

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

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ
ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «ОБОЙМА ЛЮЛЬКИ»

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

Идентификационный код ВКР: 748

Екатеринбург 2018

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
«ОБОЙМА ЛЮЛЬКИ»**

Выпускная квалификационная работа
по направлению подготовки 44.03.04
Профессиональное обучение (по отраслям)
Профиля подготовки «Машиностроение и материалобработка»
профилизации «Технологии и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 748

Исполнитель
студент гр. ЗТО-405С

Л.С. Корелина

Руководитель
доцент, к.т.н.

Г. Н. Мигачева

Екатеринбург 2018

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 100 страницах, содержит 26 рисунков, 31 таблица, 36 источников литературы, а также 3 приложения на 3 страницах.

Ключевые слова: ЗАГОТОВКА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ОБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЦЕНТР С ЧПУ, ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТЕЙ, ЭЛЕМЕНТЫ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ, РАСЧЁТ НОРМ ВРЕМЕНИ, ВЫБОР КОНТРОЛЬНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА.

В выпускной квалификационной работе разработан технологический процесс механической обработки детали «Обойма люльки» в условиях средне-серийного производства с применением современного высокотехнологичного обрабатывающего центра с ЧПУ и современного режущего инструмента.

Подобраны режимы резания по каталогам для инструмента фирмы «Seco» и рассчитаны нормы времени на изготовление одной детали «Обойма люльки» по разработанному технологическому процессу.

На одну из операций механообработки составлена управляющая программа на стойку ЧПУ «Siemens».

Приведено экономическое обоснование использования ОЦ с ЧПУ.

Проанализирован профессиональный стандарт «Оператор с ЧПУ» и рассмотрена подготовка рабочих для работы на применяемом оборудовании. На одну из тем разработано занятие для подготовки операторов станков с ЧПУ.

					ДП 44.03.04.748.ПЗ			
Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата				
Разраб.		Корелина			Разработка технологического процесса механической обработки детали «Обойма люльки» ДП 44.03.04.748.ПЗ	Лит.	Лист	Листов
Пров.		Мигачева					2	100
		СОДЕРЖАНИЕ						Лист
Н. Контр.		Суриков			ФГАОУ ВО РГППУ, ИИПО Группа ЗТО-405С			3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Зав. каф.		Боролина						

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ИХ АНАЛИЗ.....	6
1.1. Служебное назначение детали.....	6
1.2. Анализ технических требований детали.....	6
1.3. Характеристика материала детали.....	7
1.4. Анализ технологичности конструкции детали.....	8
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	9
2.1. Выбор типа производства.....	9
2.2. Выбор метода получения заготовки.....	10
2.3. Расчет параметров и конструирование заготовки.....	11
2.4. Выбор и обоснование технологических баз.....	13
2.5. Технологический маршрут обработки детали.....	14
2.6. Выбор оборудования.....	17
2.7. Выбор режущего инструмента.....	23
2.8. Выбор средств технического контроля.....	26
2.9. Расчет припусков заготовки расчетно-аналитическим методом...	27
2.10. Расчет и назначение режимов резания.....	31
2.11. Расчет норм времени.....	35
2.12. Разработка управляющей программы для станка с ЧПУ.....	40
3. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	45
3.1. Определение количества технологического оборудования.....	45
3.2. Определение капитальных вложений.....	47
3.3. Расчет технологической себестоимости детали.....	48
4. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	63

4.1. Система подготовки персонала.....	63
4.2. Анализ федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 15.01.32 Оператор станков с программным управлением.....	63
4.3. Стандарты подготовки кадров Worldskills в системе СПО.....	74
4.4. Анализ учебного плана по специальности «15.01.32 Оператор станков с программным управлением».....	77
4.5. Разработка перспективно-тематического плана.....	79
4.6. Разработка занятия теоретического обучения.....	82
4.7. План занятия с использованием презентации.....	84
4.8. Итоговая аттестация.....	89
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	92
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	93
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Лист задания по дипломному проектированию.....	95
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Перечень листов графических документов.....	96
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Комплект технологической документации.....	97
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Управляющая программа на операцию 015.....	111
ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Занятие –презентация.....	112

					ДП 44.03.04.748.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время вопрос развития производства в экономике серьёзная и наукоёмкая задача, но без развития производства и вложения в него средств, предприятия существовать не могут. В связи с этим предприятия ищут возможности и средства для успешной работы и дальнейшего развития. Сейчас заметно стремление заводов максимально снижать себестоимость своей продукции, применять более высокопроизводительное оборудование и оснастку, оснащать станки промышленными роботами. Вырос выпуск и ввод в эксплуатацию автоматов роботов, автоматизированных поточных линий, металлорежущих станков и обрабатывающих центров с ЧПУ. Повышение качества продукции является непрерывным условием решения проблем качества.

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

Задачами дипломного проекта являются:

- Проанализировать служебное назначение, технические требования и технологичность конструкции детали «Обойма люльки»;
- 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 подготовки рабочих для работы на станках с ЧПУ.

					ДП 44.03.04.748.ПЗ	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ИХ АНАЛИЗ

1.1. Служебное назначение детали

Деталь «Обойма люльки» входит в конструкцию люльки.

Люлька (предназначена для направления при стрельбе во время отката и нака-та). При выстреле усилие от противооткатных устройств на башню передается через люльку и цапфы. К люльке крепятся узлы и детали механизмов и агрега-тов вооружения.

1.2. Анализ технических требований детали

Самыми точными поверхностями детали являются:

- наружная цилиндрическая поверхность $\varnothing 312h9$,
- отверстие $\varnothing 290H9$
- два отверстия $\varnothing 10H9$.

Все остальные поверхности детали имеют свободные размеры, выполняе-мые по 14 качеству точности.

На чертеже представлены следующие требования к геометрической фор-ме и взаимному расположению поверхностей:

- отклонение соосности поверхности $\varnothing 312h9$ относительно баз ГД не бо-лее 0,1 мм на диаметр;
- допуск торцевого биения поверхности 165js14 не более 0,16 мм относи-тельно баз ГД;
- отклонение от перпендикулярности основания детали относительно ба-зы В не более 0,1 мм;

					ДП 44.03.04.748.ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- отклонение от параллельности отверстий $\varnothing 10H9$ относительно базы В не более 0,05 мм.

1.3. Характеристика материала детали

Марка материала детали – Сталь 07Х3ГНМЮА ТУ 3 – 1078-78

Таблица 1 - Химический состав стали (в %)

C	S	P	Mn	Cr	Si	Ni	Mo	Cu	Al
0.04-0.11	≤0.025	≤0.025	0.8-1.2	2.9-3.4	0.17-0.37	0.8-1.2	0.2-0.3	≤0.3	0.01-0.03

Низко-углеродная конструкционная легированная марка 07Х3ГНМЮА относится к сталям мартенситного класса. Сталь применяется для изготовления горячекатаных прутков и поковок, трубной заготовки и листового проката, применяемых для производства деталей энергомашиностроения и спецназначения; холоднодеформированных и горячедеформированных труб для производства цельных цилиндров скважинных штанговых насосов.

Таблица 2 - Механические свойства

Сортамент	Размер	Напр.	σ_b	σ_T	δ_5	ψ	KCU	Термообр.
-	мм	-	МПа	МПа	%	%	кДж / м ²	-
Прутки горячекатаные	20-30		981	784	10	45	588	закалка+отпуск

1.4. Анализ технологичности конструкции детали

Деталь представляет собой корпус с цилиндрическими фланцами на торцах. Наиболее точной поверхностью является наружная цилиндрическая поверхность диаметром $\varnothing 312h9$, которая выполняется по 9-му качеству и шероховатостью Ra 6,3 мкм, также отверстие $\varnothing 290H9$, которое выполняется по 9-му качеству и шероховатостью Ra 6,3 мкм

По своей конструкции обойма люльки представляет среднюю по сложности форму, что удобно для механической обработки детали. Каждая поверхность расположена так, что имеет свободный доступ к ней инструмента.

Конструктивно соответствует среднесерийному производству.

Всё выше сказанное говорит, что деталь технологична.

Рабочий чертеж детали «обойма люльки» содержит полный перечень технических требований, предъявляемых к подобным деталям типа корпус.

На чертеже представлены все необходимые размеры, виды и сечения для точного представления формы детали.

					ДП 44.03.04.748.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1. Выбор типа производства

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

Таблица 3 - 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 3, при массе детали 107,5 кг и годовом объеме выпуска 2000 шт., определим тип производства как среднесерийное.

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

$$n = \frac{N \cdot a}{254} = \frac{2000 \cdot 6}{254} \approx 47 \text{ шт}, \quad (1)$$

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.

Среднесерийное производство характеризуется следующим:

- применяется высокопроизводительное оборудование, в том числе с числовым программным управлением;
- используется высокопроизводительная оснастка, в том числе: зажимные приспособления с механизированным приводом; режущие инструменты с неперетачиваемыми пластинками из твердого сплава, а также специальные средства контроля деталей;
- оборудование на участке располагают в соответствии с технологическим процессом обработки детали;
- квалификация рабочих средняя;
- технологический процесс обработки детали разрабатывают в виде операционного процесса, т.е. выполняют маршрутную и операционную карты

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.

									Лист
									10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.748.ПЗ				

Штамповка на ГКМ рентабельна в условиях серийного производства. Поковки получаются 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 – 405 мм;
- материал детали – сталь 07Х3ГНМЮА;
- группа стали – М1
- сложность поковки – С2
- точность поковки-Т3
- исходный индекс – 15

Таблица 4 – 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
1	2	3	4	5	6
Ø85	Ra 12,5	$3,6 \begin{pmatrix} +2,4 \\ -1,2 \end{pmatrix}$	Z1 = 2	$D_1 = 85 + 2 \cdot Z1$ $D_1 = 85 + 2 \cdot 2$	$\text{Ø} 89 \begin{pmatrix} +2,4 \\ -1,2 \end{pmatrix}$
Ø146	Ra 12,5	$3,6 \begin{pmatrix} +2,4 \\ -1,2 \end{pmatrix}$	Z2 = 2	$D_2 = 146 + 2 \cdot Z2$ $D_2 = 146 + 2 \cdot 2$	$\text{Ø} 150 \begin{pmatrix} +2,4 \\ -1,2 \end{pmatrix}$
Ø290	Ra 6,3	$4,5 \begin{pmatrix} +3,0 \\ -1,5 \end{pmatrix}$	Z3 = 3	$D_3 = 290 + 2 \cdot Z3$ $D_3 = 290 + 2 \cdot 3$	$\text{Ø} 284 \begin{pmatrix} +3,0 \\ -1,5 \end{pmatrix}$
Ø316	Ra 6,3	$4,5 \begin{pmatrix} +3,0 \\ -1,5 \end{pmatrix}$	Z4 = 3	$D_4 = 316 + 2 \cdot Z4$ $D_4 = 316 + 2 \cdot 3$	$\text{Ø} 322 \begin{pmatrix} +3,0 \\ -1,5 \end{pmatrix}$
Ø344	Ra 12,5	$4,5 \begin{pmatrix} +3,0 \\ -1,5 \end{pmatrix}$	Z5 = 3	$D_5 = 344 + 2 \cdot Z5$ $D_5 = 344 + 2 \cdot 3$	$\text{Ø} 350 \begin{pmatrix} +3,0 \\ -1,5 \end{pmatrix}$

Окончание таблицы 4

					ДП 44.03.04.748.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

1	2	3	4	5	6
Ø354	Ra 12,5	$4,5 \begin{pmatrix} +3,0 \\ -1,5 \end{pmatrix}$	Z6 = 3	$D_6 = 354 + 2 \cdot Z6$ $D_6 = 354 + 2 \cdot 3$	$\text{Ø} 360 \begin{pmatrix} +3,0 \\ -1,5 \end{pmatrix}$
278	Ra 12,5	$4,5 \begin{pmatrix} +3,0 \\ -1,5 \end{pmatrix}$	Z7 = 3 Z8 = 3	$l1 = 278 + Z7 + Z8$ $l1 = 278 + 3 + 3$	$284 \begin{pmatrix} +3,0 \\ -1,5 \end{pmatrix}$
356	Ra 12,5	$4,5 \begin{pmatrix} +3,0 \\ -1,5 \end{pmatrix}$	Z9 = 3 Z10 = 3	$l2 = 356 + Z9 + Z10$ $l2 = 356 + 3 + 3$	$362 \begin{pmatrix} +3,0 \\ -1,5 \end{pmatrix}$
410	Ra 12,5	$4,5 \begin{pmatrix} +3,0 \\ -1,5 \end{pmatrix}$	Z11 = 3 Z12 = 3	$l3 = 410 + Z11 + Z12$ $l3 = 410 + 3 + 3$	$416 \begin{pmatrix} +3,0 \\ -1,5 \end{pmatrix}$
50	Ra 12,5	$3,2 \begin{pmatrix} +2,1 \\ -1,1 \end{pmatrix}$	Z12 = 3 Z13 = 2	$l4 = 50 - Z12 + Z13$ $l4 = 50 - 3 + 2$	$49 \begin{pmatrix} +2,1 \\ -1,1 \end{pmatrix}$
60	Ra 12,5	$3,2 \begin{pmatrix} +2,1 \\ -1,1 \end{pmatrix}$	Z11 = 3 Z14 = 2	$l5 = 60 - Z11 + Z14$ $l5 = 60 - 3 + 2$	$59 \begin{pmatrix} +2,1 \\ -1,1 \end{pmatrix}$

Эскиз заготовки представлен на рисунке 1.

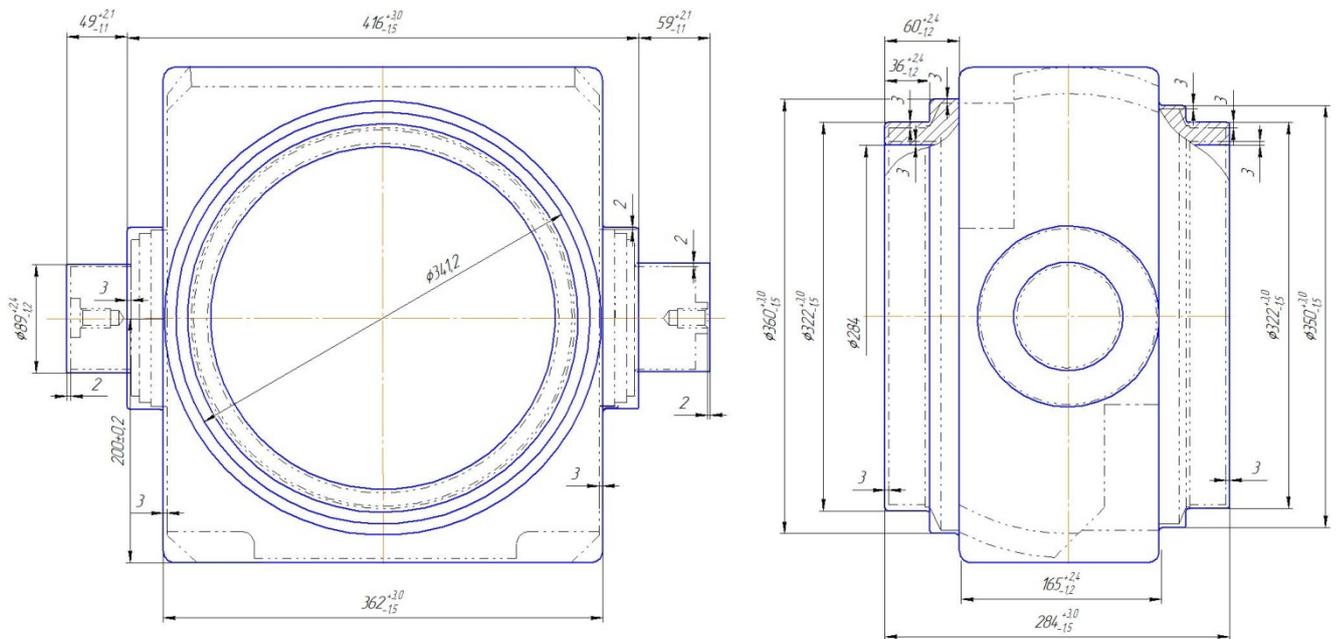


Рисунок 1 – Эскиз заготовки

2.4. Выбор и обоснование технологических баз

Эскиз детали с номерами обрабатываемых поверхностей представлен на рисунке 2.

