Сменить инструмент										0,05	0,05
24. Фрезеровать отв. 11 предв.	8	5	1	13	0,15	2730	409,5	0,03		0,02	0,05
25. Сменить инструмент										0,05	0,05
26. Фрезеровать отв. 11 окончат.	8	5	1	13	0,1	2548	254,8	0,05		0,02	0,07
27. Сменить инструмент										0,05	0,05
28. Фрезеровать поверхн. 10	13	10	1	23	0,2	1676	335,2	0,07		0,02	0,09

					ДП 44.03.04.527ПЗ	Ли ст
						40
Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата		

## Окончание таблицы 11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
29. Сменить инструмент										0,05	0,05	
30. Фрезеровать поверхн.15	3	10	1	13	0,2	1398	279,6	0,05		0,02	0,07	
31. Сменить инструмент										0,05	0,05	
32. Фрезеровать повер.12 предв.	1,5	10	1	11,5	0,2	1910	382	0,03		0,02	0,05	
33. Фрезеровать пов.12 окончат.	0,5	10	1	10,5	0,2	1910	382	0,03		0,02	0,05	
34. Сменить инструмент										0,05	0,05	
35. Фрезеровать фаску 9	1	10	1	11	0,2	1910	382	0,03		0,02	0,05	
36. Сменить инструмент										0,05	0,05	
36.Фрезеровать фаску 16	1	10	1	11	0,2	1274	254,8	0,04		0,02	0,06	
<b>ИТОГО</b>									<b>6,63</b>		<b>1,74</b>	<b>8,37</b>
<b>Операция 010 – Комплексная на ОЦ с ЧПУ</b>												
1. Установить и закрепить									0,6	0,6	0,6	
2. Фрезеровать пов. 2 предв.	215	10	1	225	0,2	2866	573,2	0,39		0,02	0,41	
3. Фрезеровать пов. 2 оконч.	215	10	1	225	0,1	3185	318,5	0,71		0,02	0,73	
4. Фрезеровать поверхность 3	80	10	1	90	0,2	2866	573,2	0,16		0,02	0,18	
5. Фрезеровать поверхность 4	60	10	1	70	0,2	2866	573,2	0,12		0,02	0,14	
6. Фрезеровать поверхн.6,36, R60, R20, 29,R10, 7,R62, 19,30	625	10	1	635	0,2	2866	573,2	1,11		0,02	1,13	
7. Фрезеровать пов.26 предварт.	114	10	1	124	0,2	2866	573,2	0,22		0,02	0,24	
8. Фрезеровать пов.26 оконч.	114	10	1	225	0,1	3185	318,5	0,71		0,02	0,73	
9. Сменить инструмент										0,05	0,05	
10. Фрезеровать поверхн.13	70	5	1	75	0,2	2548	509,6	0,15		0,02	0,17	
11. Сменить инструмент										0,05	0,05	
12. Фрезеровать фаску 27	114	10	1	124	0,15	1910	286,5	0,43		0,02	0,45	
13. Фрезеровать фаску 28	783	10	1	793	0,15	1910	286,5	2,77		0,02	2,79	
14. Сменить инструмент										0,05	0,05	
15. Сверлить 2 отв.20 и 2 отв. 23 послед	25	5	4	120	0,15	1592	238,8	0,5		0,02	0,52	
16. Сменить инструмент										0,05	0,05	
17. Сверлить 3 отв. 22 послед.	25	5	3	90	0,15	1592	238,8	0,38		0,02	0,40	
18. Сменить инструмент										0,05	0,05	
19. Сверлить 2 отв. 25 послед.	25	5	2	60	0,15	1225	183,75	0,33		0,02	0,35	
20. Сменить инструмент										0,05	0,05	
21. Развернуть предв.2 отв.25	25	5	2	60	0,15	425	63,75	0,94		0,02	0,96	
22. Сменить инструмент										0,05	0,05	
23. Развернуть окончат. 2 отв.25	25	5	2	60	0,15	398	59,7	1,00		0,02	1,02	
24. Сменить инструмент										0,05	0,05	
25. Нарезать резьбу в 3 отв. 22	25	5	3	90	1	265	265	0,34		0,02	0,36	
26. Сменить инструмент										0,05	0,05	
27. Фрезеровать 2 отв.24 посл.	2	5	2	14	0,15	2123	318,45	0,04		0,02	0,06	
28. Сменить инструмент										0,05	0,05	
29. Сверлить 3 отв. 31 послед. со снятием фасок 32	10	5	3	45	0,1	1045	104,5	0,43		0,02	0,45	
30. Сменить инструмент										0,05	0,05	
31. Нарезать резьбу в 3-х отв. 31	7	5	3	36	0,5	398	199	0,18		0,02	0,20	
32. Сменить инструмент										0,05	0,05	
33. Фрезеровать поверхн.33	25	5	3	90	0,2	3185	637	0,14		0,02	0,16	
<b>ИТОГО</b>									<b>11,05</b>		<b>1,6</b>	<b>12,65</b>



						41
Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата		

Таблица 12 - Нормы времени в целом на операцию

№ операции	Основное время на операцию, $t_0$ , мин.	Вспомогательное время на операцию, $t_в$ , мин.	Оперативное время, $t_{оп}$ , мин.	Время на обслуживание, $t_{обс}$		Время на отдых, $t_{отд.л.}$		Штучное время, $t_{шт}$ , мин.	Подготовительно-заключительное время на партию, $T_{пз}$ , мин	Величина партии, шт.	Штучно-калькуляционное время, $t_{шк}$ , мин
				%	мин.	%	мин.				
005	6,63	1,74	8,37	6	0,5	4	0,3	9,17	45	47	10,13
010	11,05	1,6	12,65	6	0,8	4	0,5	13,95	45	47	14,91
Итого											25,04

## 2.12. Разработка фрагмента управляющей программы для станка с ЧПУ

Фрагмент управляющей программы разработан для операции 010 – Комплексная на ОЦ с ЧПУ (Обработка 2-х отверстий Ø8H9). 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).

Нулевая точка станка – точка, принятая за начало координат станка и определяемая относительно конструктивных элементов станка (для токарного станка – точка пересечения торца шпинделя с осью его вращения, для сверлильного и фрезерного – точки пересечения диагоналей крестового стола);

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата
------	----------	----------	-------	------

относительно этой точки задаются абсолютные размеры перемещений рабочих органов станков.

Исходная точка станка – точка, определенная относительно нулевой точки станка и используемая для начала работы по УП. Эту точку выбирают, исходя из двух условий: минимизации вспомогательных ходов и обеспечения удобств и безопасности установки и снятия заготовки на станке.

Фиксированная точка станка – точка, определенная относительно нулевой точки станка и используемая для определения положения рабочего органа станка.

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

Плавающий нуль – это свойство ЧПУ (СЧПУ) помещать начало отсчета перемещения рабочего органа в любое положение относительно нулевой точки станка.

Точка начала обработки – точка, определяющая начало обработки конкретной заготовки.

Нулевая точка детали – точка на детали, относительно которой задаются ее размеры.

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.

					ДП 44.03.04.527ПЗ	Ли ст
						43
Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата		

Таблица 13 - Используемые подготовительные функции

Функция	Значение
G0	Быстрое позиционирование
G1	Линейная интерполяция
G2	Круговая интерполяция по часовой стрелке
G3	Круговая интерполяция против часовой стрелки
G80	Отмена постоянных циклов
G90	Ввод размеров в абсолютных значениях
G91	Ввод размеров в приращениях
M6	Смена инструмента
M3	Включение оборотов
M8	Включение СОЖ
M9	Выключение СОЖ
M5	Отключение оборотов
M30	Конец УП

Таблица 14 – Карта кодирования информации

Кодирование информации, содержание кадра	Содержание перехода
1	2
%	
.....	
N100 T1 D1 M6	Выбор инструмента (сверло Ø6,5)
N105 G0 G17 G54G90 H1	Подготовительные команды и назначение корректора на длину инструмента
N110 F183.75 S1225 M3 M8	Назначение оборотов, подачи, включение СОЖ
N115 G0 X2 Y22 Z60	Ускоренное перемещение к началу 1-го отверстия
N120 G1 X-27	Сверление 1-го отверстия
N125 G0 X2	Ускоренный отвод из детали
N130 Y60 Z-21	Ускоренное перемещение к началу 2-го отверстия
N135 G1 X-27	Сверление 2-го отверстия
N140 G0 X2	Ускоренный отвод из детали
N145 M5 M9	Отключение СОЖ, остановка шпинделя перед сменой инструмента
N150 G0 X100 Y100 Z100	Ускоренное перемещение в точку смены инструмента
N155 T2 D2 H1 M6	Выбор инструмента (развертка Ø7.5)

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата
------	----------	----------	-------	------

## Окончание таблицы 14

1	2
N160 G0 G17 G54 G94	Подготовительные команды и назначение корректора на длину инструмента
N165 F63.75S425 M3 M8	Назначение оборотов, подачи, включение СОЖ
N170 G0 X2 Y22 Z60	Ускоренное перемещение к началу 1-го отверстия
N175 G1 X-27	Развертывание черновое 1-го отверстия
N180 G0 X2	Ускоренный отвод из детали
N185 Y60 Z-21	Ускоренное перемещение к началу 2-го отверстия
N190 G1 X-27	Развертывание черновое 2-го отверстия
N195 G0 X2	Ускоренный отвод из детали
N200 M5 M9	Отключение СОЖ, остановка шпинделя перед сменой инструмента
N205 G0 X100 Y100 Z100	Ускоренное перемещение в точку смены инструмента
N210 T3 D3 H1 M6	Выбор инструмента (развертка Ø8)
N215 G0 G17 G54 G94	Подготовительные команды и назначение корректора на длину инструмента
N220 F59.7S398 M3 M8	Назначение оборотов, подачи, включение СОЖ
N225 G0 X2 Y22 Z60	Ускоренное перемещение к началу 1-го отверстия
N230 G1 X-27	Развертывание чистовое 1-го отверстия
N235 G0 X2	Ускоренный отвод из детали
N240 Y60 Z-21	Ускоренное перемещение к началу 2-го отверстия
N245 G1 X-27	Развертывание чистовое 2-го отверстия
N250 G0 X2	Ускоренный отвод из детали
N255 X100 Y100 Z100	Ускоренное перемещение в точку смены инструмента
.....	