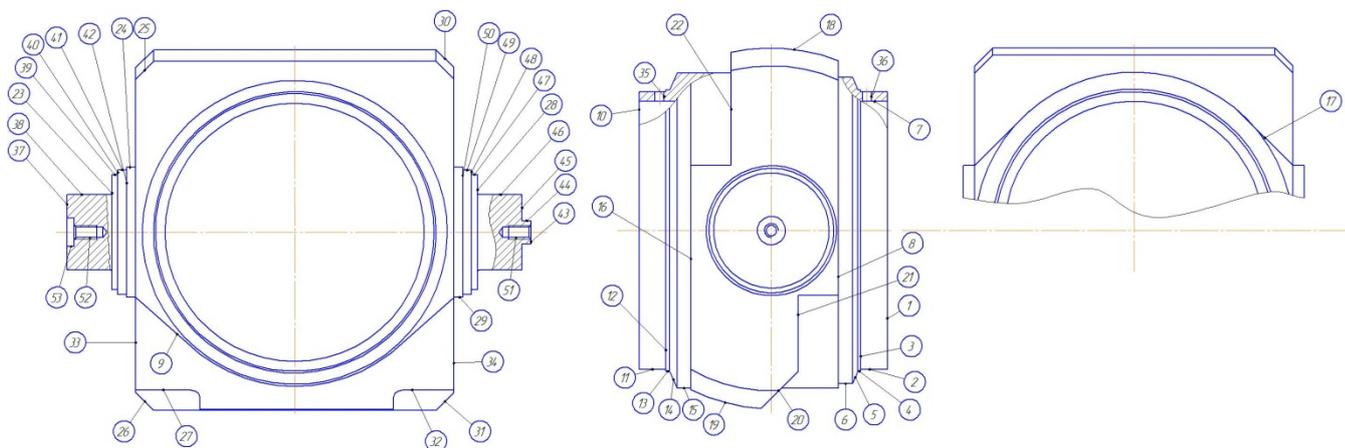


Рисунок 2 – Эскиз детали с номерами обрабатываемых поверхностей

На первом этапе базирование осуществляется на наружную цилиндрическую поверхность 15 с упором в торец 10. На этом этапе обрабатываются поверхности 1,2,3,4,5,6,7,8,9. Зажим заготовки осуществляется при помощи трехкулачкового патрона.

На втором этапе базирование осуществляется на наружную цилиндрическую поверхность 2 с упором в торец 1. На этом этапе обрабатываются поверхности 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53.

Зажим заготовки осуществляется при помощи трехкулачкового патрона, установленного на планшайбе.

На третьем этапе базирование осуществляется на отверстие 7 с упором в торец 1 и дополнительным упором в торец 22. На этом этапе обрабатываются отверстия 35, 36. Зажим заготовки осуществляется при помощи специального приспособления.

2.5. Технологический маршрут обработки детали

Таблица 5 Технологический маршрут обработки детали

					Лист
					13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

ДП 44.03.04.748.ПЗ

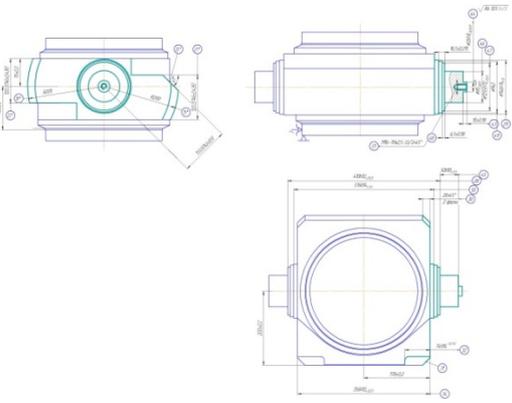
№ операции	Название операции	Содержание Операции	Операционный Эскиз	Оборудование
1	2	3	4	5
005	Комплексная с ЧПУ	<ol style="list-style-type: none"> 1. Установить и закрепить 2. Подрезать торец 1 3. Точить поверхность 2 предварительно 4. Точить поверхность 2 окончательно 5. Подрезать торец 3 однократно 6. Точить поверхность 4 однократно 7. Точить фаску 5 8. Точить поверхность 6 однократно 9. Сменить инструмент 10. Точить поверхность 2 тонко 11. Сменить инструмент 12. Расточить отверстие 7 предварительно 13. Расточить отверстие 7 окончательно 14. Сменить инструмент 15. Расточить отверстие 7 тонко 16. Сменить инструмент 17. Фрезеровать поверхность 8 18. Фрезеровать поверхность 9 		Обработка с ЧПУ DMU 80 FD
010	Комплексная с ЧПУ	<ol style="list-style-type: none"> 1. Установить и закрепить 2. Подрезать торец 10 3. Точить поверхность 11 предварительно 4. Точить поверхность 11 окончательно 5. Подрезать торец 12 однократно 6. Точить поверхность 13 однократно 7. Точить фаску 14 8. Точить поверхность 15 однократно 9. Сменить инструмент 10. Точить поверхность 11 тонко 11. Сменить инструмент 12. Фрезеровать поверхность 16 13. Фрезеровать поверхность 17 14. Сменить инструмент 15. Подрезать торец 37 предварит. 16. Подрезать торец 37 окончат. 		Обработка с ЧПУ DMU 80 FD

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.748.ПЗ

010	Комплексная с ЧПУ	<p>17. Точить поверхность 38 предварительно</p> <p>18. Точить поверхность 38 окончательно</p> <p>19. Подрезать торец 23</p> <p>20. Точить попер. 39 предв.</p> <p>21. Точить поверхность 39 окончательно</p> <p>22. Подрезать торец 40</p> <p>23. Точить поверхность 41</p> <p>24. Подрезать торец 42</p> <p>25. Точить поверхность 24</p> <p>26. Сменить инструмент</p> <p>27. Точить поверхность 38 тонко</p> <p>28. Сменить инструмент</p> <p>29. Фрезеровать поверхность 33</p> <p>30. Фрезеровать поверхность 18</p> <p>31. Фрезеровать поверхность 19</p> <p>32. Фрезеровать уклон 20</p> <p>33. Фрезеровать уступ 21</p> <p>34. Фрезеровать уступ 22</p> <p>35. Фрезеровать фаску 25</p> <p>36. Фрезеровать фаску 26</p> <p>37. Сменить инструмент</p> <p>38. Фрезеровать уступ 27 и R10</p> <p>39. Сменить инструмент</p> <p>40. Фрезеровать поверхность 53</p> <p>41. Сменить инструмент</p> <p>42. сверлить отверстие 52 со снятием фаски</p> <p>43. Сменить инструмент</p> <p>44. Нарезать резьбу в отв. 52</p> <p>45. Повернуть заготовку на 180°</p> <p>46. Сменить инструмент</p> <p>47. Подрезать торец 43</p> <p>48. Точить поверхность 44 предварительно</p> <p>49. Точить поверхность 44 окончательно</p> <p>50. Подрезать торец 45 предв.</p> <p>51. Подрезать торец 45 окончат.</p> <p>52. Точить поверхность 46 предварительно</p> <p>53. Точить попер./ 46 окончат.</p> <p>54. Подрезать торец 28</p> <p>55. Точить поверхность 29</p>		Обработка с ЧПУ DMU 80 FD
-----	-------------------	--	--	---------------------------

Окончание таблицы 5

					ДП 44.03.04.748.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

1	2	3	4	5
		56. Сменить инструмент 57. Точить поверхность 44 тонко 58. Точить поверхность 46 тонко 59. Сменить инструмент 60. Фрезеровать поверхность 34 61. Фрезеровать поверхность 18* 62. Фрезеровать поверхность 19* 63. Фрезеровать уклон 20* 64. Фрезеровать уступ 21* 65. Фрезеровать уступ 22* 66. Фрезеровать фаску 30 67. Фрезеровать фаску 31 68. Сменить инструмент 69. Фрезеровать уступ 32 и R10 70. Сменить инструмент 71. Сверлить отверстие 51 со снятием фаски 72. Сменить инструмент 73. Нарезать резьбу в отв. 51		
015	Радиально- сверлильная с ЧПУ	1. Установить и закрепить 2. Сверлить отверстия 35,36 последовательно 3. Сменить инструмент 4. Развернуть отверстия 35,36 предварительно 5. Сменить инструмент 6. Развернуть отверстия 35,36 окончательно		Радиально- сверлильный KNUTH R 32 Basic

2.6. Выбор оборудования

На операции 005, 010 – Комплексная с ЧПУ применяется универсальный обрабатывающий центр с ЧПУ DMU 80 FD.



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

Самый маленький станок в успешной линейке FD впечатляет своими размерами. Станок DMU 80 FD 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 44.03.04.748.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

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 6.

Таблица 6 – Технические характеристики ОЦ DMU 80FD

Технические характеристики	Ед.изм.	Параметры
1	2	3
Рабочая зона		
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
Наклонная фрезерная головка с ЧПУ (ось В)		
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
Опции: 5 осей		
Диапазон наклона (0 = по вертикали /180 = по горизонтали)	degrees	-10 / +180
Быстрый ход и подача	об/мин	23
Главный привод		
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

Окончание таблицы 6

1	2	3
Устройство смены инструмента		
Установка инструмента		HSK-A63
Инструментальный магазин	Pockets	40 / chain

					ДП 44.03.04.748.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

Линейные оси (X/Y/Z)		
Скорость быстрого хода/подачи	m/min	60
Ускорение	m/s ²	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 ²	19
Высота станка (в стандартном исполнении)	mm	3 462
Вес станка	kg	16 500



Рисунок 4 – Радиально-сверлильный станок модели KNUTH R 32 Basic

Особенности станка:

- Шестерни редуктора точно отшлифованы, что способствует бесшумной работе;
- Наглядное расположение электрических и механических выключателей на передней бабке для удобного управления;

- Регулировка высоты консоли посредством электропривода;
- Шпиндель изготовлен из высококачественной спец. закаленной стали, что обеспечивает долговременную точность;
- Механический зажим головки, колонны и консоли.

Техническая характеристика станка приведена в таблице 7.

Таблица 7 – Технические характеристики радиально сверлильного станка модели KNUTH R 32 Basic

Параметры	Значение
1	2
Диаметр сверления, сталь	32 мм
Диаметр сверления, чугун	32 мм
Рабочая зона	
Габариты стола станка	1370x700x160 мм
Габариты ящичного стола	400x400x350 мм
Ход пиноли	240 мм
Вылет шпиндель / поверхность колонны	320 – 820 мм
Расстояние торец шпинделя/стол	320 – 860 мм

Окончание таблицы 7

1	2
Диаметр колонны	200 мм
Главный шпиндель	
Диапазон частоты вращения	(6) 75 – 1220 об/мин
Зажим шпинделя	МК 4 / МТ 4

Подача	
Подачи	(3) 0,1 – 0,25 мм/об
Мощность	
Мощность двигателя гл. Привода	1,5 кВт
Размеры и масса	
Габариты	1407x720x1885 мм
Вес	1425 кг

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 оборудование 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.

На операции 005, 010 Комплексная с ЧПУ применяются:

- 1.) Державка наружная правая С3 – SCLCR – 2204 – 09 (Пластина ССМТ 09Т304 –FF1 сплав ТР2500).

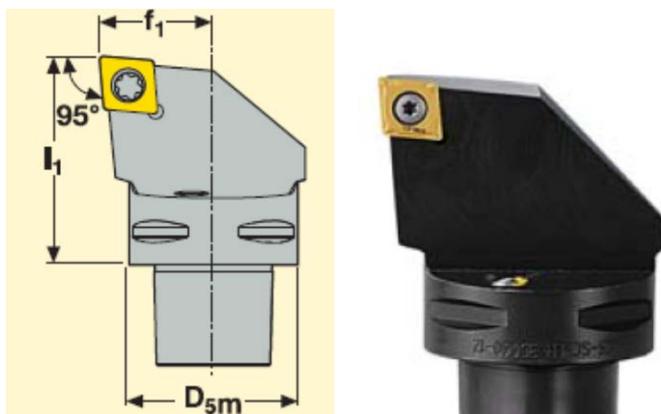


Рисунок 5 – Державка наружная правая



Рисунок 6 - Пластина ССМТ 09Т304 –FF1

- 2.) Державка внутренняя правая С5 - SDUCR-11070-07 (пластина DCMT 11T032-FF1 сплав ТР2500)

					ДП 44.03.04.748.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

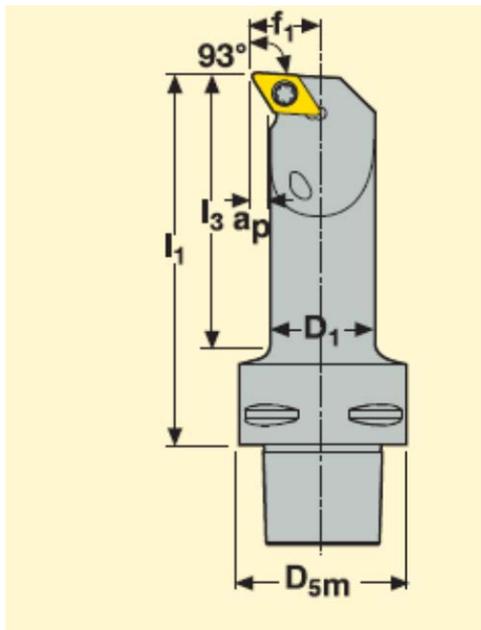


Рисунок 7 – Державка внутренняя правая

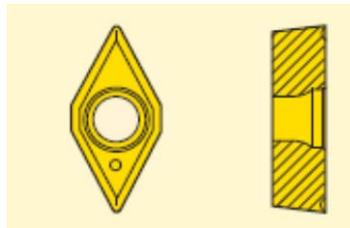


Рисунок 8 – пластина DCMT 11T032-FF1

3.) Фреза Power Turbo R217.69-3032.0.0-18-2AN (пластина ХОМХ 18604TR – ME13 сплав MP2500).

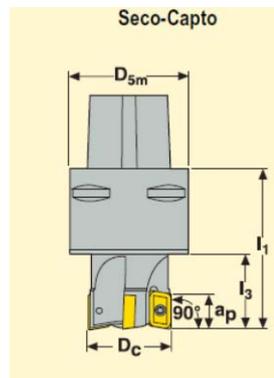


Рисунок 9 – Фреза Power Turbo R217.69-3032.0.0-18-2AN

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.748.ПЗ

Лист

23

4.) Фреза Power Turbo R217.69-3040.0.0-18-2AN (пластина ХОМХ 18604TR – ME13 сплав MP2500).

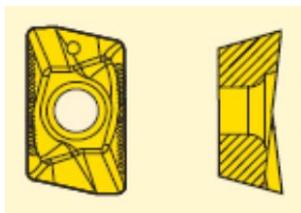


Рисунок 10 – пластина ХОМХ 18604TR – ME13

5.) Фреза Power Turbo R217.69-3020.0.0-18-2AN (пластина ХОМХ 18604TR – ME13 сплав MP2500).

6.) Фасочное сверло $\varnothing 13,5$ SD203A-C45-13.5-45-8R1. Покрытие TiAlN+TiN.