ДП 44.03.04.527ПЗ

Ли  
ст

45

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата
------	----------	----------	-------	------

### 3. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

В данном дипломном проекте производится разработка технологического процесса детали «Крышка опорного механизма» на участке механической обработки в условиях среднесерийного производства с количеством выпускаемых готовых деталей 2000 штук в год. Операции 005 и 010 выполняются на одном оборудовании ОЦ с ЧПУ DMU 80P.

#### 3.1. Определение количества технологического оборудования

Таблица 15 – Нормы времени по операциям

№ операции	Наименование операции	Модель оборудования	Штучно-калькуляционное время, <i>t<sub>шт.к.</sub></i> , мин
005	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	DMU 80P	9,17

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;

$N_{\text{год}}$ - годовая программа выпуска деталей, шт;

$F_{\text{об}}$ - действительный фонд времени работы оборудования, ч;

$k_{\text{вн}}$ - коэффициент выполнения норм времени (по данным предприятия

$k_{\text{вн}}= 1,3$ );

$k_3$  – нормативный коэффициент загрузки оборудования, для серийного производства;  $k_3 = 0,75 \div 0,85$ .



Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата		46

Действительный годовой фонд времени работы единицы оборудования рассчитаем следующим образом:

$$F_{об} = F_n \left( 1 - \frac{k_p}{100} \right), \quad (25)$$

где  $F_n$ - 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; 111 – количество выходных и праздничных дней; 254 – количество рабочих дней, из них: 6 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 248 – рабочие дни продолжительностью 8 ч). Отсюда количества рабочих часов оборудования (при трехсменной работе):

$$F_n = 2026 \cdot 3 = 6078 \text{ ч.}$$

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

$$F_{об} = 6078 \cdot \left( 1 - \frac{9}{100} \right) = 5530,98 \text{ ч.}$$

Определяем количество технологического оборудования:

$$q^{005} = \frac{9,17 \cdot 2000}{5530,98 \cdot 1,3 \cdot 0,75 \cdot 60} = 0,05 \text{ шт. Принимаем } q^5 = 1 \text{ шт.}$$

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата
------	----------	----------	-------	------

Таблица 16 – Сводная ведомость оборудования

Тип оборудования	ОЦ DMU 80P
Количество станков по расчету, ед	0,05
Принимаемое количество станков	1
Коэффициент загрузки оборудования, %	0,05
Средний коэффициент загрузки оборудования, %	0,05

### 3.2. Определение капитальных вложений

В данном проекте оборудование и программное обеспечение к нему не приобретаются, а уже есть на предприятии. Поэтому в данном случае не требуется производить расчет капитальных вложений.

### 3.3. Расчет технологической себестоимости детали

Текущие затраты на обработку детали рассчитываются только по тем статьям затрат, которые изменяются в сравниваемых вариантах.

В общем случае технологическая себестоимость складывается из следующих элементов, согласно формуле:

$$C = Z_{зп} + Z_э + Z_{об} + Z_{осн} + Z_{и}, \quad (26)$$

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

$Z_э$  – зарплата на технологическую энергию, р.;

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

$Z_{осн}$  – затраты, связанные с эксплуатацией оснастки, р.;

$Z_{и}$  – затраты на малоценный инструмент, р.

					ДП 44.03.04.527ПЗ	Ли ст
						48
Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата		

*Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих, участвующих в технологическом процессе обработки детали.*

Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{пр}} + Z_{\text{н}} + Z_{\text{к}} + Z_{\text{тр}}, \quad (27)$$

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

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

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

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

*Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих, участвующих в технологическом процессе обработки детали рассчитаем по формуле (форма оплаты труда- сдельная):*

$$Z_{\text{пр}} = C_{\text{т}} \cdot t \cdot k_{\text{мн}} \cdot k_{\text{доп}} \cdot k_{\text{есн}} \cdot k_{\text{р}}, \quad (28)$$

где  $C_{\text{т}}$ - часовая тарифная ставка производственного рабочего на операции, р.;

$t$ - штучно- калькуляционное время на операцию, ч;

$k_{\text{мн}}$ - коэффициент учитывающий многостаночное обслуживание

( $k_{\text{мн}} = 1$ );

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

( $k_{\text{доп}} = 1,05 \div 1,15$ )

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

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата
------	----------	----------	-------	------

$k_p$ - районный коэффициент ( $k_p = 1,15$ ).

Численность станочников вычисляем по формуле:

$$Ч_{ст} = \frac{t \cdot N_{год} \cdot k_{мн}}{F_p},$$

(29)

где  $F_p$  – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, 2026 ч.;

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

$t$  – штучно-калькуляционное время операции, мин;

$N_{год}$  – годовая программа выпуска деталей:  $N_{год} = 2000$  шт.

$$Ч_{ст}^{005} = \frac{9,17 \cdot 2000 \cdot 1,0}{2026 \cdot 60} = 0,15 \text{ чел.};$$

Действительный фонд времени работы станочника определяется по производственному календарю на текущий год (365 – календарное количество дней; 111 – количество выходных и праздничных дней; 254 – количество рабочих дней, из них: 6 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 248 – рабочие дни продолжительностью 8 ч; потери: 24 – отпуск очередной, 2 – потери пол больничному листу, 6 – прочие; итого потерь – 32 дня.). Отсюда количество рабочих часов станочника составляет 1770 ч.

Результаты вычислений занесем в таблицу 17.

Таблица 17 – Затраты на заработную плату станочников

Наименование операции	Часовая тарифная ставка, р.	Штучно-калькуляционное время, мин	Зарботная плата, р.	Численность станочников, чел.	
				расчетная	принятая
Комплексная на ОЦ с ЧПУ	110	9,17	37,70	0,15	1
Итого:		9,17	37,70	0,15	1

ДП 44.03.04.527ПЗ

Ли  
ст

50

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата
------	----------	----------	-------	------

Определим затраты на заработную плату на годовую программу:

$$З_{зп} = 37,70 \cdot 2000 = 75400 \text{ р.}$$

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле:

$$З_{всп} = \frac{C_T^{всп} \cdot F_p \cdot Ч_{всп} \cdot k_{доп} \cdot k_p}{N_{год}}, \quad (30)$$

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

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

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

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

$k_{доп} = 1,05$ ;

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

$Ч_{всп}$  – численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда, р.

Численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда определяется по формуле:

$$Ч_{нал} = \frac{g_n \cdot n}{N}, \quad (31)$$

где  $g_n$  – расчетное количество оборудования, согласно расчетам, составляет  $g_n = 0,13$  шт.;

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

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

$$Ч_{нал} = \frac{0,05 \cdot 3}{10} = 0,015 \text{ чел.}$$



Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата
------	----------	----------	-------	------

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

$$Ч_{\text{трансп.}} = 0,05 \cdot 0,15 = 0,07 \text{ чел.};$$

$$Ч_{\text{контр.}} = 0,07 \cdot 0,15 = 0,01 \text{ чел.}$$

Произведем вычисления заработной платы вспомогательных рабочих:

$$З_{\text{нал}} = \frac{110 \cdot 1770 \cdot 0,015 \cdot 1,15 \cdot 1,05}{2000} = 1,76 \text{ р.};$$

$$З_{\text{трансп.}} = \frac{80 \cdot 1770 \cdot 0,07 \cdot 1,15 \cdot 1,05}{2000} = 5,98 \text{ р.};$$

$$З_{\text{контр.}} = \frac{64 \cdot 1770 \cdot 0,01 \cdot 1,15 \cdot 1,05}{2000} = 0,68 \text{ р.}$$

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

Таблица 18 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Численность, чел.		Затраты на изготовление одной детали, р.
		расчетная	принятая	
Наладчик станков	110	0,15	1	1,76
Транспортный рабочий	80	0,07	1	5,98
Контролер ОТК	64	0,01	1	0,68
Итого:			3	8,42

Определим затраты на заработную плату за год:

$$З_{\text{зп}} = 8,42 \cdot 2000 = 16840 \text{ р.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле:

$$З_{\text{зп}} = 75400 + 16840 = 92240 \text{ р.}$$

					ДП 44.03.04.527ПЗ	Ли ст
						52
Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата		

### Отчисления в социальный фонд.

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

$$92240 \cdot 0,3 = 27672 \text{ р.}$$

### Затраты на электроэнергию

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

$$З_э = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{вр} \cdot k_{од} \cdot k_w \cdot t}{\eta \cdot k_{ен}} \cdot Ц_э, \quad (32)$$

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 крупносерийного производства  $k_{вр} = 0,7$ ;

$k_{од}$  – 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);

$k_{ен}$  – коэффициент выполнения норм,  $k_{ен} = 1,3$ ;

$Ц_э$  – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии,  $Ц_э = 3,3$  р.

Производим расчеты по формуле:

$$З_э(005) = \frac{11 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 9,17}{0,75 \cdot 1,3 \cdot 60} \cdot 3,3 = 1,21 \text{ р.}$$

							53
Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата			

Результаты расчета сводим в таблицу 19.

Таблица 19 – Затраты на электроэнергию

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, мин	Затраты на электроэнергию, р.
ОЦ DMU 80P	11	9,17	1,21
Итого			1,21

Определим затраты на электроэнергию за год:

$$З_э = 1,21 \cdot 2000 = 2420 \text{ р.}$$

*Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования.*

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле:

$$З_{об} = C_{ам} + C_{рем}, \quad (33)$$

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:

$$C_{ам} = \frac{Ц_{об} \cdot N_{ам} \cdot t}{F_{об} \cdot k_з \cdot k_{ви}}, \quad (34)$$

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

$N_{ам}$  – норма амортизационных отчислений,  $N_{амН} = 8\%$ ;

$t$  – штучно-калькуляционное время, мин;

ДП 44.03.04.527ПЗ

Ли  
ст

54

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата
------	----------	----------	-------	------

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

$F_{обНОВ} = 5530,98$  ч;

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

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

Производим расчеты по вариантам по формуле:

$$C_{ам}(005) = \frac{42000000 \cdot 0,08 \cdot 9,17}{5530,98 \cdot 0,85 \cdot 1,3 \cdot 60} = 84,021 \text{ р};$$

Затраты на текущий ремонт оборудования ( $C_{рем}$ ) определяем по количеству ремонтных единиц и стоимости одной ремонтной единицы:

Вычисления производим по формуле:

$$C_{рем} = \frac{Ц_{RE} \cdot \Sigma Re}{t \cdot N_{год}}, \quad (35)$$

где  $\Sigma Re$  – суммарное количество ремонтных единиц по количеству станков одного типа;

$t$  – штучно-калькуляционное время, мин;

$N_{год}$  – годовая программа выпуска деталей.