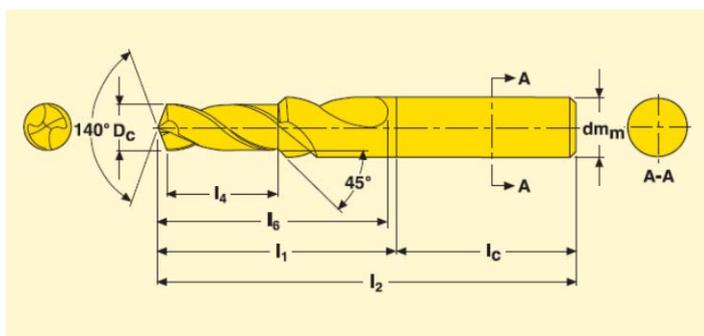


Рисунок 11 - Фасочное сверло SD203A-C45-13.5-45-8R1

7.) Фреза резьбовая ТМ-М16Х2.5ISO-10R5. Сплав CP500



Рисунок 12 – Резьбовые фрезы Threadmaster

					ДП 44.03.04.748.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

На операции 015 – Радиально-сверлильная с ЧПУ применяются:

1.) Сверло диаметром $\varnothing 9,8$ SD203A-9.8-31-12R1-N (сплав T2000D).

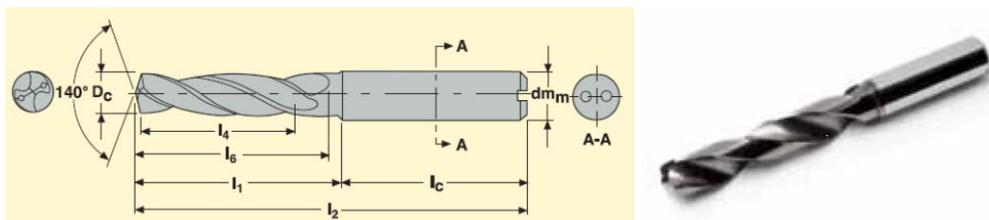


Рисунок 13– Сверло SD203A-9.8-31-12R1-N

2.) Развертка диаметром $\varnothing 9,95$ NF10-9,95H10-EB45-RX2000



Рисунок 14 – Развертка Seco Nanofix

3.) Развертка диаметром $\varnothing 10H9$ NF10-10 H9-EB45-RX2000

2.8. Выбор средств технического контроля

Выбор средств технического контроля представлен в таблице 8.

Таблица 8 – Средства технического контроля

Операция 1	Название операции 2	Тип инструмента 3
005	Комплексная с ЧПУ	1.Штангенциркуль ШЦ 0-250 ГОСТ 166-89 2.Калибр-пробка гладкий $\varnothing 290H9$ ГОСТ 21401-75 3.Калибр-скоба $\varnothing 312h9$ ГОСТ 18360-93 4. Калибр-скоба $\varnothing 316h14$ ГОСТ 18360-93 5. Калибр-скоба $\varnothing 344h14$ ГОСТ 18360-93 6. Калибр-скоба $\varnothing 354h14$ ГОСТ 18360-93 7.Образцы шероховатости ГОСТ 9387-93

Окончание таблицы 8

1	2	3
010	Комплексная с ЧПУ	1.Штангенциркуль ШЦ 0-250 ГОСТ 166-892. Калибр-скоба Ø146h14 ГОСТ 18360-93 3. Калибр-скоба Ø140h14 ГОСТ 18360-93 4. Калибр-скоба Ø129,5h12 ГОСТ 18360-93 5. Калибр-скоба Ø85 ^{+0,05} / _{+0,03} ГОСТ 18360-93 6. Калибр-скоба Ø26h8 ГОСТ 18360-93 7. Резьбовой калибр –пробка М16-7Н ГОСТ 24997-81 8. Специальные шаблоны 9.Образцы шероховатости ГОСТ 9387-93
015	Радиально-сверлильная с ЧПУ	1.Калибр-пробка гладкий Ø10Н9ГОСТ 21401-75 2.Образцы шероховатости ГОСТ 9387-93

2.9. Расчет припусков заготовки расчетно-аналитическим методом

Рассчитаем припуски на механическую обработку отверстия Ø290Н9^(+0,13).

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. 10.

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

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

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

$$\Delta_{\Sigma \text{черн.растач.}} = \Delta_{\Sigma \text{загот}} \cdot K_y \quad (3)$$

где K_y – коэффициент уточнения=0,05

$$\begin{aligned} \Delta_{\Sigma \text{черн.растач.}} &= 3027 \cdot 0,05 = 151,35 \text{ мкм} \\ \Delta_{\Sigma \text{чист.растач.}} &= \Delta_{\Sigma \text{черн.растач.}} \cdot K_y \end{aligned} \quad (4)$$

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:

$$\varepsilon = 30 \text{ мкм}$$

Так как остальная обработка отверстия производится в одной установке,

$$\varepsilon_{\text{инд}} = 0.$$

Расчет минимальных значений межоперационных припусков произведем по формуле:

$$2Z_{i \min} = 2 \left(R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right) \quad (5)$$

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

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

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

Расчет минимальных размеров:

$$D_{i-1 \min} = D_{i \min} - 2 Z_{i \min} \quad (6)$$

					ДП 44.03.04.748.ПЗ	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$D_{\min} = 312\text{мм}$$

$$D_{\min\text{чист.растач.}} = 312 - 0,22 = 311,78\text{мм}$$

$$D_{\min\text{черн.растач.}} = 311,78 - 0,7 = 311,08\text{мм}$$

$$D_{\min\text{заготовки}} = 311,08 - 4,13 = 306,95\text{мм}$$

Расчет максимальных размеров:

$$D_{\max} = D_{\min} + T \quad (7)$$

$$D_{\max} = 312 + 0,13 = 312,13\text{мм}$$

$$D_{\max\text{чист. растачивание}} = 311,78 + 0,32 = 312,1\text{мм}$$

$$D_{\max\text{черн.раст.}} = 311,08 + 0,81 = 311,89\text{мм}$$

$$D_{\max\text{заготовки}} = 306,95 + 4,5 = 311,45\text{мм}$$

Определение предельных припусков:

$$2Z_{\min i}^{np} = D_{\max i} - D_{\max i-1} \quad (8)$$

$$2Z_{\min\text{тонк.раст.}}^{np} = 312,13 - 312,1 = 0,03\text{ мм}$$

$$2Z_{\min\text{чист.раст.}}^{np} = 312,1 - 311,9 = 0,2\text{ мм}$$

$$2Z_{\min\text{черн.раст.}}^{np} = 311,9 - 311,5 = 0,4\text{ мм}$$

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

$$2Z_{\max\text{тонк.растач.}}^{np} = 312 - 311,8 = 0,2\text{ мм}$$

$$2Z_{\max\text{чист.растач}}^{np} = 311,8 - 311,1 = 0,7\text{ мм}$$

$$2Z_{\max\text{черн.раст.}}^{np} = 311,1 - 307 = 4,1\text{ мм}$$

					ДП 44.03.04.748.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

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

припуски на обработку:

$$Z_{\max_o}^{np} = \sum_{i=1}^n Z_{\max_i}^{np} \quad (10)$$

$$Z_{\min_o}^{np} = \sum_{i=1}^n Z_{\min_i}^{np} \quad (11)$$

Проверим правильность произведенных расчетов по формуле:

$$Z_{\max_o}^{np} - Z_{\min_o}^{np} = T_{заг} - T_{дет}, \quad (12)$$

$$5 - 0,63 = 4,5 - 0,13$$

$$4,37 = 4,37$$

Расчет произведен верно

Результаты расчетов сведены в таблицу 9.

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

Технологические переходы обработки поверхности вала Ø290Н9	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	ρ	ϵ				D_{\min}	D_{\max}	$2Z_{\min}^{np}$	$2Z_{\max}^{np}$
Заготовка	250	300	3027	30		306,95	4,5	307,0	311,5	-	-
Черновое растачивание	125	150	151,4	0	4127	311,08	0,81	311,1	311,9	0,4	4,1
Чистовое растачивание	63	75	7,56	0	701	311,78	0,32	311,8	312,1	0,2	0,7
Тонкое растачивание	25	30	-	0	220	312	0,13	312	312,13	0,03	0,2
Итого:										0,63	5

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

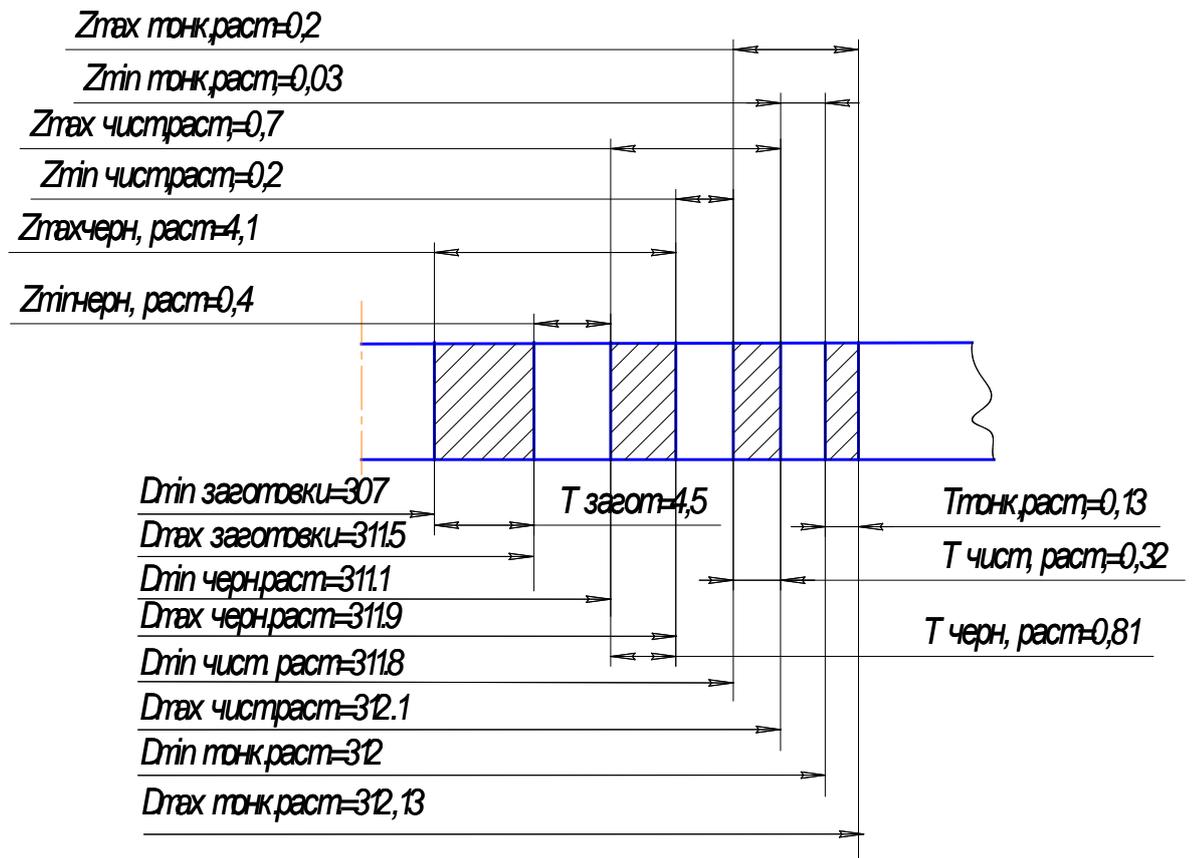


Рисунок 15- Схема графического расположения припусков на обработку поверхности $\text{Ø}290\text{H}9$

2.10. Расчет и назначение режимов резания

Существует два метода для определения режимов резания:

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

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

Аналитический расчёт режимов резания выполняется 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.

ДП 44.03.04.748.ПЗ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
					30

Операция 005 Комплексная с ЧПУ

Переход 2. Подрезать торец 1 в размер $281 \pm 0,65$ однократно.

Инструмент – Державка наружная правая СЗ – SCLCR – 2204 – 09 Пластина ССМТ 09Т304 –FF1 сплав TP2500.

Глубина резания: $t = 3$ мм.

Назначаем подачу $S = 0,3$ мм/об.

Период стойкости резца $T = 15$ мин.

Начальная скорость резания $V_{c0} = 260$ 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, отличных от 15 мин.

$$V_c = 260 \cdot 1,15 \cdot 1 = 300 \text{ м / мин.}$$

Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ об/мин} \quad (13)$$

где V – скорость резания, м/мин

D – диаметр заготовки, мм

$$n = \frac{1000 \cdot 300}{\pi \cdot 322} = 297 \text{ об/мин}$$

Все остальные результаты вычислений занесем в таблицу 10.

Таблица 10 – Режимы резания

									Лист
									32
Штам.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДШ 44.03.04.748.ПЗ				

№ 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 с ЧПУ	1. Установить и закрепить								
		2. Подрезать торец 1	TP2500	Ø322(161)	3	0,3	297	300	89,1	
		3. Точить поверхн. 2 предварительно	TP2500	Ø322(30)	3	0,3	297	300	89,1	
		4. Точить поверхн. 2 окончательно	TP2500	Ø316(30)	1,5	0,2	322	320	64,4	
		5. Подрезать торец 3 однократно	TP2500	Ø322(4,5)	3	0,3	297	300	89,1	
		6. Точить поверхн. 4 однократно	TP2500	Ø322(3)	3	0,3	297	300	89,1	
		7. Точить фаску 5	TP2500	Ø350(6)	6	0,3	273	300	81,9	
		8. Точить поверхн. 6 однократно	TP2500	Ø350(16)	3	0,3	273	300	81,9	
		9. Сменить инструмент								
		10. Точить поверхн. 2 тонко	TP2500	Ø313(30)	0,5	0,1	346	340	34,6	
		11. Сменить инструмент								
		12. Расточить отверстие 7 предварительно	TP2500	Ø284(281)	2	0,3	336	300	100,8	
		13. Расточить отверстие 7 окончательно	TP2500	Ø288(281)	0,75	0,2	356	320	71,2	
		14. Сменить инструмент								
		15. Расточить отверстие 7 тонко	TP2500	Ø289,5(281)	0,75	0,1	374	340	37,4	
		16. Сменить инструмент								
		17. Фрезеровать поверхность 8	MP2500	Ø40(356)	3	0,2	2070	260	414	
		18. Фрезеровать поверхность 9	MP2500	Ø40(356)	3	0,2	2070	260	414	
010	Комплексная с ЧПУ	1. Установить и закрепить								
		2. Подрезать торец 10	TP2500	Ø322(161)	3	0,3	297	300	89,1	
		3. Точить поверхн. 11 предварительно	TP2500	Ø322(30)	3	0,3	297	300	89,1	
		4. Точить поверхность 11 окончательно	TP2500	Ø316(30)	1,5	0,2	322	320	64,4	
		5. Подрезать торец 12 однократно	TP2500	Ø322(4,5)	3	0,3	297	300	89,1	
		6. Точить поверхность 13 однократно	TP2500	Ø322(4)	3	0,3	297	300	89,1	
		7. Точить фаску 14	TP2500	Ø360(6)	6	0,3	265	300	79,5	
		8. Точить поверхн. 15 однократно	TP2500	Ø360(60)	6	0,3	265	300	79,5	
		9. Сменить инструмент								

Продолжение таблицы 10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		10. Точить поверхн.	TP2500	Ø360(6)	6	0,1	301	340	30,1

				ДП 44.03.04.748.ПЗ					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					33

010	Комплексная с ЧПУ	11 тонко							
		11. Сменить инструмент							
		12. Фрезеровать поверхность 16	MP2500	Ø40(356)	3	0,2	2070	260	414
		13. Фрезеровать поверхность 17	MP2500	Ø40(356)	3	0,2	2070	260	414
		14. Сменить инструмент							
		15. Подрезать торец 37 предварит.	TP2500	Ø89(45)	2	0,3	637	300	191,1
		16. Подрезать торец 37 окончат.	TP2500	Ø89(45)	1	0,2	679	320	135,8
		17. Точить поверх. 38 предварительнo	TP2500	Ø89(50)	1,25	0,3	637	300	191,1
		18. Точить поверх. 38 окончательнo	TP2500	Ø89(50)	2	0,2	1132	320	226,4
		19. Подрезать торец 23	TP2500	Ø150(32)	1	0,3	637	300	191,1
		20. Точить повер.39 предв.	TP2500	Ø150(6,5)	3(i=3)	0,3	637	300	191,1
		21. Точить поверх. 39 окончательнo	TP2500	Ø131,5(6,5)	0,5	0,2	775	320	155
		22. Подрезать торец 40	TP2500	Ø150(10,25)	1	0,3	637	300	191,1
		23. Точить поверхн. 41	TP2500	Ø150(10)	2,5(i=2)	0,3	637	300	191,1
		24. Подрезать торец 42	TP2500	Ø150(2,5)	1	0,3	637	300	191,1
		25. Точить поверх-ность 24	TP2500	Ø150(10)	2	0,3	637	300	191,1
		26. Сменить инструмент							
		27. Точить поверх.38 тонко	TP2500	Ø85,5(50)	0,25	0,1	1185	320	118,5
		28. Сменить инструмент							
		29. Фрезеровать поверхность 33	MP2500	Ø40(278)	3	0,2	2070	260	414
		30. Фрезеровать поверхность 18	MP2500	Ø40(120)	3	0,2	2070	260	414
		31. Фрезеровать поверхность 19	MP2500	Ø40(120)	3	0,2	2070	260	414
		32. Фрезеровать уклон 20	MP2500	Ø40(50)	3	0,2	2070	260	414
		33. Фрезеровать уступ 21	MP2500	Ø40(104)	3	0,2	2070	260	414
		34. Фрезеровать уступ 22	MP2500	Ø40(104)	3	0,2	2070	260	414
		35. Фрезеровать фаску 25	MP2500	Ø40(20)	20	0,2	2070	260	414
		36. Фрезеровать фаску 26	MP2500	Ø40(20)	20	0,2	2070	260	414
		37. Сменить инстру-мент							
		38. Фрезеровать уступ 27 и R10	MP2500	Ø20(62)	10	0,2	2548	80	509,6
		39. Сменить инструмент							

Продолжение таблицы 10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
010	ЛКС на с	40. Фрезеровать поверхность 33	MP2500	Ø32(8)	32	0,2	796	80	159,2	Лист
ДП 44.03.04.748.ПЗ										
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						34

41. Сменить инструмент							
42. Сверлить отв. 52 со снятием фаски	TiAlN+TiN	Ø13,5(36)	6,75	0,1	1180	50	118
43. Сменить инструмент							
44. Нарезать резьбу в отв.52	RX2000	16	-	2,5	398	20	995
45. Повернуть заготовку на 180°							
46. Сменить инструмент							
47. Подрезать торец 43	TP2500	Ø150(75)	3	0,3	637	300	191,1
48. Точить поверх. 44 предварительно	TP2500	Ø150(10)	3(i=20)	0,3	637	300	191,1
49. Точить поверх. 44 окончательно	TP2500	Ø30(10)	1,5	0,2	3397	320	679,4
50. Подрезать торец 45 предвар.	TP2500	Ø150(61,5)	1	0,3	637	300	191,1
51. Подрезать торец 45 окончат.	TP2500	Ø150(61,5)	0,5	0,2	679	320	135,8
52. Точить поверх. 46 предварительно	TP2500	Ø150(50)	3(i=10)	0,3	637	300	191,1
53. Точить поверх. 46 окончательно	TP2500	Ø90(50)	2	0,2	1132	320	226,4
54. Подрезать торец 28	TP2500	Ø150(32)	1	0,3	637	300	191,1
55. Точить поверхность 29	TP2500	Ø150(10)	2	0,3	637	300	191,1
56. Сменить инструмент							
57. Точить поверх. 44 тонко	TP2500	Ø27(10)	2	0,1	1132	320	113,2
58. Точить поверх. 46 тонко	TP2500	Ø86(50)	2	0,1	1185	320	118,5
59. Сменить инструмент							
60. Фрезеровать поверхность 34	MP2500	Ø40(278)	3	0,2	2070	260	414
61. Фрезеровать поверхность 18*	MP2500	Ø40(120)	3	0,2	2070	260	414
62. Фрезеровать поверхность 19*	MP2500	Ø40(120)	3	0,2	2070	260	414
63. Фрезеровать уклон 20*	MP2500	Ø40(50)	3	0,2	2070	260	414
64. Фрезеровать уступ 21*	MP2500	Ø40(104)	3	0,2	2070	260	414
65. Фрезеровать уступ 22*	MP2500	Ø40(104)	3	0,2	2070	260	414
66. Фрезеровать фаску 30	MP2500	Ø40(20)	20	0,2	2070	260	414
67. Фрезеровать фаску 31	MP2500	Ø40(20)	20	0,2	2070	260	414
68. Сменить инструмент							
69. Фрезеровать уступ 32 и R10	MP2500	Ø10(62)	10	0,2	2548	80	509,6

Окончание таблицы 10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Лист
ДП 44.03.04.748.ПЗ										35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

015	Радиально-сверлильная с ЦПУ	70. Сменить инструмент							
		71. Сверлить отв. 51 со снятием фаски	TiAlN+TiN	Ø13,5(36)	6,75	0,1	1180	50	118
		70. Сменить инструмент							
		72. Нарезать резьбу в отв. 51	RX2000	16	-	2,5	398	20	995
		1. Установить и закрепить							
		2. Сверлить отверстия 35,36 последовательно	T2000D	Ø9,8(11*2)	4,9	0,15	1625	50	243,75
3. Сменить инструмент									
4. Развернуть отверстия 35,36 предварительно									
		RX2000	Ø9,95(11*2)	0,075	0,5	320	10	160	
5. Сменить инструмент									
6. Развернуть отверстия 35,36 окончательно									
		RX2000	Ø10(11*2)	0,025	0,5	318	10	159	

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:

$$t_{шк} = t_{ш} + \frac{T_{нз}}{n}, \quad (14)$$

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

					ДП 44.03.04.748.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

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:

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{всп} + t_{обс} + t_{отд} \quad (15)$$

где $t_{осн}$ – основное время, мин.;

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

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

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

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

$$t_{осн} = \frac{L_{расч}}{S \cdot n} i \quad (16)$$

где l – расчетная длина;

i – число проходов;

S_M – величина минутной подачи.

Расчетная длина:

$$L = l_0 + l_{вр} + l_{пер}, \quad (17)$$

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

					ДП 44.03.04.748.ПЗ	Лист
						37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

Оперативное время:

$$t_{on} = t_{очн} + t_{всн} \quad (18)$$

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):

$$t_{обс} = 0,06 \cdot (t_{очн} + t_{всн}) = 0,06 \cdot t_{on} \quad (19)$$

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

$$t_{отд} = 0,04 \cdot (t_{очн} + t_{всн}) = 0,04 \cdot t_{on} \quad (20)$$

Расчет норм времени представлен в таблицах 11 и 12.

Таблица 11 – Основное и вспомогательное время

Элементы операции	Расчетные размеры, мм	Режим обработки	В		Вспомогательное время, мин	В	
			н	о		н	о

					ДП 44.03.04.748.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

1	Длина обрабатываемой поверхности	Врезание и перебег	Число раб. ходов	Расчетная длина	Подача, мм/об	Частота вращения, об/мин	Минутная подача, мм/мин	to	tуст	tв	tоп
	2	l _{вп+лп}	i	L	S _о	n	S _{мин}				
Операция 005– Комплексная с ЧПУ											
1. Установить и закрепить									0,6	0,6	0,6
2. Подрезать торец 1	161	5	1	166	0,3	297	89,1	1,81		0,02	1,83
3. Точить поверхн. 2 предварит.	30	5	1	35	0,3	297	89,1	0,39		0,02	0,41
4. Точить поверхн. 2 окончат.	30	5	1	35	0,2	322	64,4	0,54		0,02	0,56
5. Подрезать торец 3 однократ.	4,5	5	1	9,5	0,3	297	89,1	0,11		0,02	0,13
6. Точить поверхн. 4 однократ.	3	5	1	8	0,3	297	89,1	0,09		0,02	0,11
7. Точить фаску 5	6	5	1	11	0,3	273	81,9	0,13		0,02	0,15
8. Точить поверхн. 6 однократ.	16	5	1	21	0,3	273	81,9	0,26		0,02	0,28
9. Сменить инструмент										0,05	0,05
10. Точить поверхн. 2 тонко	30	5	1	35	0,1	346	34,6	1,01		0,02	1,03
11. Сменить инструмент										0,05	0,05
12. Расточить отв. 7 предварит.	281	5	1	286	0,3	336	100,8	2,84		0,02	2,86
13. Расточить отв. 7 окончат.	281	5	1	286	0,2	356	71,2	4,02		0,02	4,04
14. Сменить инструмент										0,05	0,05
15. Расточить отверстие 7 тонко	281	5	1	286	0,1	374	37,4	7,65		0,02	7,67
16. Сменить инструмент										0,05	0,05
17. Фрезеровать поверхность 8	356	20	1	376	0,2	2070	414	0,91		0,02	0,93
18. Фрезеровать поверхность 9	356	20	1	376	0,2	2070	414	0,91		0,02	0,93
ИТОГО								20,67		1,06	21,73
Операция 010– Комплексная с ЧПУ											
1. Установить и закрепить									0,6	0,6	0,6
2. Подрезать торец 10	161	5	1	166	0,3	297	89,1	1,81		0,02	1,83
3. Точить поверхн. 11 предвари.	30	5	1	35	0,3	297	89,1	0,39		0,02	0,41
4. Точить поверхн. 11 окончат.	30	5	1	35	0,2	322	64,4	0,54		0,02	0,56
5. Подрезать торец 12 однократ.	4,5	5	1	9,5	0,3	297	89,1	0,11		0,02	0,13
6. Точить поверхн. 13 однократ.	4	5	1	9	0,3	297	89,1	0,09		0,02	0,11
7. Точить фаску 14	6	5	1	11	0,3	265	79,5	0,14		0,02	0,16
8. Точить поверхн. 15 однократ.	60	5	1	65	0,3	265	79,5	0,82		0,02	0,84
9. Сменить инструмент										0,05	0,05
10. Точить поверхн. 11 тонко	30	5	1	35	0,1	301	30,1	1,16		0,02	1,18
11. Сменить инструмент										0,05	0,05
12. Фрезеровать поверхность 16	356	20	1	376	0,2	2070	414	0,91		0,02	0,93
13. Фрезеровать поверхность 17	356	20	1	376	0,2	2070	414	0,91		0,02	0,93
14. Сменить инструмент										0,05	0,05
15. Подрезать торец 37 предвар.	75	5	1	80	0,3	637	191,1	0,42		0,02	0,44
16. Подрезать торец 37 окончат.	75	5	1	80	0,2	679	135,8	0,59		0,02	0,61
17. Точить поверхн. 38 предвар.	50	5	10	550	0,3	637	191,1	2,88		0,02	2,90
18. Точить поверхн. 38 окончат.	50	5	1	55	0,2	1132	226,4	0,24		0,02	0,26
19. Подрезать торец 23	32	5	1	37	0,3	637	191,1	0,19		0,02	0,21

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
20. Точить поверх. 39 предв.	6,5	5	3	34,5	0,3	637	191,1	0,21		0,02	0,23	
21. Точить поверх. 39 окончат.	6,5	5	1	11,5	0,2	775	155	0,07		0,02	0,09	
ДП 44.03.04.748.ПЗ											39	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата								

22. Подрезать торец 40	10,25	5	1	15,25	0,3	637	191,1	0,08		0,02	0,10
23. Точить поверхн. 41	10	5	2	30	0,3	637	191,1	0,16		0,02	0,18
24. Подрезать торец 42	2,5	5	1	7,5	0,3	637	191,1	0,04		0,02	0,06
25. Точить поверхность 24	10	5	1	15	0,3	637	191,1	0,08		0,02	0,10
26. Сменить инструмент										0,05	0,05
27. Точить поверх.38 тонко	50	5	1	55	0,1	1185	118,5	0,46		0,02	0,48
28. Сменить инструмент										0,05	0,05
29. Фрезеровать поверхность 33	278	20	1	298	0,2	2070	414	0,72		0,02	0,74
30. Фрезеровать поверхность 18	120	20	1	140	0,2	2070	414	0,34		0,02	0,36
31. Фрезеровать поверхность 19	120	20	1	140	0,2	2070	414	0,34		0,02	0,36
32. Фрезеровать уклон 20	50	20	1	70	0,2	2070	414	0,17		0,02	0,19
33. Фрезеровать уступ 21	104	20	1	124	0,2	2070	414	0,30		0,02	0,32
34. Фрезеровать уступ 22	104	20	1	124	0,2	2070	414	0,30		0,02	0,32
35. Фрезеровать фаску 25	20	10	1	30	0,2	2070	414	0,07		0,02	0,09
36. Фрезеровать фаску 26	20	10	1	30	0,2	2070	414	0,07		0,02	0,09
37. Сменить инструмент										0,05	0,05
38. Фрезеровать уступ 27 и R10	62	5	1	67	0,2	2548	509,6	0,13		0,02	0,15
39. Сменить инструмент										0,05	0,05
40. Фрезеровать поверхность 53	8	10	1	18	0,2	796	159,2	0,11		0,02	0,13
41. Сменить инструмент										0,05	0,05
42. Сверлить отв. 52	36	7	1	43	0,1	1180	118	0,36		0,02	0,38
43. Сменить инструмент										0,05	0,05
44. Нарезать резьбу в отв.52	30	10	1	40	2,5	398	995	0,04		0,02	0,06
45. Повернуть заготовку на 180 ⁰									0,6	0,6	0,6
46. Сменить инструмент										0,05	0,05
47. Подрезать торец 43	75	5	1	80	0,3	637	191,1	0,42		0,02	0,44
48. Точить поверх. 44 предвар.	10	5	20	300	0,3	637	191,1	1,57		0,02	1,59
49. Точить поверх. 44 окончат.	10	5	1	15	0,2	3397	679,4	0,02		0,02	0,04
50. Подрезать торец 45 предвар.	61,5	5	1	66,5	0,3	637	191,1	0,35		0,02	0,37
51. Подрезать торец 45 окончат.	61,5	5	1	66,5	0,2	679	135,8	0,49		0,02	0,51
52. Точить поверх. 46 предвар.	50	5	10	550	0,3	637	191,1	2,88		0,02	2,90
53. Точить поверх. 46 окончат.	50	5	1	55	0,2	1132	226,4	0,24		0,02	0,26
54. Подрезать торец 28	32	5	1	37	0,3	637	191,1	0,19		0,02	0,21
55. Точить поверхность 29	10	5	1	15	0,3	637	191,1	0,08		0,02	0,10
56. Сменить инструмент										0,05	0,05
57. Точить поверх. 44 тонко	10	5	1	15	0,1	1132	113,2	0,13		0,02	0,15
58. Точить поверх.46 тонко	50	5	1	55	0,1	1185	118,5	0,46		0,02	0,48
59. Сменить инструмент										0,05	0,05
60. Фрезеровать поверхность 34	278	20	1	298	0,2	2070	414	0,72		0,02	0,74
61. Фрезеровать поверхн.18*	120	20	1	140	0,2	2070	414	0,34		0,02	0,36
62. Фрезеровать поверхн.19*	120	20	1	140	0,2	2070	414	0,34		0,02	0,36
63. Фрезеровать уклон 20*	50	20	1	70	0,2	2070	414	0,17		0,02	0,19
64. Фрезеровать уступ 21*	104	20	1	124	0,2	2070	414	0,30		0,02	0,32
65. Фрезеровать уступ 22*	104	20	1	124	0,2	2070	414	0,30		0,02	0,32
66. Фрезеровать фаску 30	20	10	1	30	0,2	2070	414	0,07		0,02	0,09
67. Фрезеровать фаску 31	20	10	1	30	0,2	2070	414	0,07		0,02	0,09

Окончание таблицы 11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
68. Сменить инструмент										0,05	0,05
69. Фрезеровать уступ 32 и R10	62	5	1	67	0,2	2548	509,6	0,13		0,02	0,15

70. Сменить инструмент										0,05	0,05	
71. Сверлить отв. 52	36	7	1	43	0,1	1180	118	0,36		0,02	0,38	
72. Сменить инструмент										0,05	0,05	
73. Нарезать резьбу в отв.52	30	10	1	40	2,5	398	995	0,04		0,02	0,06	
ИТОГО									24,92		3,07	27,99
Операция 015– Радиально-сверлильная с ЧПУ												
1. Установить и закрепить										0,6	0,6	0,6
2. Сверлить отверстия 35,36 последовательно	11	5	2	32	0,15	1625	243,75	0,13		0,04	0,17	
3. Сменить инструмент										0,05	0,05	
4. Развернуть отверстия 35,36 предварительно	11	5	2	32	0,5	320	160	0,2		0,04	0,24	
5. Сменить инструмент										0,05	0,05	
6. Развернуть отверстия 35,36 окончательно	11	5	2	32	0,5	318	159	0,2		0,04	0,24	
ИТОГО									0,53		0,82	1,35

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	20,67	1,06	21,73	6	1,3	4	0,83	23,86	45	47	24,82
010	24,92	3,07	27,99	6	1,68	4	1,12	30,79	45	47	31,75
015	0,53	0,82	1,35	6	0,08	4	0,05	1,48	30	47	2,12
Итого											58,69

2.12. Разработка управляющей программы для станка с ЧПУ

Управляющая программа разработана для операции 015 – Радиально-сверлильная с ЧПУ. Обработка выполняется на радиально-сверлильном станке модели KNUTH R 32 Basic.