Производим вычисление затрат на текущий ремонт оборудования по формуле:

$$C_{рем}(005) = \frac{42000000 \cdot 0,01}{9,17 \cdot 2000} = 23 \text{ р};$$

Результаты расчета затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования заносим в таблицу 20.

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата
------	----------	----------	-------	------

Таблица 20 – Затраты на содержание и эксплуатацию на технологическое оборудование

Модель станка	Стоимость, р.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, мин	Амортизационные отчисления, р.	Затраты на ремонт, р.
ОЦ DMU 80P	42000000	1	8	9,17	84,021	23
Итого					84,021	23

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{п}} = 84,021 + 23 = 107,021 \text{ р.}$$

#### *Затраты на эксплуатацию инструмента*

Затраты на эксплуатацию инструмента со сменными пластинами определяются по формуле:

$$Z_{\text{инс}} = \frac{C_{\text{пл}} + C_{\text{к}} / Q}{T \cdot b \cdot N} \cdot T_{\text{м}} \quad (36)$$

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;

$T_{\text{м}}$  - машинное время, мин;



$T$  – нормативная стойкость инструмента, мин.


ДП 44.03.04.527ПЗ

Ли  
ст

56

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата	
------	----------	----------	-------	------	--

Стоимость твердосплавных пластин представлена в таблице 21.

Таблица 21 – Стоимость твердосплавных пластин, руб.

Форма твердосплавной сменной пластины	Ромбическая С,D,V	Трех- гранная Т,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 квадратной пластиной:

$$Z_{ин} = \frac{12 \times 150 + 6500/250}{90 \times 0,9 \times 4} \cdot 5,75 = 32,4 \text{ р}$$

Затраты на эксплуатацию перетачиваемого инструмента определяются по формуле:

$$C_{инс} = \frac{Ц_{инс} + \beta_{п} \cdot Ц_{п}}{T \cdot (\beta_{п} + 1)} \cdot T_o \cdot \eta, \quad (37)$$

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

$\beta_{п}$  - число переточек;

$Ц_{п}$  - 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:

$$C_{инс} = \frac{1500 + 2 \cdot 150}{30 \cdot (2 + 1)} \cdot 0,13 \cdot 1,15 = 2,99 \text{ руб}$$

Аналогичным образом рассчитаем затраты на остальной инструмент,

ДП 44.03.04.527ПЗ

Ли  
ст

57

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата
------	----------	----------	-------	------

результаты расчетов заносим в таблицу 22.

Таблица 22 – 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
Фреза торцовая Ø40 R220.53 – 0040-12-3А. Пластина 1204AFTN-M15	6500 150	-	-	90	5,75	1 12	9,35
Фреза концевая Ø10 R217.69 – 1010.0.0-06-2AN. Пластина ХОМХ 060202R – M05	3500 250	-	-	30	0,05	1 3	0,35
Фреза фасочная Ø20 R217.49–1620.RE-ХО12-45.3А Пластина ХОЕХ 120404TR – ME08	5000 300	-	-	90	6,58	1 2	12,22
Спиральная (кукурузная) фреза Ø12 R217.69–1612.-10-06.2N. Пластина ХОМХ 060202R – M05	4000 150	-	-	45	0,13	1 10	1,02
Спиральная (кукурузная) фреза Ø25 R217.69–2525.3S-024-09.2N. Пластина ХОМХ 090304TR – ME06	4000 250	-	-	45	0,45	1 6	4,19
Спиральная (кукурузная) фреза Ø14 R217.69–0814.RE-15-06.2N. Пластина ХОМХ 060202R – M05	4000 150	-	-	45	0,03	1 6	0,17
Спиральная (кукурузная) фреза Ø15 R217.69–0815.RE-15-06.2N. Пластина ХОМХ 060202R – M05	4000 150	-	-	45	0,05	1 10	0,47
Спиральная (кукурузная) фреза Ø18 R217.69–1618.-10-06.2N. Пластина ХОМХ 060202R – M05	4000 250	-	-	45	0,04	1 6	0,37
Фреза концевая Ø12 R217.69 – 1012.0.0-06-2AN. Пластина ХОМХ 060202R – M05	3500 250	-	-	30	0,02	1 3	0,14

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата			
------	----------	----------	-------	------	--	--	--

Продолжение таблицы 22

1	2	3	4	5	6	7	8
Фреза для врезного фрезерования Ø38 R217.79-1638.RE-09-5AN. Пластина ХОМХ 090304TR – ME06	4500  250	-	-	50	0,07	1  5	0,49
Фреза для врезного фрезерования Ø82 R220.79-0082-16-5A. Пластина APFT 1604PDTR – D15	4500  250	-	-	50	0,05	1  5	0,35
Фреза для врезного фрезерования Ø30 R217.79-1630.RE-09-5AN. Пластина ХОМХ 090304TR – ME06	4500  25	-	-	50	0,06	1  5	0,42
Фреза фасочная Ø30 R217.49-1630.RE-ХО12-45.3A Пластина ХОЕХ 120404TR – ME08	5000  300	-	-	90	0,03	1  2	0,06
Фреза фасочная Ø75 R220.47-0075. Пластина TRKN 2204PDTR – MD15	5000  300	-	-	90	0,04	1  2	0,04
Фасочное сверло Ø5 SD203A-C45-5.0-16.5-8R1. Покрытие TiAlN+TiN	1500	2	150	30	0,38	1	8,74
Фасочное сверло Ø3,4 SD203A-C45-3.4-16.5-8R1. Покрытие TiAlN+TiN	1500	2	150	30	0,43	1	9,89
Фасочное сверло Ø9 SD203A-C90-9.0-16.5-8R1. Покрытие TiAlN+TiN	1500	2	150	30	0,5	1	11,5
Сверло Ø6,5 SD203-6.5-25-8R1. Покрытие TiAlN+TiN	1500	2	150	30	0,33	1	7,59
Развертка Ø7,5 NF10-7.5H10-EB45. Сплав RX2000	2500	-	-	120	0,94	1	17,03
Развертка Ø8 NF10-8.0H7-EB45. Сплав RX2000	2500	-	-	120	1,0	1	18,11

					ДП 44.03.04.527ПЗ	Ли ст
						59
Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата		

Окончание таблицы 22

1	2	3	4	5	6	7	8
Фреза резьбовая ТМ-М6Х1.0ISO-10R5. Сплав CP500	2500	-	-	120	0,34	1	6,16
Фреза резьбовая ТМ-М4Х0.7ISO-10R5. Сплав CP500	2500	-	-	120	0,18	1	3,26
Итого							111,92

Результаты расчетов технологической себестоимости выпуска одной детали сводим в таблицу 23.

Таблица 23 – Технологическая себестоимость обработки детали

Статьи затрат	Сумма, руб.
Заработная плата с начислениями	37,70
Затраты на технологическую электроэнергию	1,21
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	198,521
Затраты на инструмент	111,92
Итого	349,351

*Анализ уровня технологии производства.*

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

Удельный вес каждой операции определяется по формуле:

$$U_{оп} = \frac{T^t}{T} \cdot 100\% , \quad (38)$$

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

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

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата	
------	----------	----------	-------	------	--

Производим расчеты удельного веса операции по формуле:

$$Y_{\text{оп}} (005) = \frac{9,17}{9,17} \cdot 100\% = 1\%$$

#### *Доля прогрессивного оборудования*

Доля прогрессивного оборудования определяется по его стоимости в общей стоимости использования оборудования и по количеству. Удельный вес по количеству прогрессивного оборудования определяется по формуле:

$$Y_{\text{пр}} = \frac{g_{\text{пр}}}{g_{\Sigma}} \cdot 100\% , \quad (39)$$

где  $g_{\text{пр}}$  – количество единиц прогрессивного оборудования,  $g_{\text{пр}} = 3$  шт.;  
 $g_{\Sigma}$  – общее количество использованного оборудования,  $g = 1$  шт.

$$Y_{\text{пр}} = \frac{3}{1} \cdot 100\% = 3\% .$$

Определим производительность труда на программной операции:

$$B = \frac{F_p \cdot k_{\text{вн}} \cdot 60}{t} , \quad (40)$$

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:

$$B_{\text{пр. 005}} = \frac{1770 \cdot 1,02 \cdot 60}{9,17} = 11813 \text{ шт} / \text{чел.год}$$



					ДП 44.03.04.527ПЗ	Ли ст
						61
Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата		

В таблице 24 представлены технико-экономические показатели проекта.

Таблица 24 - Технико-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Ед. изм.	Значения показателей
Годовой выпуск деталей	шт.	2000
Количество оборудования	шт.	1
Количество рабочих	чел.	1
Трудоёмкость обработки одной детали	н/ч	0,15
Технологическая себестоимость одной детали, в том числе:	руб.	349,351
- затраты на инструмент		111,92
- заработная плата рабочих		37,70
Доля прогрессивного оборудования	%	100
Производительность труда	шт/чел.год	11813
Коэффициент загрузки оборудования		0,05

Вывод: Технологическая себестоимость одной детали составляет 349,351 рублей. Затраты на изготовление годового объема деталей составит 6 987 02 рублей.

Так как средняя загрузка станков 5%, чтобы исключить простои оборудования, станки будут догружаться другими деталями.

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата	
------	----------	----------	-------	------	--

## 4. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 4.1. Система переподготовки персонала

Разработанный в дипломном проекте технологический процесс обработки детали «Крышка опорного механизма» будет применен на предприятии АО «Завод 9», который расположен на базе артиллерийского производства "Уралмашзавод". Обработка детали будет производиться на обрабатывающем центре с числовым программным управлением.

В связи с этим требуется переподготовка квалифицированных рабочих.

Вопросы подготовки, переподготовки, а также повышения квалификации рабочих кадров в условиях рыночных отношений приобретают особую актуальность. Важное значение решения этой проблемы имеет на уровне предприятия, положение которого в условиях рыночной экономики коренным способом изменилось. Становясь объектом товарно-денежных отношений, обладающим экономической самостоятельностью и полностью отвечающим за результаты своей деятельности, на предприятии должна быть сформирована также система подготовки, переподготовки и повышения квалификации рабочих кадров, которая обеспечила бы ему высокую эффективность работы, конкурентоспособность и устойчивость положения на рынке.

В настоящее время перед профессиональным обучением рабочих кадров встал целый ряд принципиально важных задач, обусловленных потребностями адаптации предприятий к рынку, проведением модернизации и перепрофилирования производств, реструктуризацией занятости и изменением требований к качеству рабочей силы.

Современное производство предъявляет высокие требования к рабочим кадрам и системе подготовки, переподготовки и повышения квалификации в условиях рыночной экономики. В ходе научно-технического прогресса одни профессии отмирают, другие появляются, третьи модифицируются.

					ДП 44.03.04.527ПЗ	Ли ст
						63
Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата		

Уплотняется трудовой ритм, меняются технические средства. Всё это порождает необходимость в новых формах подготовки, переподготовки и повышения квалификации рабочих кадров.

При внедрении в производство предлагаемого технологического процесс обработки детали «Крышка опорного механизма» требуется подготовить квалифицированных рабочих – Операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ, на которых производится большая часть операций механической обработки данной детали. Все эти функции выполняет рабочий, от точных действий которого будет зависеть качество обработанной поверхности заготовки.

Операторы-наладчики обрабатывающих центров с ЧПУ, прошедшие полный курс обучения, сдают квалификационные экзамены, в которые включаются выполнение производственных работ и проверка технических знаний, после чего им присваивается 3-й разряд. Операторы-наладчики обрабатывающих центров с ЧПУ, получившие разряд, смогут квалифицированно работать на различных станках с ЧПУ, в том числе и на используемом в дипломной проекте обрабатывающем центре.

Целью методической части дипломного проекта является разработка методики и методического обеспечения проведения занятия теоретического обучения для подготовки Оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ. Для данного проекта это будет переподготовка Токаря 5-го разряда на Оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ 3-го разряда в «Учебный центр» Уралмашзавода.

#### 4.2. Общая характеристика «Учебный центр» Уралмашзавода

«Учебный центр» Уралмашзавода – это корпоративный образовательный центр, созданный на базе Отдела технического обучения и учебно-производственного цеха ОАО «Уралмашзавод» в 2002 году решением Совета директоров ОАО «Уралмашзавод».

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата		64

«Учебный центр» осуществляет профессиональную подготовку и повышение квалификации по профессиям машиностроительного комплекса и профессиональное обучение персонала предприятия в области охраны труда, эксплуатации опасных производственных объектов.

Цель работы – подготовка новых рабочих, повышение квалификации рабочих и специалистов ПАО «Уралмашзавод» и других предприятий города.

В «Учебный центр» работают высококвалифицированные и опытные преподаватели, имеющие большой практический стаж работы. Также в процесс обучения привлекаются специалисты-практики ПАО «Уралмашзавод» и других предприятий, преподавательский состав ВУЗов.

Для обеспечения качества учебного процесса в Учебном центре имеется учебно-практическая база, которая позволяет не только проводить теоретическое обучения, но и лабораторно-практические занятия по отработке первичным трудовых навыков и прохождения производственного обучения на учебно-производственном участке подготовки кадров сварочных производств. Также, в процесс обучения привлекаются специалисты-практики ПАО «Уралмашзавод» и других предприятий, преподавательский состав ВУЗов. Весь аудиторный фонд Учебного центра оснащен мультимедийным оборудованием, созданы комфортные условия для обучающихся.

*Основные принципы работы «Учебный центр»:*

*Комплексность* – интеграция работ, проводимых в рамках образовательных программ, позволяющих решать цели системы обучения: приобретение необходимых знаний и умений; эффективное применение знаний на высоком технологическом уровне.

*Практическая направленность* – реализация уже имеющихся ресурсов с целью их качественного улучшения, учет экономической заинтересованности всех участников производственно-образовательного комплекса

*Реальность* – использование программ обучения уже апробированных и доказавших свою практическую состоятельность, основанных на реальных условиях производства.

						65
Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата		



*Демократичность* – организационная самостоятельность каждого участника производственно-образовательного комплекса

### *Цели обучения рабочим профессиям на производстве*

Программы профессионального обучения и повышения квалификации рабочих позволяют обучающимся приобрести необходимые знания, умения и навыки, определяемые требованиями профессиональных стандартов. Полученные профессиональные компетенции дают возможность выпускникам работать по профессии на предприятиях соответствующего профессии профиля.

### *Организация обучения рабочим профессиям*

Формы обучения – очно-заочная (с частичным отрывом от производства).  
Обучение по программе делится на две части:

- теоретическое обучение – осуществляется на площадях учебного центра в специализированных учебных классах. Занятия ведут опытные преподаватели-практики. Формы занятий – лекции, практические работы, производственные экскурсии и др.

- производственное обучение – осуществляется непосредственно на рабочих местах обучающихся на предприятиях-заказчиках или на учебно-производственном участке учебного центра.

Продолжительность обучения от 1 до 2,5 месяцев (теоретическое обучение)  
от 1 до 3,5 месяцев

### *Итоги обучения*

Организация обучения предполагает 2 этапа контроля:

- текущий контроль – осуществляется по основным общепрофессиональным дисциплинам. Контроль осуществляется по окончании обучения по дисциплине в форме зачетного теста;

- итоговый контроль – осуществляется по окончании обучения по программе в форме квалификационного экзамена. Квалификационный экзамен включает в себя 2 этапа: проверка теоретических знаний (экзамен в устной форме по билетам); проверка практических навыков и умений (выполнение квалификационной работы).

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Обучающиеся, успешно сдавшие квалификационный экзамен получают Свидетельство о присвоении профессии и соответствующего квалификационного разряда.

#### 4.3. Анализ требований Профессионального стандарта

Профессия – Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ

Квалификация - 3-ий разряд

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 (служащих)

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

Для переобучения Станочников на Операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ 3-го разряда в учебном центре предприятия выберем обобщенную трудовую функцию - Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности.

Данная трудовая функция, согласно Стандарта имеет код В/01.3 и принадлежит третьему уровню квалификации.

Выделим трудовую функцию - Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам.

					ДП 44.03.04.527ПЗ	Ли ст
						67
Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата		

Выделим трудовые действия по трудовой функции - Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 квалитетам:

Обработка отверстий в деталях по 7–8 квалитетам

Обработка поверхностей деталей по 7–8 квалитетам.

Необходимые умения, которыми должен обладать Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 3-го разряда:

Использовать контрольно-измерительные инструменты для проверки изделий на соответствие требованиям конструкторской документацией станка и инструкции по наладке;

Пользоваться конструкторской документацией станка и инструкцией по наладке для выполнения данной трудовой функции;

Выполнять обработку отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 квалитетам.

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

#### 4.4. Анализ содержания программы переподготовки Оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ

При переподготовке Токаря 5-го разряда на Оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ 3-го разряда 2 дисциплины из общепрофессионального модуля перезачитываются. На остальные дисциплины общепрофессионального модуля в учебном плане Оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ отведено больше часов, в связи с этим, их необходимо повторить (таблица 1).

					ДП 44.03.04.527ПЗ	Ли
						ст
						68

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата	
------	----------	----------	-------	------	--

Дисциплины профессионального модуля Токаря 5-го разряда и Оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ 3-го разряда не имеют общих названий и не повторяются в учебных планах данных профессий, поэтому не сравниваются.

Таблица 25 – Сравнение учебных планов

Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ Разряд 3.			Токарь Разряд 5.		
1	2	3	4	5	6
№	Курсы, предметы	Количество часов	№	Курсы, предметы	Количество часов
<b>Общепрофессиональный цикл</b>		<b>70</b>	<b>Общепрофессиональный цикл</b>		<b>48</b>
1	Материаловедение	12	1	Материаловедение	6
2	Допуски и технические измерения	10	2	Допуски и технические измерения	6
3	Техническое черчение и чтение чертежей	10	3	Техническое черчение и чтение чертежей	6
4	Основы электротехники	8	4	Основы электротехники	4
5	Сведения из технической механики	10	5	Сведения из технической механики	6
6	Основы организации производства и оплата труда	10	6	Основы организации производства и оплата труда	10
7	Охрана труда на машиностроительных предприятиях	10	7	Охрана труда на машиностроительных предприятиях	10
<b>Профессиональный модуль</b>		<b>96</b>	<b>Профессиональный модуль</b>		<b>70</b>
<b>Производственное обучение</b>		<b>180</b>	<b>Производственное обучение</b>		<b>180</b>
Консультации		8	Консультации		8
Квалификационный экзамен		8	Квалификационный экзамен		8
<b>ИТОГО</b>		<b>362</b>	<b>ИТОГО</b>		<b>314</b>

4.5 Анализ учебного плана переподготовки Операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ

Профессия – Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ

Квалификация - 3-ий разряд

					ДП 44.03.04.527ПЗ	Ли ст
						69
Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата		

Срок обучения – 2,5 месяца

Учебный план переподготовки состоит из Общепрофессионального модуля (28 академических часов), Профессионального модуля (96 академических часа) и Производственного обучения (180 часов). Срок обучения – 2,5 месяца.

Операторы-наладчики обрабатывающих центров с ЧПУ, прошедшие полный курс обучения, сдают квалификационные экзамены, в которые включаются проверка теоретических знаний и выполнение производственных работ, после чего им присваивается 3-й разряд.

Приведем учебный план переподготовки Оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ 3-го разряда (таблица 2).

Таблица 26 – Учебный план переподготовки Оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ 3-го разряда

№	Курсы, предметы	Количество
1	2	3
<b>Общепрофессиональный модуль</b>		<b>28</b>
1	Материаловедение	6
2	Допуски и технические измерения	6
3	Техническое черчение и чтение чертежей	6
4	Основы электротехники	6
5	Сведения из технической механики	4
<b>Профессиональный модуль</b>		<b>96</b>
1	Устройство станков с программным управлением	24
2	Процесс резания металлов и режущий инструмент для станков с ЧПУ	14
3	Технология металлообработки на металлорежущих станках с программным управлением	20
4	Основные сведения о программном управлении. Методы подготовки управляющих программ	16
5	Наладка и эксплуатация станков с ЧПУ	20
6	Охрана окружающей среды при работе на станках с ЧПУ	2
<b>Производственное обучение</b>		<b>180</b>
Консультации		8
Квалификационный экзамен		8
<b>ИТОГО</b>		<b>320</b>

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Анализируя программу для переподготовки рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» 3-го разряда, стоит отметить, что программа переобучения включает в себя все необходимые разделы теоретического обучения и достаточное количество часов на производственное обучение.

Для дальнейшей разработки выберем из учебного плана раздел «Устройство станков с программным управлением». На данный раздел учебным планом отведено 20 часов. Проанализируем содержание данного раздела.

4.6. Анализ содержания раздела «Устройство станков с программным управлением» и перспективно-тематическое планирование учебного процесса

На раздел «Устройство станков с программным управлением» отведено 24 часа, т.е. 12 уроков теоретического обучения, продолжительностью по 2 академических часа каждый.