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 осу-

					ДП 44.03.04.748.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

ществляется 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 и др.); 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.

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
%	
N10 T1 D1 M6	Выбор инструмента (сверло Ø9,8)
N15 G0 G17 G54G90 H1	Подготовительные команды и назначение кор-

	ректора на длину инструмента
N20 F243,75 S1625 M3 M8	Назначение оборотов, подачи, включение СОЖ
N25 G0 X160 Y0 Z23	Ускоренное перемещение к началу 1-го отверстия
N30 G1 X140	Сверление 1-го отверстия
N35 G0 X160	Ускоренный отвод из детали
N40 Z255	Ускоренное перемещение к началу 2-го отверстия
N45 G1 X140	Сверление 2-го отверстия
N50 G0 X160	Ускоренный отвод из детали
N55 M5 M9	Отключение СОЖ, остановка шпинделя перед сменой инструмента
N60 G0 Z300	Ускоренное перемещение в точку смены инструмента
N65 T2 D1 H1 M6	Выбор инструмента (развертка Ø9,95)
N70 G0 G17 G54 G94	Подготовительные команды и назначение корректора на длину инструмента
N75 F160S320 M3 M8	Назначение оборотов, подачи, включение СОЖ
N80 G0 X160 Y0 Z23	Ускоренное перемещение к началу 1-го отверстия
N85 G1 X140	Развертывание черновое 1-го отверстия
N90 G0 X160	Ускоренный отвод из детали
N95 Z225	Ускоренное перемещение к началу 2-го отверстия
N100 G1 X140	Развертывание черновое 2-го отверстия
N105 G0 X160	Ускоренный отвод из детали
N110 M5 M9	Отключение СОЖ, остановка шпинделя перед сменой инструмента
N115 G0 Z300	Ускоренное перемещение в точку смены инструмента
N120 T3 D1 H1 M6	Выбор инструмента (развертка Ø10)
N125 G0 G17 G54 G94	Подготовительные команды и назначение корректора на длину инструмента
N130 F159S318 M3 M8	Назначение оборотов, подачи, включение СОЖ

Окончание таблицы 14

1	2
N135 G0 X160 Y0 Z23	Ускоренное перемещение к началу 1-го отверстия
N140 G1 X140	Развертывание чистовое 1-го отверстия
N145 G0 X160	Ускоренный отвод из детали
N150 Z255	Ускоренное перемещение к началу 2-го отверстия

					ДП 44.03.04.748.ПЗ	Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

N155 G1 X140	Развертывание чистовое 2-го отверстия
N160 G0 X160	Ускоренный отвод из детали
N165 G0 Z300	Ускоренное перемещение в точку смены инструмента
N170 M30	Конец программы
%	

3. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

В данном дипломном проекте производится разработка технологического процесса изготовления детали «Обойма люльки» на участке механической об-

					ДП 44.03.04.748.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

работки в условиях среднесерийного производства с количеством выпускаемых готовых деталей 2000 штук в год.

3.1. Определение количества технологического оборудования

Таблица 16 – Нормы времени по операциям

№ операции	Наименование операции	Модель оборудования	Штучно-калькуляционное время, <i>t_{шт.к.}</i> , мин
005	Комплексная с ЧПУ	Обработка центр с ЧПУ DMU 80 FD	24,82
010	Комплексная с ЧПУ	Обработка центр с ЧПУ DMU 80 FD	31,75
015	Радиально-сверлильная с ЧПУ	Knuth R32 Basic	2,12

Количество технологического оборудования рассчитаем по формуле:

$$q = \frac{t \cdot N_{\text{год}}}{F_{\text{об}} \cdot k_{\text{вн}} \cdot k_3 \cdot 60}, \quad (21)$$

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

$k_{\text{вн}} = 1,0 \div 1,2$);

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

Действительный годовой фонд времени работы единицы оборудования рассчитаем следующим образом:

$$F_{\text{об}} = F_{\text{н}} \left(1 - \frac{k_p}{100} \right), \quad (22)$$

где $F_{\text{н}}$ - номинальный фонд времени работы единицы оборудования, ч;					Лист
ДП 44.03.04.748.ПЗ					45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

k_p - потери номинального времени работы единицы оборудования на ремонтные работы, %.

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

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

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

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

Определяем количество технологического оборудования:

$$q^{005} = \frac{24,82 \cdot 2000}{5268,9 \cdot 1,0 \cdot 0,75 \cdot 60} = 0,21 \text{ шт.}$$

$$q^{010} = \frac{31,75 \cdot 2000}{5268,9 \cdot 1,0 \cdot 0,75 \cdot 60} = 0,27 \text{ шт.}$$

Так как операции 005 и 010 выполняются на одном оборудовании, и загружен станок на каждой операции не полностью, то выполняем их на одном станке.

$$q^{005-010} = 0,48 \text{ шт.}$$

Принимаем $q^{005-010} = 1 \text{ шт.}$;

$$q^{015} = \frac{2,12 \cdot 2000}{5268,9 \cdot 1,0 \cdot 0,75 \cdot 60} = 0,02 \text{ шт. Принимаем } q^{015} = 1 \text{ шт.}$$

Таблица 17 – Сводная ведомость оборудования

					ДП 44.03.04.748.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

Тип оборудования	Обработка центр с ЧПУ DMU 80 FD	Knuth R32 Basic
Количество станков по расчету, ед	0,48	0,02
Принимаемое количество станков	1	1
Коэффициент загрузки оборудования, %	0,48	0,02
Средний коэффициент загрузки оборудования, %	0,25	

3.2. Определение капитальных вложений

В данном проекте оборудование не приобретается, а уже есть на предприятии.

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

$$K_{npz} = K_{yn} \cdot K_3 \cdot n \quad (23)$$

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

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

$n = 3$ количество операций для которых необходима программа

$$K_{npz} = 8000 \cdot 1,1 \cdot 3 = 26400 \text{ р.}$$

Для внедрения новой управляющей программы понадобится 26400р.

					ДП 44.03.04.748.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

3.3. Расчет технологической себестоимости детали

В общем случае технологическая себестоимость складывается из суммы следующих элементов:

$$C = Z_M + Z_{зп} + Z_э + Z_{об} + Z_{осн} + Z_{и}, \quad (24)$$

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

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

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

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

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

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

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

$$Z_{зп} = Z_{пр} + Z_{н} + Z_э + Z_{к} + Z_{тр}, \quad (25)$$

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

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

$Z_э$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование электронщиков, р.;

					ДП 44.03.04.748.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

Z_k – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование контролеров, р.;

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

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

$$Z_{пр} = C_m \cdot t_{шт-к} \cdot k_{мн} \cdot k_{доп} \cdot k_{есн} \cdot k_p, \quad (26)$$

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

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

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

$k_{доп}$ - коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату (1,2);

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

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

Численность станочников (операторов) вычисляется по формуле:

$$Ч_{ст} = \frac{t \cdot N_{год} \cdot k_{мн}}{F_p \cdot 60}; \quad (27)$$

где t – штучное время операции, мин;

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

		$k_{мн}$ – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание,			Лист
					49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

$$k_{\text{мн}} = 1;$$

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

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

Пример расчета операции 015- Радиально-сверлильная с ЧПУ:

$$Z_{np} = 129,87 \cdot 2,12 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,15 / 60 = 8,23 \text{ р.}$$

Пример расчета численности станочников операции 015-Радиально-сверлильная с ЧПУ:

$$q_{\text{ст}}^{015} = \frac{2,12 \cdot 2000 \cdot 1,0}{1790 \cdot 60} = 0,17 \text{ чел.};$$

Таблица 18 – Затраты на заработную плату станочников за одну деталь по базовому варианту

Наименование операции	Часовая тарифная ставка, р.	Штучное время, мин	Заработная плата, р.	Численность станочников, расчетная чел.	Численность станочников, принятая чел.
Комплексная с ЧПУ	129,87	56,57	220	1	1
Радиально-сверлильная с ЧПУ	129,87	2,12	8,23	0,04	1
Итого			228,23	1,04	2

Определим затраты на заработную плату на годовую программу:

$$Z_{\text{зп}} = 228,23 \cdot 2000 = 456\,460 \text{ р.}$$

					ДП 44.03.04.748.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

Зарботная плата вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле:

$$Z_{всп} = \frac{C_T^{всп} \cdot F_p \cdot Ч_{всп} \cdot k_{доп} \cdot k_p}{N_{год}}, \quad (28)$$

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:

$$Ч_{нал} = \frac{g_n \cdot n}{N}, \quad (29)$$

где g_n – расчетное количество оборудования, согласно расчетам, составляет $g_n = 0,5$ шт.;

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

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

$$Ч_{нал} = \frac{0,5 \cdot 3}{10} = 0,15 \text{ чел. Принимаем } 1 \text{ чел.}$$

Численность транспортных рабочих составляет 5% от числа станочников,

численность контролеров – 7% от числа станочников, отсюда:

						Лист
						51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.748.ПЗ	

$Ч_{\text{трансп.}} = 0,05 \cdot 1,04 = 0,05$ чел.; Принимаем 1 чел.

$Ч_{\text{контр.}} = 0,07 \cdot 1,04 = 0,07$ чел. Принимаем 1 чел.

Произведем вычисления заработной платы вспомогательных рабочих:

$$З_{\text{нал}} = \frac{161,62 \cdot 1790 \cdot 0,15 \cdot 1,15 \cdot 1,05}{2000} = 26,2 \text{ р.};$$

$$З_{\text{трансп.}} = \frac{93,09 \cdot 1790 \cdot 0,04 \cdot 1,15 \cdot 1,05}{2000} = 5,02 \text{ р.};$$

$$З_{\text{контр.}} = \frac{123,3 \cdot 1790 \cdot 0,07 \cdot 1,15 \cdot 1,05}{2000} = 9,1 \text{ р.}$$

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

Таблица 19 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих

Специальность Рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Численность, чел.		Затраты на изгото- вление одной детали, р.
		расчетная	принятая	
Наладчик станков	161,62	0,15	1	26,2
Транспортный ра- бочий	93,02	0,05	1	5,02
Контролер ОТК	123,3	0,07	1	9,1
Итого:			3	40,32

Определим затраты на заработную плату за год:

$$Ззп = 40,32 \cdot 2000 = 80\ 640 \text{ р.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле:

					ДП 44.03.04.748.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

$$Z_{\text{зп}} = 456460 + 80640 = 537\,100 \text{ р.}$$

Отчисления в социальный фонд.

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

$$537\,100 \cdot 0,3 = 161\,130 \text{ р.}$$

Затраты на электроэнергию

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

$$Z_{\text{э}} = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{\text{вр}} \cdot k_{\text{од}} \cdot k_w \cdot t}{\eta \cdot k_{\text{вн}}} \cdot C_{\text{э}}, \quad (30)$$

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

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

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

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

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

η – коэффициент полезного действия оборудования (по паспорту станка);

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

$C_{\text{э}}$ – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, $C_{\text{э}} = 3,3 \text{ р.}$

Производим расчеты по формуле:

					ДП 44.03.04.748.ПЗ	Лист
						53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$Z_3(005,010) = \frac{29 \cdot 0,3 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 1,06 \cdot 56,57}{0,75 \cdot 1,02 \cdot 60} \cdot 3,3 = 18,79 \text{ р};$$

$$Z_3(015) = \frac{1,5 \cdot 0,3 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 1,06 \cdot 2,12}{0,75 \cdot 1,02 \cdot 60} \cdot 3,3 = 0,04 \text{ р};$$

Результаты расчета сводим в таблицу 20.

Таблица 20 – Затраты на электроэнергию

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч	Затраты на электроэнергию, р.
Комплексная с ЧПУ	29	0,94	18,79
Радиально-сверлильная с ЧПУ	1,5	0,04	0,04
Итого			18,83

Определим затраты на электроэнергию за год:

$$Z_3 = 18,83 \cdot 2000 = 37\ 660 \text{ р.}$$

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле:

$$Z_{об} = C_{ам} + C_{рем}, \quad (31)$$

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

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

Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяют по формуле:

$$C_{ам} = \frac{Ц_{об} \cdot H_{ам} \cdot t_{шт-к}}{F_{об} \cdot k_3 \cdot k_{вн} \cdot 60}, \quad (32)$$

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

$H_{ам}$ – норма амортизационных отчислений для станков с ЧПУ, $H_{амН} = 12\%$;

t – штучно-калькуляционное время, мин;

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

$$F_{обНОВ} = 5268,9 \text{ ч};$$

k_3 – нормативный коэффициент загрузки оборудования, $k_3 = 0,85$;

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

Производим расчеты по формуле:

$$C_{ам}(005,010) = \frac{11545000 \cdot 0,12 \cdot 56,57}{5268,9 \cdot 0,85 \cdot 1,02 \cdot 60} = 285,94 \text{ р};$$

$$C_{ам}(015) = \frac{2150000 \cdot 0,12 \cdot 2,12}{5268,9 \cdot 0,85 \cdot 1,02 \cdot 60} = 2,00 \text{ р};$$

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

Вычисления производим по формуле:

$$C_{рем} = \frac{Ц_{РЕ} \cdot \Sigma Re}{t \cdot N_{год}}, \quad (33)$$

где ΣRe - суммарное количество ремонтных единиц по количеству станков одного типа;

					ДП 44.03.04.748.ПЗ	Лист
						55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

t – штучно-калькуляционное время, мин;

N_{год} – годовая программа выпуска деталей.

Производим вычисление затрат на текущий ремонт оборудования по формуле:

$$C_{\text{рем}}(005,010) = \frac{11545000 \cdot 0,28}{56,57 \cdot 2000} = 28,57 \text{ р};$$

$$C_{\text{рем}}(015) = \frac{2150000 \cdot 0,02}{2,12 \cdot 2000} = 10,14 \text{ р};$$

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

Таблица 21 – Затраты на содержание и эксплуатацию на технологическое оборудование

Модель станка	Стоимость, тыс. р.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, ч	Амортизационные отчисления, р.	Затраты на ремонт, р.
Обработка центр с ЧПУ DMU 80 FD	11 545	1	12	56,57	285,94	28,57
Knuth R32 Basic	2 150	1	12	2,12	2,0	10,14
Итого					287,94	38,71

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{п}} = 287,94 + 38,71 = 326,65 \text{ р.}$$

Затраты на эксплуатацию инструмента

Затраты на эксплуатацию инструмента со сменными пластинами определяются по формуле:

$$Z_{инс} = \frac{C_{пл} + C_{к} / Q}{T \cdot b \cdot N} \cdot T_m \quad (34)$$

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

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

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

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

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

T_m - машинное время, мин;

T - нормативная стойкость инструмента, мин.