Приведем содержание раздела:

Токарная группа станков с ЧПУ. Назначение токарных станков с ЧПУ. Технологические возможности станков с ЧПУ. Конструктивные особенности и узлы токарных станков с программным управлением.

Точность токарных станков с ЧПУ и ее обеспечение. Режущий инструмент для токарных станков с ЧПУ и его конструктивные особенности. Вспомогательный инструмент для закрепления режущего инструмента. Приспособления для закрепления деталей при обработке. Приспособления для настройки инструмента на размер.

Фрезерные станки с программным управлением. Назначение фрезерных станков с ЧПУ. Конструктивные особенности фрезерных станков с ЧПУ. Компоновка фрезерных станков.

Приспособления для фрезерных станков с ЧПУ используемые для закрепления заготовок и деталей, их конструктивные особенности.



					ДП 44.03.04.527ПЗ	Ли ст
						71
Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата		

Режущий инструмент и технологическая оснастка для его крепления (конструкция и их особенности). Гидропривод фрезерных станков с программным управлением. Правила обслуживания, наладки и настройки.

Фрезерные станки с цикловым программным управлением и их конструктивные особенности.

Сверлильные и расточные станки.

Особенности обработки на станках сверлильно-расточной группы. Элементы программного управления.

Горизонтально-расточные станки с ЧПУ. Конструктивные особенности. Технологическая оснастка для закрепления детали и режущего инструмента, их конструкции и особенности.

Станки с ЧПУ для многооперационной обработки. Основные особенности станков для многооперационной обработки. Конструктивные узлы. Настройка и управление станками. Кинематические схемы многооперационных станков с ЧПУ.

Автоматические линии и участки из станков с ЧПУ.

Область применения и классификация. Транспортно-складские системы. Конструкции зажимных устройств.

Промышленные роботы. Инструментальное хозяйство. Структура автоматизированных производственных модулей и гибких автоматизированных производств.

Наладка и эксплуатация ГАПов и автоматизированных производственных модулей.

Изучив содержание раздела, можно разделить его на 12 уроков теоретического обучения.

1. Токарная группа станков с ЧПУ и ее характеристики.

2. Режущий инструмент для токарных станков с ЧПУ и его конструктивные особенности. Вспомогательный инструмент для закрепления режущего инструмента.

						ДП 44.03.04.527ПЗ	Ли ст
							72

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата	
------	----------	----------	-------	------	--

3. Приспособления для закрепления деталей при обработке. Приспособления для настройки инструмента на размер.

4. Фрезерные станки с программным управлением. Назначение. Конструктивные особенности. Компоновка.

5. Приспособления для фрезерных станков с ЧПУ, их конструктивные особенности. Режущий инструмент и технологическая оснастка для его крепления.

6. Фрезерные станки с цикловым программным управлением и их конструктивные особенности.

7. Сверлильные и расточные станки. Особенности обработки. Элементы программного управления.

8. Горизонтально-расточные станки с ЧПУ. Конструктивные особенности. Технологическая оснастка.

9. Станки с ЧПУ для многооперационной обработки. Основные особенности станков для многооперационной обработки. Конструктивные узлы.

10. Настройка и управление станками. Кинематические схемы многооперационных станков с ЧПУ.

11. Автоматические линии и участки из станков с ЧПУ. Область применения и классификация. Транспортно-складские системы. Конструкции зажимных устройств.

12. Промышленные роботы. Инструментальное хозяйство. Структура, наладка и эксплуатация ГАПов и автоматизированных производственных модулей.

Далее разработаем перспективно-тематический план.

Перспективно-тематический план определяет необходимое число учебных занятий по каждой теме. Так как в нем отражается система уроков, можно проследивать логическую последовательность приобретения учащимися новых умений и знаний, закрепление и обобщение материала, изученного ранее.

					ДП 44.03.04.527ПЗ	Ли ст
						73
Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата		

В перспективно-тематическом планировании система уроков фиксируется указанием их номеров по теме, темы и образовательной цели каждого урока.

Цели уроков при перспективной подготовке к теме намечаются ориентировочно для определения места каждого урока в системе уроков. Конкретная рабочая цель урока, учитывающая все его задачи и условия проведения, определяется непосредственно перед уроком.

Чрезвычайно важным является распределение времени на организующую, контролирующую и информационную части занятия.

Перспективный план занятия - своего рода организационный чертеж программного материала, где учтены все компоненты системы занятий, рассчитана логика учебного процесса, соблюдена преемственность содержания и методов обучения, проектируется формирование личности будущего специалиста, здесь реализуется принцип педагогического предвидения. Компоненты плана преподаватель определяет в зависимости от учебной дисциплины и содержания программного материала темы, учебно-материальной базы кабинета, уровня подготовки студентов. План является связующим элементом в системе учебно-планирующей документации между развернутым учебным планом и планами отдельных занятий теоретического обучения.

Занятие следует начинать с объяснения его учебной цели и содержания. В этом случае учащиеся рассматривают изучаемый материал занятия как очередную ступень к достижению профессиональных знаний и мастерства, создается мотивация учения, появляется сознательное и устойчивое стремление к решению познавательных задач.

Дидактическая цель очередного занятия определяется содержанием материала программы. Преподаватель указывает в плане на обучающую, развивающую и воспитывающую функции занятия (какие предполагаются приращения в знаниях, умениях и навыках обучаемых; какие логические операции и приемы умственной деятельности они усвоят; какие качества личности будут формироваться).

					ДП 44.03.04.527ПЗ	Ли
						ст
						74

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата	
------	----------	----------	-------	------	--

Развивающая цель. Решаемые на занятии задачи развития учащихся могут носить разносторонний характер, который, в первую очередь, определяется задачами конкретной дисциплины. Здесь можно выделить следующие цели: развитие умения выделять главное в изучаемом материале, составление кинематических схем, выполнение сравнительного анализа какого-либо процесса, заполнение таблицы на основе исходных данных, развитие самостоятельности в мышлении и учебной деятельности и т.п.

Воспитательная цель. Эта задача связана с формированием научного мировоззрения, трудовым и эстетическим воспитанием учащихся; учить сравнивать и обобщать изучаемые законы, явления и факты, устанавливать причинно-следственные связи между ними, логически излагать свои мысли; учить образному мышлению - пространственным представлениям, творческому подходу к любому делу.

Типы занятия. Указание типа занятия способствует реализации принципа педагогического предвидения. В зависимости от уровня подготовленности группы и избираемых методов преподавания, занятие определяется как проблемное или не проблемное.

Методы и приемы активизации деятельности обучаемых, планируемые преподавателем, предполагают разработку методики изучения учебного материала, систему методов обучения для каждого занятия, системы заданий с преобладанием проблемного характера для фронтальной самостоятельной работы учащихся, комплектов дидактических обучающих материалов.

Материально-техническое оснащение занятий. Дисциплины специального цикла требуют постоянного использования значительного количества разнообразных наглядных пособий, технических средств обучения.

Перспективно-тематический план является, как правило, долговременным документом, рассчитанным на 4-5 лет, т.е. на все время действия учебной документации, на основе которой он составлялся. Однако такая стабильность плана не исключает, а предполагает систематическую работу по его улучшению и совершенствованию.

					ДП 44.03.04.527ПЗ	Ли ст
						75
Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата		

В ходе реализации плана анализируется, в какой мере решены задачи предыдущих занятий и что надо сделать для лучшей организации последующих, в план вносятся дополнения, уточнения и изменения, необходимость в которых возникает по мере проведения уроков, появления и использования передового опыта преподавания предмета, изменения условий учебной работы, состава учащихся или по другим причинам.

Обязательной формы перспективно-тематического планирования не установлено, она определяется в зависимости от специфики предмета, содержания учебного материала, учебно-материального оснащения учебного процесса, опыта преподавателя, установившегося порядка планирования учебного процесса в учебном заведении. Варианты перспективно - или календарно-тематического планирования могут быть разными, наиболее целесообразны графы: № занятия, тема занятия, цели – обучающая, воспитывающая и развивающая, тип занятия, вид, методы обучения, формы организации познавательной деятельности учащихся, оснащение занятия, примечание. Педагог вправе сам выбрать структуру и содержание перспективно-тематического планирования. При этом можно широко использовать существующие в учебных заведениях паспорта учебно-методического обеспечения производственного обучения, в которых учтено наименование, характеристика и количество имеющихся в наличии учебной и учебно-методической документации, литературы и пособий, дидактических средств обучения и т.п.

ПТП обеспечивает:

- систематизацию тем программы дисциплины по урокам (занятиям);
- возможность соотнесения выбранных методов, дидактических средств (ДС), форм обучения.

Фрагмент перспективно-тематического плана раздела «Устройство станков с программным управлением» представлен в таблице 27.



ДП 44.03.04.527ПЗ

76

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата		
------	----------	----------	-------	------	--	--

Таблица 27 - Перспективно-тематический план раздела

«Устройство станков с программным управлением» фрагмент

№ урока п\п ч.	Тема урока	Цели урока	Методы обучения	Тип урока	Способ организации	ДСО
1	2	3	4	5	6	7
1 (2ч)	Токарная группа станков с ЧПУ и ее характеристики.	Обучающая: -сформировать знания о токарной группе станков с ЧПУ и ее характеристиках Развивающая: развивать у обучаемых умение анализировать, сравнивать, давать оценку возможностям современного оборудования. Воспитательная: - Воспитывать у учащихся интерес к новым знаниям	рассказ, беседа, демонстрация презентации, показ оборудования	Урок усвоения новых знаний	Фронтальный	Учебное пособие, ПК, мультимедиа проектор, экран, слайды
2 (2ч)	Режущий инструмент для токарных станков с ЧПУ и его конструктивные особенности. Вспомогательный инструмент для закрепления режущего инструмента	Обучающая - сформировать знания о режущем инструменте для токарных станков с ЧПУ и его конструктивных особенностях. - сформировать знания о вспомогательном инструменте для закрепления режущего инструмента Развивающая: - развивать любознательность, абстрактное мышление. Воспитательная: - воспитывать уверенность в успешном конечном результате, умение организовать и планировать свой труд, умение работать творчески.	рассказ, беседа, демонстрация презентации, показ инструмента	Урок усвоения новых знаний	Фронтальный	Учебное пособие, ПК, мультимедиа проектор, экран, слайды, инструмент

ДП 44.03.04.527ПЗ

77

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата		

Продолжение таблицы 27

1	2	3	4	5	6	7
3 (2ч)	<p>Приспособления для закрепления деталей при обработке.</p> <p>Приспособления для настройки инструмента на размер.</p>	<p>Обучающая</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- сформировать знания о приспособлениях для закрепления деталей при обработке.</li> <li>-сформировать знания о приспособлениях для настройки инструмента на размер.</li> </ul> <p>Развивающая:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Развивать у учащихся осознание полезности, значимости изучения материала по данной теме</li> </ul> <p>Воспитательная:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- воспитать сознательное отношение к учебе</li> </ul>	<p>рассказ, беседа, демонстрация презентации, показ приспособлений</p>	<p>Урок усвоения новых знаний</p>	<p>Фронтальный</p>	<p>Учебное пособие, ПК, мультимедиапроектор, экран, слайды, приспособления</p>
4 (2ч)	<p>Фрезерные станки с программным управлением.</p> <p>Назначение.</p> <p>Конструктивные особенности.</p> <p>Компоновка.</p>	<p>Обучающая</p> <p>Сформировать знания о фрезерных станках с программным управлением, назначении фрезерных станков с ЧПУ, конструктивных особенностях фрезерных станков с ЧПУ, компоновке фрезерных станков.</p> <p>Развивающая:</p> <p>развивать у учащихся познавательный интерес, умение анализировать, сравнивать, систематизировать полученные знания.</p> <p>Воспитательная:</p> <p>воспитывать уверенность в успешном конечном результате, умение организовать и планировать свой труд, умение работать творчески.</p>	<p>рассказ, беседа, демонстрация презентации, показ оборудования</p>	<p>Урок усвоения новых знаний</p>	<p>Фронтальный</p>	<p>Учебное пособие, ПК, мультимедиапроектор, экран, слайды</p>

						78
Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата		

Окончание таблицы 27

1	2	3	4	5	6	7
4 (2ч)	Фрезерные станки с программным управлением. Назначение. Конструктивные особенности. Компоновка.	Обучающая Сформировать знания о фрезерных станках с программным управлением, назначении фрезерных станков с ЧПУ, конструктивных особенностях фрезерных станков с ЧПУ, компоновке фрезерных станков. Развивающая: развивать у учащихся познавательный интерес, умение анализировать, сравнивать, систематизировать полученные знания. Воспитательная: воспитывать уверенность в успешном конечном результате, умение организовать и планировать свой труд, умение работать творчески.	рассказ, беседа, демонстрация презентации, показ оборудования	Урок усвоения новых знаний	Фронтальный	Учебное пособие, ПК, мультимедиапроектор, экран, слайды

#### 4.7. Разработка плана занятия теоретического обучения

Тема занятия: Фрезерные станки с программным управлением.

Цели:

*Обучающая:*

Сформировать знания о фрезерных станках с программным управлением, назначении фрезерных станков с ЧПУ, конструктивных особенностях фрезерных станков с ЧПУ, компоновке фрезерных станков.

*Развивающая:* развивать у учащихся познавательный интерес, умение анализировать, сравнивать, систематизировать полученные знания.

ДП 44.03.04.527ПЗ

79

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата		

Металлорежущие станки являются источниками локальной вибрации.

*Воспитательная:* воспитывать уверенность в успешном конечном результате, умение организовать и планировать свой труд, умение работать творчески.

Тип занятия:

Методы обучения: рассказ, беседа, демонстрация презентации, показ оборудования

Способ организации: фронтальная

Средства обучения: Учебное пособие, ПК, мультимедиапроектор, экран, слайды

Запланированное время проведения занятия: 2 академических часа.

### **Структура занятия:**

1. Организационная часть - 5 мин.
2. Актуализация опорных знаний – 10 мин.
3. Мотивация – 5 мин.
4. Сообщение нового учебного материала – 45 мин
5. Закрепление нового материала – 15 мин.
6. Подведение итогов – 5 мин.
7. Домашнее задание – 5 мин.

Таблица 28 - Модель деятельности преподавателя и обучаемых на занятиях

№ этапа	Наименование этапа занятий	Деятельность преподавателя	Время этапа (мин)	Деятельность обучающихся
1	2	3	4	5
1	Организационная часть	- приветствие - проверка присутствующих и внешнего вида учащихся.	5	Приветствуют преподавателя. Участвуют в переключке
2	Актуализация опорных знаний	Задаёт вопросы, анализирует ответы. Поправляет учащихся и, если требуется, добавляет информацию к их ответам.	10	Отвечают устно на вопросы, дополняют ответы друг друга.



ДП 44.03.04.527ПЗ

80

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата		
------	----------	----------	-------	------	--	--

## Окончание таблицы 28

1	2	3	4	5
3	Этап мотивации	Сообщает тему, цели урока и ход урока. Мотивирует обучающихся. Рассказывает о важности темы для их дальнейшей трудовой деятельности.	5	Слушают, записывают тему урока в тетрадь.
4	Сообщение нового учебного материала	Преподаватель рассказывает новый материал. В ходе объяснения нового материала использует слайды (приложение А), демонстрирует видеоролик.	45	Слушают, записывают наиболее значимые моменты. Работают со слайдами, смотрят видеоролик с демонстрацией работы станка.
5	Закрепление новых знаний	Проводит фронтальный опрос. Задаёт вопросы. Оценивает ответы, если нужно, поправляет учащихся, задаёт наводящие вопросы.	15	Отвечают устно на вопросы
6	Подведение итогов	Обобщает новый учебный материал. Благодарит за внимание, сообщает об окончании урока.	5	Слушают
7	Домашнее задание	Повторить пройденный материал.	5	Записывают в тетрадь.

### Актуализация опорных знаний

1. Назовите приспособления для закрепления деталей при обработке на токарном станке с ЧПУ.
2. Каким инструментом ведется обработка на токарном станке с ЧПУ?
3. Назовите приспособления для настройки инструмента на размер.

### Конспект изложения нового материала

**Тема урока «Фрезерные станки с программным управлением» (слайд 1).**

									81
Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата					

## Тема урока: Фрезерные станки с программным управлением

Фрезерные станки с ЧПУ получили широкое распространение в промышленности. Они предназначены для фрезерования поверхностей крышек, планок, рычагов, корпусов и кронштейнов простой конфигурации, контуров сложной конфигурации типа кулачков, шаблонов и т. д., поверхностей корпусных деталей с нескольких сторон и под различными углами с расфрезерованием отверстий больших диаметров и др.

Фрезерные станки можно классифицировать по различным признакам

По расположению шпинделя:

1. Вертикальные.
2. Горизонтальные

Вертикальные станки являются наиболее универсальными и применяются в большинстве случаев. На горизонтальных станках обрабатываются в основном крупногабаритные детали.

По количеству управляемых осей (степеней свободы): (слайд 2)

Однокоординатные.

Двухкоординатные.

...

						82
Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата		



Ось шпинделя всегда является осью  $Z$  и направлена на инструмент. Оси  $X$  и  $Y$  – перпендикулярные направления перемещения режущего инструмента в плоскости стола. Оси  $A, B, C$  – это вращения вокруг осей  $X, Y, Z$ .

По типу стола: (слайд 3)

С неподвижным столом

С подвижным столом



Наиболее распространенной является компоновка станка, где оси  $X$  и  $Y$  реализованы перемещением стола относительно шпинделя. Для обработки крупногабаритных деталей и для улучшения обзора рабочей зоны изготавливают станки, где стол неподвижен, а вся шпиндельная бабка перемещается относительно него.

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата
------	----------	----------	-------	------

Многокоординатные станки различаются по способу реализации 4, 5 и более осей: (слайд 4)

С поворотным столом

С поворотной головкой



Самый простой способ сделать из 3 координатного станка 4 или 5 координатный – это установить на основной стол станка дополнительный поворотный стол. Главным недостатком этого решения является уменьшение рабочей зоны станка. В общем случае, поворотный стол может быть встроенным изначально. Более крупные станки оснащают поворотной головкой, которая имеет 1 или 2 степени свободы и может работать как с индексированием, так и в режиме непрерывного управления.

Фрезерный станок с ЧПУ состоит из следующих элементов: (слайд 5)

Станина. Бывает 2-ух видов – литая и сварная. Первый вид имеет преимущества из-за большей жёсткости и лучшей демпфирующей способности. В то же время, сваркой можно получить более сложную конфигурацию, что, иногда, необходимо.

					ДП 44.03.04.527ПЗ	Ли ст
						84
Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата		





Направляющие. Существуют линейные направляющие и направляющие скольжения. Второй вид используется повсеместно в универсальном оборудовании. Обладает большей жесткостью, что обуславливает их применения на станках для черновой обработки. Однако, данный тип направляющих имеет трение скольжение, которое является причиной низкой скорости перемещения рабочих узлов станка (до 10/мин) и меньшей точности интерполяции. Линейные направляющие работают на трении качения. Обеспечивают высокие скорости перемещения (до 100м/мин) и более высокую точность, чем направляющие скольжения. Недостатком этого типа является более низкая жёсткость. Однако его можно нивелировать, увеличивая количество установленных направляющих.

Шпиндель одна из самых важных частей станка. Обеспечивает главное движение резания. Первый вид – шпиндель установлен отдельно от привода и вращение передаётся с помощью ременной передачи или напрямую через муфту. Шпиндель может иметь как подшипники качения, так и аэродинамические или гидростатические подшипники. Второй вид – шпиндель представляет собой электродвигатель, в роторе которого закрепляется инструмент. Первая разновидность наиболее распространена, т.к. значительно дешевле в изготовлении. Её главным недостатком является невысокая частота вращения (до 15000 об/мин). Для многих операций этот недостаток не является существенным, однако, при обработке сложных поверхностей штампов или прессформ высокая частота вращения необходима. Второй тип шпинделей может развивать более 100000 об/мин.

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата		85

Приводы подачи. Высокомоментные электромоторы, вращательное движение ротора которых превращается в линейные перемещения рабочих узлов станка с помощью шарико-винтовых пар (ШВП). Текущее положение определяется либо с помощью круговых датчиков на приводе, либо с помощью линейных датчиков (линеек), расположенных вдоль направляющих. Линейные двигатели – особый вид двигателей, у которых ротор и статор расположены вдоль направляющих, а текущее положение определяется только с помощью линеек. Последние имеют значительно более высокую точность, т.к. из передаточной цепи исключена ШВП – звено, вносящее погрешность, особенно при изменении направлении движения. Однако, линейные двигатели очень дороги и сложны в изготовлении.

Система ЧПУ (слайд 6). Существует большое количество различных систем, имеющих свои достоинства и недостатки. Самые распространенные в мире это – Fanuc и Siemens.