Стоимость твердосплавных пластин представлена в таблице 22.

Таблица 22 – Стоимость твердосплавных пластин, руб.

Форма твердосплавной сменной пластины	Ромбическая С, D, V	Трехгранная T, W	Квадратная S	Круглая R
Q - количество сменных поворотных пластин, используемых на 1 державке сборного инструмента в течение времени его эксплуатации	500	350	250	200

Определим затраты на эксплуатацию фрезы SECO с ромбической пластиной:

$$Z_{инс} = \frac{4 \times 500 + 6500/250}{90 \times 0,9 \times 4} \cdot 0,91 = 5,7 \text{ р}$$

									Лист
									58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.748.ПЗ				

Затраты на эксплуатацию перетачиваемого инструмента определяются по формуле:

$$C_{инс} = \frac{C_{инс} + \beta_{п} \cdot C_{п}}{T \cdot (\beta_{п} + 1)} \cdot T_o \cdot \eta , \quad (35)$$

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

$\beta_{п}$ - число переточек;

$C_{п}$ - стоимость одной переточки, руб.;

T - период стойкости инструмента, мин;

T_o - машинное время, мин;

η - 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 остальных инструмент, результаты расчетов заносим в таблицу 23.

Таблица 23 – Затраты на эксплуатацию инструмента по проектному варианту

Инструмент	Цена инструмента, $C_{инс}$, руб	Число переточек, $\beta_{п}$	Стоимость одной переточки, $C_{п}$, руб	Период стойкости инструмента, T , мин	Машинное время, T_o , мин	Количество инструмента	Затраты на инструмент, $C_{инс}$, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8

Фреза Power Turbo Корпус: SECO R217.69-3032.0.0-18-2AN пластина ХОМХ 18604TR – ME13	6500 500	-	-	90	0,91	2 8	11,4
Фреза Power Turbo Корпус: SECO R217.69-3032.0.0-18-2AN пластина ХОМХ 18604TR – ME13	6500 500	-	-	90	9,24	1 4	57,87
Фреза Power Turbo Корпус: SECO R217.69-2022.0.0-18-2AN пластина ХОМХ 18604TR – ME13	6500 500	-	-	90	0,26	1 4	1,63

Окончание таблицы 23

1	2	3	4	5	6	7	8
Державка наружная правая SECO C3 – SCLCR – 2204 – 09 пластина DCMT 11T032-FF1	3500 500	-	-	15	1,02	1 1	10,11
Державка наружная правая SECO C3 – SCLCR – 2204 – 09 пластина DCMT 11T032-FF1	3500 500	-	-	15	3,33	1 1	33,66
Державка наружная левая SECO C3 – SCLCL – 2204 – 09 пластина DCMT 11T032-FF1	3500 500	-	-	15	6,86	1 1	67,32
Державка наружная левая SECO C3 – SCLCL – 2204 – 09 пластина DCMT	3500	-	-		7,65	1	75,06

11T032-FF1	500			15		1	
Сверло SECO диаметром Ø9,8 SD203A-9.8-31- 12R1-N (сплав T2000D)	1500	2	150	30	0,13	1	2,99
Развертка диа- метром Ø9,95 NF10-9,95H10- EB45-RX2000	2500	-	-	25	0,2	1	23
Развертка диа- метром Ø9,95 NF10-9,95H10- EB45-RX2000	2500	-	-	25	0,2	1	23
Итого							306,04

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

Таблица 24 – Технологическая себестоимость обработки детали

Статьи затрат	Сумма, руб.
Заработная плата с начислениями	228,23
Затраты на технологическую электро- энергию	18,83
Затраты на содержание и эксплуата- цию оборудования	326,65
Затраты на инструмент	306,04
Итого	879,85

Анализ уровня технологии производства.

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

Удельный вес каждой операции определяется по формуле:

$$Y_{\text{оп}} = \frac{T^t}{T} \cdot 100\% , \quad (36)$$

где T^t – штучно-калькуляционное время на каждую операцию;
 T – суммарное штучно-калькуляционное время обработки детали.

Производим расчеты удельного веса операции по формуле:

$$Y_{\text{оп}} (005) = \frac{32,73}{44,05} \cdot 100\% = 74,3\% .$$

$$Y_{\text{оп}} (010) = \frac{9,2}{44,05} \cdot 100\% = 20,9\% .$$

$$Y_{\text{оп}} (015) = \frac{2,12}{44,05} \cdot 100\% = 4,8\% .$$

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:

$$Y_{\text{пр}} = \frac{g_{\text{пр}}}{g_{\Sigma}} \cdot 100\% , \quad (37)$$

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

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

Определим производительность труда на программной операции:

$$B = \frac{F_p \cdot \kappa_{\text{вн}} \cdot 60}{t} , \quad (38)$$

					ДП 44.03.04.748.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

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

$K_{вн}$ – коэффициент выполнения норм;

t – штучно-калькуляционное время, мин.

Производительность труда в разработанном техпроцессе:

$$B_{пр.005,010} = \frac{1790 \cdot 1,2 \cdot 60}{56,57} = 2278 \text{ шт / чел.год}$$

$$B_{пр.015} = \frac{1790 \cdot 1,2 \cdot 60}{2,12} = 60792 \text{ шт / чел.год}$$

В таблице 25 представлены технико-экономические показатели проекта.

Таблица 25 - Техничко-экономические показатели проекта

Наименование Показателей	Ед. изм.	Значения показателей
Годовой выпуск деталей	шт.	2000
Количество видов оборудования	шт.	2
Количество производственных рабочих	чел.	2
Количество вспомогательных рабочих	чел.	3
Трудоёмкость обработки одной детали	н/ч	0,98
Технологическая себестоимость одной детали, в том числе:		879,85
- затраты на инструмент	руб.	306,04
- заработная плата рабочих		228,23
Доля прогрессивного оборудования	%	100
Производительность труда	шт/чел.год	2278
Средний коэффициент загрузки оборудования		0,25

ВЫВОДЫ:

Технологическая себестоимость одной детали составляет 879,85 рублей. На всю партию деталей затраты составят 1 759 700 рублей.

Так как средняя загрузка станков 25%, чтобы исключить простои обо-

рудования, станки будут догружаться другими деталями.

						Лист
						63
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.748.ПЗ	

4. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1. Система подготовки персонала

В проектируемом технологическом процессе механической обработки детали «Обойма люльки» обработка производится на токарном и фрезерном станке с ЧПУ. Следовательно, для данного технологического процесса необходима подготовка рабочих по профессии «Оператор станков с программным управлением».

Операторов станков с программным управлением готовят в учреждениях среднего профессионального образования по специальности «15.01.32 Оператор станков с программным управлением».

					ДП 44.03.04.748.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

4.2. Анализ федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 15.01.32 Оператор станков с программным управлением

Образовательные стандарты – это способ превращения задач государства в задачи образовательного ведомства.

ФГОС 3 учитывает:

- требование к условиям реализации ООП, в том числе кадровым, финансовым, материально-техническим и иным условиям;
- требование к результатам освоения ООП (компетенции);
- требование к структуре ООП.
- требования работодателя (Компетенция по видам профессиональной деятельности);

- требования государства (Уровень квалификации по образованию);

Требования к уровню и качеству подготовки выпускников в рамках ФГОС 3-го поколения определяется в рамках компетентностного подхода.

Компетентностный подход

– это подход к определению целей, отбору содержания, организации образовательного процесса, выбору образовательных технологий и оценке результатов образования, основанный на предоставлении результатов образования в виде актуальной совокупности компетенций выпускников учебных заведений и соответствующих уровней сформированности этих компетенций;

- это метод моделирования результатов обучения и их представления как норм качества образования.

Компетенция – это личностная способность специалиста решать определенный класс профессиональных задач

					ДП 44.03.04.748.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

Понятие компетенции включает:

- Знания;
- умения;
- навыки

т.е. то, что студент должен знать, о чем иметь представление, что уметь и чем владеть.

В рамках ФГОС 3 выделяют два вида компетенций:

- общие
- профессиональные

Общая компетенция (ОК) – способность успешно действовать на основе практического опыта, умения и знаний при решении задач общего рода деятельности.

Профессиональная компетенция (ПК) – способность успешно действовать на основе практического опыта, умения и знаний при решении задач профессионального рода деятельности.

Источником формулирования компетенций являются требования работодателей, учитываемые при проектировании ОПП.

Эти требования во ФГОС отражаются в видах деятельности, и каждый вид деятельности раскрывается перечнем компетенций.

Общие компетенции приведены в таблице 26.

Таблица 26 - Общие компетенции

Код компетенции	Формулировка компетенции	Знания, умения
1	2	3

ОК 01	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам	<p>Умения: распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части; определять этапы решения задачи; выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; составить план действия; определить необходимые ресурсы; владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах; реализовать составленный план; оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника).</p> <p>Знания: актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить; основные источники информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте. алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях; методы работы в профессиональной и смежных сферах; структуру плана для решения задач; порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности.</p>
-------	--	--

Продолжение таблицы 26

1	2	3
ОК 02	Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности	<p>Умения: определять задачи поиска информации; определять необходимые источники информации; планировать процесс поиска; структурировать получаемую информацию; выделять наиболее значимое в перечне информации; оценивать практическую значимость результатов поиска; оформлять результаты поиска</p> <p>Знания номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности; приемы структурирования информации; формат оформления результатов поиска информации</p>
ОК 03.	Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие	Умения: определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности; выстраивать траектории профессионального и личностного развития

		Знания: содержание актуальной нормативно-правовой документации; современная научная и профессиональная терминология; возможные траектории профессионального развития и самообразования
ОК 04	Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами	Умения: организовывать работу коллектива и команды; взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами Знания: психология коллектива; психология личности; основы проектной деятельности
ОК 05	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста	Умения: излагать свои мысли на государственном языке; оформлять документы. Знания: особенности социального и культурного контекста; правила оформления документов.
ОК 06	Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей	Умения: описывать значимость своей профессии Знания: сущность гражданско-патриотической позиции; понятие общечеловеческих ценностей; значимость профессиональной деятельности по профессии

Продолжение таблицы 26

1	2	3
ОК 07	Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях	Умения: соблюдать нормы экологической безопасности; определять направления ресурсосбережения в рамках профессиональной деятельности по профессии. Знания: правила экологической безопасности при ведении профессиональной деятельности; основные ресурсы, задействованные в профессиональной деятельности; пути обеспечения ресурсосбережения.
ОК 08	Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержание необходимого уровня физической под-	Умения: использовать физкультурно-оздоровительную деятельность для укрепления здоровья, достижения жизненных и профессиональных целей; применять рациональные приемы двигательных функций в профессиональной деятельности; пользоваться средствами профилактики перенапряжения характерными для данной профессии

									Лист
									67
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ДП 44.03.04.748.ПЗ

	готовленности	Знания: роль физической культуры в общекультурном, профессиональном и социальном развитии человека; основы здорового образа жизни; условия профессиональной деятельности и зоны риска физического здоровья для профессии; средства профилактики перенапряжения.
ОК 09	Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности	Умения: применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач; использовать современное программное обеспечение Знания: современные средства и устройства информатизации; порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности.
ОК 10	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках	Умения: понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы; участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы; строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности; кратко обосновывать и объяснить свои действия (текущие и планируемые); писать простые связные сообщения на знакомые или интересные профессиональные темы

Окончание таблицы 26

1	2	3
		Знания: правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы; основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика); лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности; особенности произношения; правила чтения текстов профессиональной направленности
ОК 11	Планировать предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере	Умения: выявлять достоинства и недостатки коммерческой идеи; презентовать идеи открытия собственного дела в профессиональной деятельности; оформлять бизнес-план; рассчитывать размеры выплат по процентным ставкам кредитования

		Знание: основы предпринимательской деятельности; основы финансовой грамотности; правила разработки бизнес-планов; порядок выстраивания презентации; кредитные банковские продукты
--	--	--

Профессиональные компетенции приведены в таблице 27.

Таблица 27 - Профессиональные компетенции

Основные виды деятельности	Код и наименование компетенции	Показатели освоения компетенции
1	2	3
Изготовление деталей на металлорежущих станках различного вида и типа (сверлильных, токарных, фрезерных, копировальных, шпоночных и шлифовальных) по стадиям технологического процесса в соответствии с требованиями	ПК 1.1 Осуществлять подготовку и обслуживание рабочего места для работы на металлорежущих станках различного вида и типа (сверлильных, токарных, фрезерных, копировальных, шпоночных и шлифовальных)	Практический опыт: выполнение подготовительных работ и обслуживания рабочего места станочника
		Умения: подготавливать к работе и обслуживать рабочие места станочника в соответствии с требованиями охраны труда, производственной санитарии, пожарной безопасности и электробезопасности
		Знания: правила подготовки к работе и содержания рабочих мест станочника: требования охраны труда, производственной санитарии, пожарной безопасности и электробезопасности;

Продолжение таблицы 27

1	2	3
охраны труда и экологической безопасности	ПК 1.2. Осуществлять подготовку к использованию инструмента, оснастки, подналадку металлорежущих станков различного вида и типа (сверлильных, токарных, фрезерных, копировальных, шпоночных и шлифовальных) в соответствии с полученным заданием	Практический опыт: подготовка к использованию инструмента и оснастки для работы на металлорежущих станках различного вида и типа (сверлильных, токарных, фрезерных, копировальных, шпоночных и шлифовальных) в соответствии с полученным заданием
		Умения: выбирать и подготавливать к работе универсальные, специальные приспособления, режущий и контрольно-измерительный инструмент;

	нием	<p>Знания: конструктивные особенности, правила управления, подналадки и проверки на точность металлорежущих станков различного вида и типа (сверлильных, токарных, фрезерных, копировальных, шпоночных и шлифовальных); устройство, правила применения, проверки на точность универсальных и специальных приспособлений, контрольно-измерительных инструментов;</p>
	ПК 1.3 Определять последовательность и оптимальные режимы обработки различных изделий на металлорежущих станках различного вида и типа (сверлильных, токарных, фрезерных, копировальных, шпоночных и шлифовальных) в соответствии с заданием	<p>Практический опыт: определение последовательности и оптимального режима обработки различных изделий на металлорежущих станках различного вида и типа (сверлильных, токарных, фрезерных, копировальных, шпоночных и шлифовальных)</p> <p>Умения: устанавливать оптимальный режим обработки в соответствии с технологической картой;</p> <p>Знания: правила определения режимов резания по справочникам и паспорту станка;</p>

Продолжение таблицы 27

1	2	3
	ПК 1.4 Вести технологический процесс обработки и доводки деталей, заготовок и инструментов на металлорежущих станках различного вида и типа (сверлильных, токарных, фрезерных, копировальных, шпоночных и шлифовальных) с соблюдением требований к качеству	<p>Практический опыт: обработка и доводка деталей, заготовок и инструментов на металлорежущих станках различного вида и типа (сверлильных, токарных, фрезерных, копировальных, шпоночных и шлифовальных) с соблюдением требований к качеству, в соответствии с заданием</p> <p>Умения: осуществлять обработку и доводку деталей, заготовок и инструментов на металлорежущих станках различного вида и типа (сверлильных, токарных, фрезерных, копировальных, шпоночных и шлифовальных);</p>

	ству, в соответствии с заданием и технической документацией	Знания: правила проведения и технологию проверки качества выполненных работ; правила перемещения грузов и эксплуатации специальных транспортных и грузовых средств
Разработка управляющих программ для станков с числовым программным управлением	ПК 2.1 Разрабатывать управляющие программы с применением систем автоматического программирования	Практический опыт: разработка управляющих программ с применением систем автоматического программирования
		Умения: читать и применять техническую документацию при выполнении работ; разрабатывать маршрут технологического процесса обработки с выбором режущих и вспомогательных инструментов, станочных приспособлений, с разработкой технических условий на исходную заготовку; устанавливать оптимальный режим резания; анализировать системы ЧПУ станка и подбирать язык программирования
		Знания: устройство и принципы работы металлорежущих станков с программным управлением, правила подналадки и наладки; устройство, назначение и правила применения приспособлений и оснастки;

Продолжение таблицы 27

1	2	3
		устройство, назначение и правила пользования режущим и измерительным инструментом правила определения режимов резания по справочникам и паспорту станка методы разработки технологического процесса изготовления деталей на станках с ЧПУ теорию программирования станков с ЧПУ с использованием G-кода; приемы программирования одной или более систем ЧПУ;
	ПК 2.2	Практический опыт: разработка управляющих программ с при-

	Разрабатывать управляющие программы с применением систем CAD/CAM	менением систем CAD/CAM
		Умения: осуществлять написание управляющей программы в CAD/CAM 3 оси; осуществлять написание управляющей программы в CAD/CAM 5 оси
		Знания: приемы работы в CAD/CAM системах
	ПК 2.3 Выполнять диалоговое программирование с пульта управления станком	Практический опыт: выполнение диалогового программирования с пульта управления станком
		Умения: осуществлять написание управляющей программы со стойки станка с ЧПУ; проверять управляющие программы средствами вычислительной техники; кодировать информацию и готовить данные для ввода в станок, записывая их на носитель; разрабатывать карту наладки станка и инструмента; составлять расчетно-технологическую карту с эскизом траектории инструментов; вводить управляющие программы в универсальные ЧПУ станка и контролировать циклы их выполнения при изготовлении деталей применять методы и приемки отладки программного кода; применять современные компиляторы,

Продолжение таблицы 27

1		2		3	
				отладчики и оптимизаторы программного кода работать в режиме корректировки управляющей программы	
				Знания: порядок заполнения и чтения операционной карты работы станка с ЧПУ; способы использования (корректировки) существующих программ для выполнения задания по изготовлению детали	
Изготовление деталей на металлорежущих станках с		ПК 3.1 Осуществлять подготовку и обслуживание рабочего		Практический опыт: выполнение подготовительных работ и обслуживания рабочего места оператора	
	программным	места для	работы на	станка с программным управлением	Лист
ДП 44.03.04.748.ПЗ					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	73

управлением по стадиям технологического процесса в соответствии с требованиями охраны труда и экологической безопасности	металлорежущих станках различного вида и типа (сверлильных, токарных, фрезерных, копировальных, шпоночных и шлифовальных) с программным управлением	Умения: осуществлять подготовку к работе и обслуживание рабочего места оператора станка с программным управлением в соответствии с требованиями охраны труда, производственной санитарии, пожарной безопасности и электробезопасности
		Знания: правила подготовки к работе и содержания рабочих мест оператора станка с программным управлением, требования охраны труда, производственной санитарии, пожарной безопасности и электробезопасности
	ПК 3.2. Осуществлять подготовку к использованию инструмента и оснастки для работы на металлорежущих станках различного вида и типа (сверлильных, токарных, фрезерных, копировальных, шпоночных и шлифовальных) с программным управлением, настройку	Практический опыт: Подготовка к использованию инструмента и оснастки для работы на металлорежущих станках с программным управлением, настройку станка в соответствии с заданием
		Умения: выбирать и подготавливать к работе универсальные, специальные приспособления, режущий инструмент и контрольно-измерительный инструмент;
		Знания: устройство и принципы работы металлорежущих станков с программным управлением, правила подналадки; наименование, назначение, устройство и

Окончание таблицы 27

	станка в соответствии с заданием	правила применения приспособлений, режущего и измерительного инструмента;
		Практический опыт: перенос программы на станок, адаптации разработанных управляющих программ на основе анализа входных данных, технологической и конструкторской документации
		Умения: определять возможности использования готовых управляющих программ на станках ЧПУ
		Знания: правила проведения анализа и выбора готовых управляющих программ;

										Лист
										74
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.748.ПЗ					

		<p>основные направления автоматизации производственных процессов системы программного управления станками; основные способы подготовки программы</p>
	<p>ПК 3.4 Вести технологический процесс обработки и доводки деталей, заготовок и инструментов на металлорежущих станках с программным управлением с соблюдением требований к качеству, в соответствии с заданием и технической документацией</p>	<p>Практический опыт: обработка и доводка деталей, заготовок и инструментов на металлорежущих станках с программным управлением с соблюдением требований к качеству, в соответствии с заданием, технологической и конструкторской документацией</p> <p>Умения: определять режим резания по справочнику и паспорту станка; составлять технологический процесс обработки деталей, изделий; выполнять технологические операции при изготовлении детали на металлорежущем станке с числовым программным управлением</p> <p>Знания: - правила определения режимов резания по справочникам и паспорту станка - организация работ при многостаночном обслуживании станков с программным управлением; - приемы, обеспечивающие заданную точность изготовления деталей - правила перемещения грузов и эксплуатации специальных транспортных и грузовых средств</p>

4.3. Стандарты подготовки кадров Worldskills в системе СПО

В настоящее время широкими темпами развивается международное некоммерческое движение Worldskills (WS), целью которого является повышение престижа рабочих профессий и развитие профессионального образования путем интеграции лучших практик и профессиональных стандартов посредством организации и проведения конкурсов профессионального мастерства, как в каждой отдельной стране, так и во всем мире в целом. Миссией движения является: «Развитие профессиональных компетенций, повышение престижа высококвал-

лифицированных кадров, демонстрация важности компетенций для экономического роста и личного успеха».

Основная деятельность WS заключается в организации чемпионатов профессионального мастерства WorldSkills, где молодые специалисты имеют возможность заявить о себе и продемонстрировать свои профессиональные навыки. Чемпионаты WorldSkills проходят раз в два года в различных странах, в них принимают участие как молодые квалифицированных рабочие, студенты университетов и колледжей в возрасте до 22 лет в качестве участников, так и известные профессионалы, специалисты, мастера производственного обучения и наставники – в качестве экспертов, оценивающих выполнение задания. Сегодня в движение WS входит 75 стран. В мае 2012 года Россия официально стала членом международной организации. Первый всероссийский конкурс профессионального мастерства WorldSkillsRussia прошел в 2013 году в Тольятти, в нем приняли участие более 300 конкурсантов. Участие в мировом чемпионате показало отставание России в профессиональном образовании от ведущих стран.

Развитие профессионализма рабочих кадров в России в силу национальных особенностей развивается по своему пути, не все стратегии других стран-участниц движения можно переложить на нашу систему образования. Программа внедрения стандартов WorldSkills предполагает корректировку программ учебных дисциплин, профессиональных модулей, учебных и производственных практик, тематики курсовых и дипломных работ в соответствии со стандартами WorldSkills. От того, насколько студенту понятно техническое описание задания по международным стандартам, чем больше работ он выполняет в соответствии с требованиями WorldSkills, тем он становится более квалифицированным специалистом, уверенным в своих знаниях, умениях и навыках. Одним из наиболее эффективных решений в этом направлении является организация внутриколледжных соревнований по стандартам WorldSkills по выбранным компетенциям.

					ДП 44.03.04.748.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

Сегодня стандарты WorldSkills становятся стандартами подготовки кадров. По технологии WorldSkills проводятся не только чемпионаты, но и демонстрационные экзамены в рамках государственной итоговой аттестации (ГИА). Раньше колледжи самостоятельно определяли практическое задание, в большинстве случаев выпускной экзамен был теоретическим. С 2016 года используются стандарты WorldSkills при проведении выпускного экзамена, т.е. каждый выпускник будет на деле демонстрировать свои профессиональные навыки, которые он получил в процессе обучения в колледже.

Переход на новый уровень происходит следующим образом: сначала проводится прогнозирование через форсайтную методологию (метод «Rapid Foresight» – подход по выявлению навыков будущего), а во время конкурсов создаются экспериментальные лаборатории и площадки, собираются эксперты и описывают компетенции и требования к рабочим профессиям. На основании этих требований и профилей профессий должны корректироваться образовательные стандарты.

WorldSkills – это инструмент для оценки профессиональных стандартов глазами 75 наций. Это говорит о том, что технологии, по которым соревнуются участники, будут востребованы международным сообществом. Соревнование позволяет выявить лучших работников и мастеров своего дела непосредственно на производстве. Возможность ранней профессиональной ориентации учащихся школ и обучения их рабочим профессиям, развивает мотивацию у молодого поколения к работе в реальном секторе. Система формирования и развития конкурсов профессионального мастерства призвана организовать разработку новых программ, методик и технологий подготовки обучающихся к участию в национальных и международных конкурсах профессионального мастерства WorldSkills.

Сегодня крайне ограничены знания педагогов и мастеров системы СПО о передовых международных стандартах, о технологиях организации обучения,

					ДП 44.03.04.748.ПЗ	Лист
						76
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

оценке качества профобразования, критериях организации и оценки профессиональных компетенций учащихся.

В образовательных программах учебных заведений системы СПО отсутствуют квалификационные требования, соответствующие мировым. По всем компетенциям WorldSkills сложность задания превышает требования образовательных стандартов РФ. Оснащение конкурсных мест чемпионата мира принципиально отличается от существующего оснащения мастерских и лабораторий учебных заведений в России. Учебно-методическое обеспечение профессий в колледжах не соответствует пока мировому уровню развития профессий.

Учебные программы разрабатываются на основе ФГОС. Системообразующим компонентом ФГОС СПО является характеристика профессиональной деятельности и требования к результатам деятельности образовательного процесса.

Модульное построение учебного процесса даёт возможность обновления или замены конкретных модулей при изменении требований в соответствии с международными стандартами. Сравнительный анализ конкурсных заданий по стандартам WS и профессиональным модулям ФГОС показал, что в профессиональных стандартах WS трудовые функции представлены намного шире, чем виды профессиональной деятельности в ФГОС.

WS, по сути, является одним из немногих эффективных инструментов для формирования профессиональных компетенций, повышения престижа и популяризации рабочих профессий и организации профессиональной подготовки кадров, соответствующих современным международным стандартам по уровню квалификации, качеству труда и владению передовыми профессиональными технологиями.

4.4. Анализ учебного плана по специальности «15.01.32 Оператор станков с программным управлением»

										Лист
										787
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.748.ПЗ					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Примерный учебный план приведен таблице 28.

Таблица 28 - Учебный план по специальности «15.01.32 Оператор станков с программным управлением»

Индекс	Наименование	Объем образовательной программы в академических часах				Самостоятельная работа	Рекомендуемый курс изучения
		Всего	Работа обучающихся во взаимодействии с преподавателем		Практики		
			Занятия по дисциплинам и МДК	Всего по дисциплинам/ МДК			
1	2	3	4	5	6	7	8
Обязательная часть образовательной программы		1152	404	258	648	100	
ОП.00	Общепрофессиональный цикл	180	144	108		36	1
ОП.01	Техническая графика	42	34	32		8	1

Продолжение таблицы 28

1	2	3	4	5	6	7	8
ОП.02	Основы материаловедения	42	34	10		8	1
ОП.03	Безопасность жизнедеятельности	46	36	26		10	1
ОП.04	Физическая культура	50	40	40		10	1
ПО 00	Профессиональный цикл	972				64	
ПМ.01.	Изготовление деталей на металлорежущих станках различного вида и типа по стадиям технологического процесса						1
МДК 01.01	Изготовление деталей на металлорежущих станках различного вида и типа по стадиям технологического процесса	160	128	70		32	
УП. 01.	Учебная практика	108			108		1
ПП. 01.	Производственная практика	108			108	-	1
ПМ.02	Разработка управляющих программ для станков с числовым программным управлением						1

					ДП 44.03.04.748.ПЗ		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			79

МДК02.01	Разработка управляющих программ для станков с числовым программным управлением	84	68	34		16	
УП. 02.	Учебная практика	72			72		
ПП. 02.	Производственная практика	72			72		
ПМ.03	Изготовление деталей на металлорежущих станках с программным управлением по стадиям технологического процесса						
МДК03.01	Изготовление деталей на металлорежущих станках с программным управлением по стадиям технологического процесса	80	64	34		16	

Окончание таблицы 28

1	2	3	4	5	6	7	8
УП. 03.	Учебная практика	108			108		
ПП. 03.	Производственная практика	144			144		
	Промежуточная аттестация	36					
Вариативная часть образовательной программы		288					
ГИА.00	Государственная итоговая аттестация	36					
Итого:		1476					

Согласно учебному плану на подготовку отводится 1476.

В учебном плане предусмотрена обязательная и вариативная части.

На обязательную часть отводится 1152 часа, на вариативную – 288 часов.

Обязательная часть состоит из дисциплин общепрофессионального цикла (180 часов) и профессионального цикла (972 часа).

Выбираем для дальнейшей разработки профессиональный модуль ПМ.01 «Изготовление деталей на металлорежущих станках различного вида и типа по

стадиям технологического процесса».

ДП 44.03.04.748.ПЗ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
					80

МДК 01.01. «Изготовление деталей на металлорежущих станках различного вида и типа по стадиям технологического процесса».

Дисциплина: «Процессы формообразования и инструмент».

4.5. Разработка перспективно-тематического плана

Перспективно-тематическое планирование способствует формированию профессиональных и надпрофессиональных качеств будущих специалистов. Методика перспективно-тематического планирования становится особенно актуальной в связи с повышением требований к качеству подготовки специалистов.

В структуру перспективно-тематического планирования заложены методы, формы, приемы и способы обучения, учитывающие поэтапное и параллельное формирование профессиональной компетентности специалиста через реализацию содержания специальных дисциплин. Одновременное формирование профессиональных и надпрофессиональных качеств способствует повышению интереса обучаемых к учебному процессу и саморазвитию личности.

Перспективно-тематический план (ПТП) учебного процесса по дисциплине – это организация и методическая разработка системы занятий по всему учебному предмету направленная на обеспечение связи теоретическим обучением и производственным обучением, широкое применение средств, методов и форм обучения, на повышение самостоятельности и активности и контроль выполнения программы.

Структура перспективно-тематического плана: тема по программе, тема занятия, № занятия, цели обучения, формы организации обучения, организация деятельности учащихся на занятии, виды самостоятельной работы учащихся, методы обучения, учебно-методическая справочная литература, наглядные пособия дидактические материалы, программные средства, межпредметные и

					ДП 44.03.04.748.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

внутрипредметные связи, связь с производственным обучением, домашнее задание.

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

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

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

Таблица 29 – Перспективно-тематический план по теме «Фрезы: назначение, типы, технические возможности, основные параметры»

№ урока	Тема Занятия	Учебная Цель	Методы обучения и средства обучения	Формы организации (тип занятия)	Межпредметные и внутрипредметные	Связь с производственным обучением
1	Фрезы: назначение, типы, технические возможности, основные параметры	<p>Образовательная:</p> <ul style="list-style-type: none"> ознакомить с видами и типами фрез. научить различать конструктивные элементы фрез. научить показывать конструктивные элементы фрез. научить различать геометрические параметры фрез. научить проставлять геометрические параметры фрез на схемах. научить выбирать тип фрезы для конкретных условий обработки <p>Развивающие: развить познавательный интерес, значимости изучения материала</p> <p>Воспитательные: воспитать интерес к новым знаниям, положительные мотивы учебно-познавательной</p>	<p>Методы: рассказ, объяснение, самостоятельная работа</p> <p>Средства: доска, мел, плакаты, проектор</p>	комбинированный	<p>Межпредметные:</p> <ul style="list-style-type: none"> инженерная графика (порядок чтения чертежей, понятие шероховатости, правила простановки шероховатости на чертежах) Материаловедение (инструментальные материалы) производственное обучение (обработка заготовок на фрезерных станках) <p>Внутрипредметные: -понятие процесса фрезерова-</p>	имеется
2	Геометрия фрезы	Образовательная: -научить изображать гео-	Метод: самостояте-	практическая		

1. Проверка присутствующих, сообщение темы занятия – 5 мин.
2. Подготовка к изучению нового материала (проверка домашнего задания) – 15 мин.
3. Изучение нового материала -40 мин.
4. Закрепление знаний (самостоятельная работа) –20 мин.
5. Подведение итогов занятия – 5 мин.
6. Домашнее задание - 5 мин.