Магазин для инструментов (слайд 7). Тип «Зонтик» – инструменты расположены вертикально. За каждым карманом жёстко закреплен свой номер. Недорогой, но медленный (время смены 8-15с). Тип «Рука» инструменты расположены горизонтально. Манипулятор ставит инструмент в ближайшую ячейку. Возможен «предвыбор» инструмента, когда магазин вращается одновременно с работой станка. Всё это в несколько раз уменьшает время смены инструмента (2-5с).

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата
------	----------	----------	-------	------

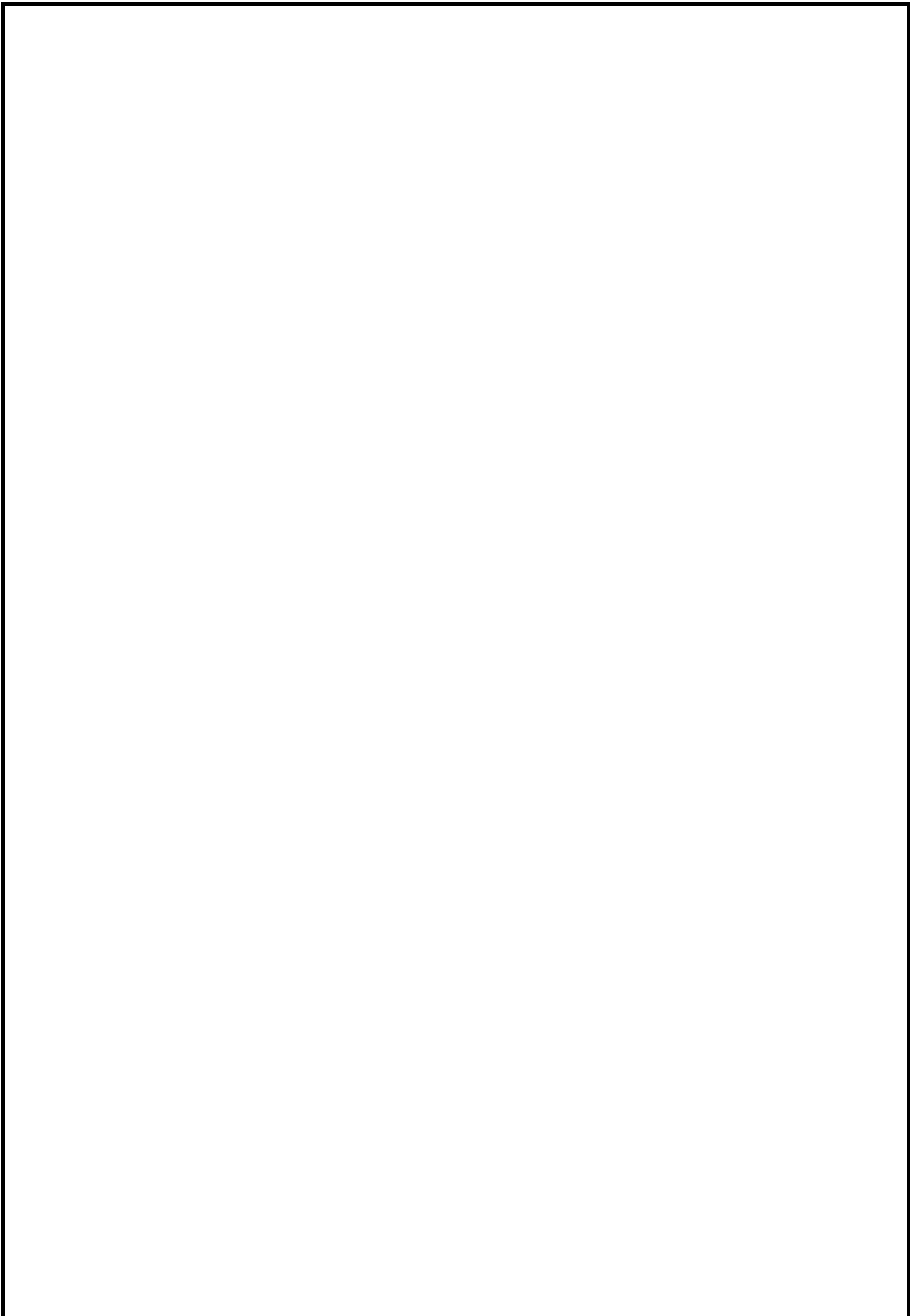


Также, существует целый ряд других систем для смены инструмента.

В качестве примера рассмотрим обрабатывающий центр с ЧПУ DMU 80P (слайд 8).



Самый маленький станок в успешной линейке P впечатляет своими размерами. 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.




ДП 44.03.04.527ПЗ

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата	
------	----------	----------	-------	------	--

Великолепная комплексная обработка: токарная и фрезерная технологии реализованы в одном. Обработка фрезерованием и точением при одной 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 DMС позволяет выполнять наладку во время производственного цикла с достижением максимальной производительности.

Технические характеристики станка представлены в таблице 4 (слайд 9).

Таблица 29 – Технические характеристики ОЦ DMU 80P

Технические характеристики	Ед.изм.	Параметры
1	2	3
<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	∅ 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
Момент (40/100% цикла нагрузки)	Nm	130 / 87
<b>Устройство смены инструмента</b>		
Установка инструмента		HSK-A63
Инструментальный магазин	Pockets	40 / chain
<b>Линейные оси (X/Y/Z)</b>		
Скорость быстрого хода/подачи	m/min	60
Ускорение	m/s <sup>2</sup>	7 / 6,5 / 6,5
Сила подачи	kN	13 / 13 / 09
Высота станка (в стандартном исполнении)	mm	3 462
Вес станка	kg	16 500

ДП 44.03.04.527ПЗ

Ли  
ст

88

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата
------	----------	----------	-------	------

## Технические характеристики ОЦ DMU 80P

Технические характеристики	Ед. изм.	Параметры
Рабочая зона		
Оси X/Y/Z	mm	800 x 1000 x 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
Наклонная фрезерная головка с ЧПУ (ось B)		Standard
Наклонная фрезерная головка с ЧПУ (ось B)	degrees	-30 / +180
Диапазон наклона (0 - по вертикали / 180 - по горизонтали)	об/мин	30
Быстрый ход и подача		
Опции: 5 осей		
Диапазон наклона (0 - по вертикали / 180 - по горизонтали)	degrees	-10 / +180
Быстрый ход и подача	об/мин	23
Главный привод		
Встроенный мотор-шпиндель NSK-A63	об/мин	12 000
Мощность (40/100 % цикла нагрузки)	kW	29 / 19
Момент (40/100% цикла нагрузки)	Nm	130 / 87
Устройство смены инструмента		HSK-A63
Установка инструмента		40 / cham
Инструментальный магазин	Pockets	
Линейные оси X/Y/Z		
Скорость быстрого хода/подана	m/min	60
Ускорение	m/s <sup>2</sup>	7 / 6,5 / 6,5
Сила подачи	kN	13 / 13 / 09
Необходимая площадь для станка в стандартном исполнении, вместе с транспортером стружки без подачи охлаждающей жидкости через внутренний канал	approx. m <sup>2</sup>	19
Высота станка (в стандартном исполнении)	mm	3 462
Вес станка	kg	16 500

### Вопросы для закрепления новых знаний

Вопрос	Предполагаемый ответ
По каким признакам можно классифицировать Фрезерные станки?	По расположению шпинделя По количеству управляемых осей По типу стола
Какие бывают станки по расположению шпинделя?	1. Вертикальные. 2. Горизонтальные
Назовите способ сделать из 3 координатного станка 4 или 5 координатный.	Установить на основной стол станка дополнительный поворотный стол
Из каких элементов состоит фрезерный станок с ЧПУ?	Станина Направляющие Шпиндель Приводы подачи Система ЧПУ Магазин для инструментов

#### 4.8. Разработка методического обеспечения

Также разработали учебную презентацию.

Учебная презентация - форма представления учебного материала в программе Microsoft Power Point.



Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата	
------	----------	----------	-------	------	--

Презентация - это не просто конспект определенной темы из учебника, это творческое изложение материала, представление материала по определенной теме. Считается, что для оптимального восприятия одного слайда презентации необходимо 40-60 секунд. На слайд желательно помещать только тезисы, которые раскрываются в работе, а также термины, цифры, имена. Презентация только иллюстрирует выступление, но не дублирует его и не является суфлерским текстом. Каждый предложенный для внимания слайд должен комментироваться выступающим.

Использование электронных презентаций позволяет значительно повысить информативность и эффективность урока при объяснении учебного материала, способствует увеличению динамизма и выразительности излагаемого материала. Очевидно, что производительность обучения значительно повышается, когда одновременно задействованы зрительный и слуховой каналы восприятия. Результаты исследований показывают, что эффективность слухового восприятия информации составляет 15%, зрительного — 25%, а их одновременное включение в процесс обучения повышает эффективность восприятия до 65%.

#### Основные принципы разработки электронных (учебных) презентаций

##### *Оптимальный объем*

Выбор оптимального объема презентации очень важен и зависит от цели, для которой она создается, от предполагаемого способа ее использования (изучение нового материала, практическое занятие, аттестация, лекция и т.д.), а также от контингента учащихся (их возраста, подготовки и т.п.).

В общем случае объем презентации не должен быть менее 8-10 слайдов. Опыт показывает, что для учебной презентации наиболее эффективен зрительный ряд объемом не более 20 слайдов (оптимально – 12-15). Зрительный ряд из большего числа слайдов вызывает утомление, отвлекает от сути изучаемой темы.

##### *Доступность*

Обязателен учет возрастных особенностей и уровня подготовки учащихся (зрителей).

ДП 44.03.04.527ПЗ

Ли  
ст

90

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата
------	----------	----------	-------	------

### *Учет особенности восприятия информации с экрана*

Известно, что глаз и мозг способны работать в двух режимах: в режиме быстрого панорамного обзора с помощью периферийного зрения и в режиме медленного восприятия детальной информации с помощью центрального зрения. При работе в режиме периферийного зрения система глаз-мозг почти мгновенно воспринимает большое количество информации, при работе в режиме центрального зрения - производится тщательный последовательный анализ. Следовательно, когда человек *читает текст*, да еще с экрана компьютера, мозг работает в замедленном режиме. Если же информация представлена в графическом виде, то глаз переключается во второй режим, и мозг работает быстрее.

### *Разнообразие форм*

Это требование предполагает учет индивидуальных возможностей восприятия предложенного учебного материала.

### *Занимательность*

Включение (без ущерба научному содержанию) в презентацию смешных сюжетов, мультипликационных героев, оживляет занятие, создает положительный эмоциональный настрой, что способствует усвоению материала и более прочному запоминанию.

### *Эстетичность*

Немаловажную роль в положительном восприятии презентации играют гармоничные цветовые сочетания, выдержанность стиля и эстетичность в оформлении слайдов, музыкальное сопровождение.

### *Динамичность*

Необходимо подобрать оптимальный для восприятия темп смены слайдов, анимационных эффектов.

Структурными элементами презентации являются:

Титульный слайд.

Оглавление и/или краткое Содержание.

Материал для восстановления знаний.

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата
------	----------	----------	-------	------

Учебный материал (включая текст, схемы, таблицы, иллюстрации, графики).

Заключение: выводы, обобщения, ключевые положения.

Глоссарий терминов.

Контроль знаний (вопросы и задания для самопроверки).

Информационные ресурсы по теме.

Практически неоспоримым является факт, что дизайн презентаций оказывает самое непосредственное влияние на мотивацию обучаемых, скорость восприятия материала, утомляемость и ряд других важных показателей. Поэтому дизайн интерфейса обучающей среды не должен разрабатываться на интуитивном уровне. Требуется научно обоснованный, взвешенный и продуманный системный подход. Существует мнение, что наглядный материал не просто некоторая информация в чувственной форме представления, а информационная модель определенного педагогического опыта, которая должна соответствовать требованиям *эстетики, эргономики и дизайна*.

Чтобы презентация хорошо воспринималась слушателями, не вызывала отрицательных эмоций (подсознательных или вполне осознанных) и достигала учебных целей, необходимо соблюдать ряд правил ее оформления.

В оформлении презентаций выделяют два блока правил, описывающих:

-Представление информации

-Оформление слайдов

Для блока правил «Представление информации» важными являются объем и форма, расположение информационных блоков на слайде, способы и правила выделения информации.

Для блока правил «Оформление слайдов» - единый стиль презентации, использование цвета, тона, текстовой информации, шрифтов, графической информации, звукового сопровождения.

Учет указанных особенностей конструирования и оформления презентации в значительной степени влияет на эффективность восприятия представленной в ней информации.

					ДП 44.03.04.527ПЗ	Ли ст
						92
Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата		

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей выпускной квалификационной работе разрабатывается технологический процесс изготовления детали «Крышка опорного механизма». Технологический процесс изготовления детали подразумевает применение современного оборудования с числовым программным управлением, применение современного металлорежущего инструмента зарубежных фирм, поэтому в методической части проведен анализ Профессионального стандарта № 530н «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» и проведено педагогическое проектирование учебного процесса по разделу «Устройство станков с программным управлением». В методической части дипломного проекта была разработана методика проведения урока теоретического обучения на тему «Фрезерные станки с программным управлением». Данная разработка предназначена для переподготовки рабочих с профессии Токарь 5-го разряда на профессию «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ на предприятии АО «Завод 9» в «Учебный центр» Уралмашзавода».

В качестве методического обеспечения урока, разработана электронная презентация. Использование электронных презентаций позволяет значительно повысить информативность и эффективность урока при объяснении учебного материала, способствует увеличению динамизма и выразительности излагаемого материала.

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата		93

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 26645-85 Отливки из металлов и сплавов: допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку.
2. Единые ведомственные нормативы времени на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Часть II / И.И. Романов, И.Г. Прудников, В.А. Крутов, и др. – М.: ЦНИС, 1980. – 250 с., ил.
3. Единые ведомственные нормативы времени на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Часть III / И.И. Романов, И.Г. Прудников, В.А. Крутов, и др. – М.: ЦНИС, 1980. – 190 с., ил.
4. Каталог SECO Фрезерные инструменты 2015
5. Анурьев В.И. Справочник конструктора –машиностроителя: В 3-х т. Т.1 –М.: Машиностроение, 1980. – 728 с.
6. Безменов А.Е. Допуски, посадки и технические измерения: Учебник для техникумов. – М.: Машиностроение, 1969. – 322с.
7. Белкин И.М. Допуски и посадки (Основные нормы взаимозаменяемости): Учеб. пособие для студентов машиностроительных специальностей высших технических заведений. – М.: Машиностроение, 1992 – 528с.
8. Власов А.Ф. Техника безопасности при обработке металлов резанием [Текст]: Учеб. пособие для средних профессионально-технических училищ по курсу «Безопасность труда при обработке металлов резанием». – М.: Машиностроение, 1980. – 80с.
9. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник. Изд. 6-е. М.: Машиностроение, 1971.- 425 с.
10. Грибов В.Д., Грузилов В.П. Экономика предприятия. – М.: Финансы и статистика, 1997. – 368с.
11. Данилевский В.В. Технология машиностроения. – М: Машиностроение, 1994. – 220 с.



Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата
------	----------	----------	-------	------

12. Егоров М.Е., Дементьев В.И., Дмитриев В.Л. Технология машиностроения. – М: Высшая школа, 1976. – 534 с.

13. Козлова Т.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.- пед. ун-та, 2001. –169с.

14. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К. Справочник технолога-машиностроителя. Т 1. – М: Машиностроение, 1985. – 656 с.

15. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К. Справочник технолога-машиностроителя. Т 2. – М: Машиностроение, 1985. – 496 с.

16. Ловыгин А. А., Теверовский Л. В. - Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM-система. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 279 с.: ил.

17. Маталин А.А. Технология машиностроения: учебник для вузов / А.А. Маталин. – Л.: Машиностроение, 1980. – 512 с.

18. Медовой И.А., Уманский Я.Г., Журавлев Н.М., Исполнительные размеры калибров. Справочник. Книга 1. – М: Машиностроение, 1980. – 384 с.

19. Методика профессионального обучения. Схемы, таблицы, комментарии [Текст]: учеб. пособие для вузов / И.В. Осипова, О.В. Тарасюк, Ю.В. Осколкова, В.С. Локтина. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.- пед. ун-та, 2010. 148 с. (Б-ка высш. проф.-пед. образования).

20. Нефедов Н.А., Осипов К.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту. – М: Машиностроение, 1984. – 400 с.

21. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. ред. А.А. Панова. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2004. – 784 с., ил

22. Образовательная программа: Опережающее профессиональное обучение работников ОАО «Уралмаш», осуществляющей реструктуризацию и модернизацию производства. Курс\_ Подготовка операторов токарно-фрезерных станков с системой ЧПУ 3,4,5 разрядов.

					ДП 44.03.04.527ПЗ	Ли ст
						95
Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата		

23. Панов А.А., Аникин В.В., Бойм Н.Г. и др. Обработка металлов резанием. Справочник технолога. – М: Машиностроение, 1988. – 736 с.

24. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: справочник:/ под ред. В.И. Баранчикова. – М.: Машиностроение, 1990. – 376с.

25. Резание металлов и режущие инструменты: Учеб. пособие для вузов/В.Г. Солоненко, А.А. Рыжкин. – 2-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2008. – 414 с.: ил.

26. Родин П.Р. Металлорежущие инструменты: Учебник для вузов.–2-е изд., перераб.и доп. – Киев: Вища школа. Головное изд-во, 1979. – 432с.

27. Справочник нормировщика / А.В. Ахумов, Б.М Генкин, Н.Ю. Иванов и др.; Под общей редакцией А.В. Ахумова. Л., Машиностроение, 1987 – 458 с., ил.

28. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х т. Т1 / Под ред. А.Г. Косиловой, А.Г. Сулова, А.М. Дальского, Р.К. Мещерякова – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2001. – 912 с., ил.

29. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х т. Т2 / Под ред. А.Г. Косиловой, А.Г. Сулова, А.М. Дальского, Р.К. Мещерякова – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2001. – 944 с., ил.

30. Техничко - экономические расчеты 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», 2006. 66 с.

31. 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.

					ДП 44.03.04.527ПЗ	Ли
						ст
						96

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата		
------	----------	----------	-------	------	--	--

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Лист задания по дипломному проектированию

					ДП 44.03.04.527ПЗ	Ли ст
						97
Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата		

## Перечень листов графических документов

№ п/п	Наименование документа	Формат
1	Крышка	A1
2	Крышка. Штамповка	A1
3	Иллюстрация техпроцесса. Операция 005	A1
4	Иллюстрация техпроцесса. Операция 010	A1
5	Управляющая программа на операцию 025 (фрагмент)	A1
6	Технико-экономические показатели проекта	A1
	Итого листов формата A1 – 6	

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата		
------	----------	----------	-------	------	--	--

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Комплект технологической документации

					ДП 051000.62.754.000 ПЗ	Ли
						ст
						99
Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата		



Фрагмент управляющей программы

%

.....

N100 T1 D1 M6

N110 F183.75 S1225 M3 M8

N115 G0 X2 Y22 Z60

N120 G1 X-27

N125 G0 X2

N130 Y60 Z-21

N135 G1 X-27

N140 G0 X2

N145 M5 M9

N150 G0 X100 Y100 Z100

N155 T2 D2 H1 M6

N160 G0 G17 G54 G94

N165 F63.75S425 M3 M8

N170 G0 X2 Y22 Z60

N175 G1 X-27

N180 G0 X2

N185 Y60 Z-21

N190 G1 X-27

N195 G0 X2

N200 M5 M9

N205 G0 X100 Y100 Z100

N210 T3 D3 H1 M6

N215 G0 G17 G54 G94

N220 F59.7S398 M3 M8

N225 G0 X2 Y22 Z60

N230 G1 X-27

N235 G0 X2

N240 Y60 Z-21

N245 G1 X-27

N250 G0 X2

N255 X100 Y100 Z100

.....

					ДП 051000.62.754.000 ПЗ	Ли
						ст

Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата	
------	----------	----------	-------	------	--

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Карточки задания для переподготовки персонала

**Вопросы для закрепления новых знаний**

<b>Вопрос</b>	<b>Предполагаемый ответ</b>
По каким признакам можно классифицировать Фрезерные станки?	По расположению шпинделя По количеству управляемых осей По типу стола
Какие бывают станки по расположению шпинделя?	1. Вертикальные. 2. Горизонтальные
Назовите способ сделать из 3 координатного станка 4 или 5 координатный.	Установить на основной стол станка дополнительный поворотный стол
Из каких элементов состоит фрезерный станок с ЧПУ?	Станина Направляющие Шпиндель Приводы подач Система ЧПУ Магазин для инструментов

					ДП 051000.62.754.000 ПЗ	Ли
						ст
Изм.	Ли ст	№ докум.	Подп.	Дата		