Таблица 30 - Ход занятия

Деятельность преподавателя (вопросы)	Время (мин)	Наглядные средства ТСО	Деятельность учащихся (предполагаемые ответы)
1	2	3	4
1. Организационная часть	5		1.1.Проверка присутствующих по журналу. 1.2.Организация рабочих мест 1.3.Подготовка к опросу
2. Подготовка к изучению нового материала 2.1. Коллективный разбор выполнения домашнего задания 2.2. Актуализация знаний по пройденному материалу Тестовый опрос 2.3. Сообщение темы и цели занятия	15	Плакаты Тесты и бланки ответов Доска, цветные мелки	2.1. Ответы на вопросы 2.2. Ответы на вопросы теста 2.3. Запись номера занятия и темы
3. Объяснение нового материала	40		

3.1 Назначение и виды фрез		Плакат «Фрезы» Слайд презентации «Назначение и виды фрез»	3.1 Просмотр презентации
3.2 Применение фрез		Слайд презентации «Применение фрез »	3.2 Запись нового материала
3.3 Конструктивные элементы фрез		Слайд презентации «Конструктивные элементы фрез»	
3.4 Геометрические параметры фрез		Слайд презентации «Геометрические параметры фрез»	

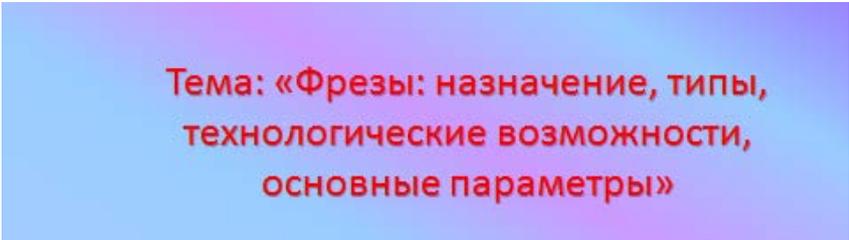
Окончание таблицы 30

1	2	3	4
4. Закрепление нового материала 4.1 Выполнение самостоятельной работы	10	Карточки - задания	Обучаемые получают задание на закрепляющий контроль, выполняют предложенную работу, в случае необходимости обращаются за помощью к преподавателю
5. Подведение итогов занятия 4.1. Что называют фрезой? 4.2. Виды фрез? 4.3. Назначение фрез?	5		Ответы на вопросы по закреплению нового учебного материала Формулирование выводов по теме
6. Домашнее задание	5	Учебник: Аршинов В.А., Алексеев Г.А. «Резание металлов и режущий инструмент» - М., Машиностроение, 1976, 440с	Запись домашнего задания

4.7 План занятия с использованием презентации.

Презентация представлена в приложении 4.

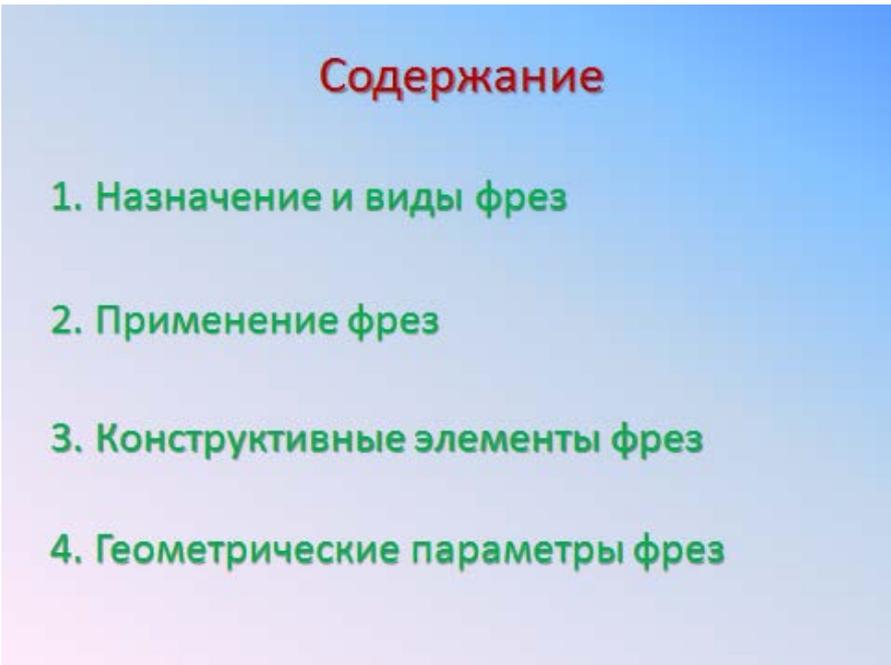
Тема занятия (слайд 1).



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

Рисунок 15 – Слайд 1

План занятия (слайд 2).



Содержание

1. Назначение и виды фрез
2. Применение фрез
3. Конструктивные элементы фрез
4. Геометрические параметры фрез

Рисунок 12 – Слайд 2

Рассмотрим понятие фрезы (слайд 3).

1. Назначение и виды фрез

Фреза — инструмент с одним или несколькими режущими лезвиями (зубьями) предназначенный для фрезерования.



Рисунок 17 – Слайд 3

Рассмотрим типы фрез (слайд 4,5).

Различают следующие типы фрез:

Цилиндрические фрезы



Торцовые фрезы



Дисковые фрезы



Рисунок 18 - Слайд 4

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата



Рисунок 19 – Слайд 5

Применение фрез (слайд 6,7,8).

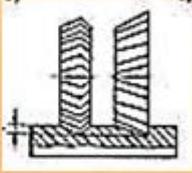


Рисунок 20 – Слайд 6

Дисковые фрезы
применяются при обработке пазов и канавок



Угловые фрезы
применяются при фрезеровании угловых пазов и наклонных плоскостей



Концевые фрезы
применяются при обработке глубоких пазов в корпусных деталях, контурных выемок, уступов, взаимно перпендикулярных плоскостей

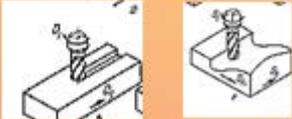
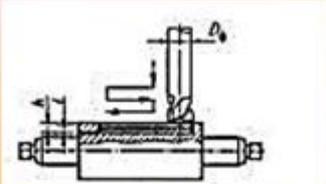


Рисунок 21 – Слайд 7

Шпоночные фрезы
применяются при обработке шпоночных пазов



Фасонные фрезы
применяются при обработке фасонных поверхностей

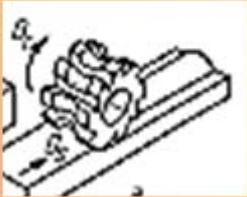


Рисунок 22 – Слайд 8

Конструктивные элементы фрез (слайд 9).

3. Конструктивные элементы фрез



Рисунок 23 –Слайд 9

Геометрические параметры фрез (слайд 10).

4. Геометрические параметры фрез

φ — главный угол в плане;
 φ_1 — вспомогательный угол в плане;
 α_n — главный задний угол;
 γ — передний угол;
 φ_0 — угол переходной кромки;
 α_1 — задний угол торцовый;
 λ — угол наклона режущей кромки.

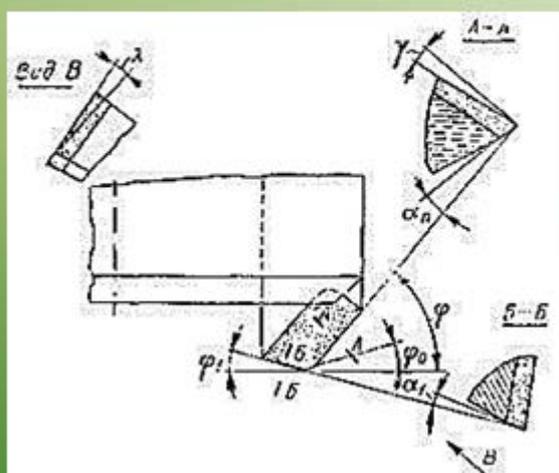


Рисунок 24 - Слайд 10

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.748.ПЗ

Лист

90

4.8 Итоговая аттестация

Итоговая аттестация проводится по карточкам индивидуального задания в письменной форме, на карточках нужно обозначить конструктивные и геометрические параметры фрез.

Пример задания.

1.) Восстановите по памяти конструктивные элементы фрезы и запишите их рядом с соответствующей цифрой:

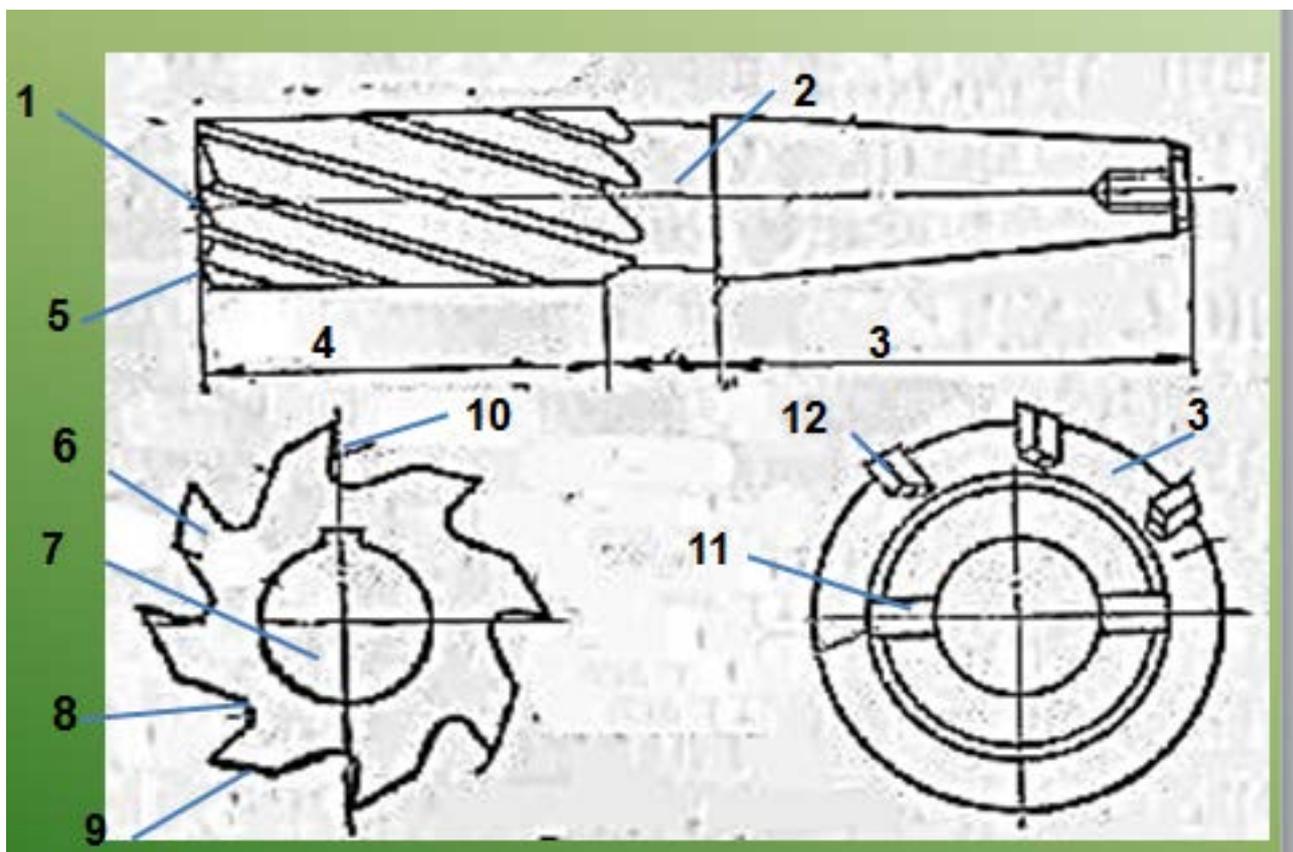


Рисунок 25 – Конструктивные элементы фрез

1 _____

2 _____

3 _____

4 _____

5 _____

6 _____

7 _____

8 _____

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.748.ПЗ

Лист

91

9 _____

10 _____

11 _____

12 _____

13 _____

2.) Восстановите по памяти геометрические параметры фрезы и запишите их рядом с соответствующей цифрой:

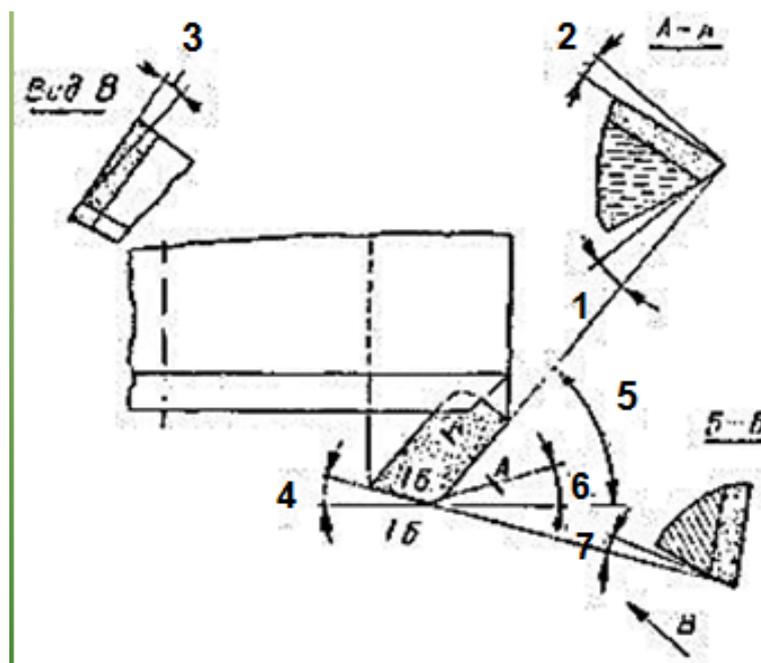


Рисунок 26 – Геометрические параметры фрез

1 _____

2 _____

3 _____

4 _____

5 _____

6 _____

7 _____

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

Таблица 31 – Оценочная шкала

Процент результативности (правильно)		Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений			Лист
					92
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

ДП 44.03.04.748.ПЗ

ных ответов)	Балл (оценка)	Вербальный аналог
86 - 100	5	отлично
76 - 85	4	хорошо
51 - 75	3	удовлетворительно
Менее 50	2	не удовлетворительно

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью дипломного проекта являлась разработка технологического процесса механической обработки детали «Обойма люльки».

В результате работы было проанализировано служебное назначение детали и ее технологичность. Выбран среднесерийный тип производства, метод получения заготовки и технологические базы. Разработан комплект документации технологического процесса. Составлена управляющая программа на радиально-сверлильную операцию. Произведены экономические расчеты. Разработана методика подготовки рабочих в условиях СПО для работы на станках с ЧПУ.

					ДП 44.03.04.748.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		93

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *Анурьев В.И. Справочник конструктора –машиностроителя: В 3-х т. Т.1* –М.: Машиностроение, 1980. – 728 с.
2. *Безменов А.Е. Допуски, посадки и технические измерения: Учебник для техникумов.* – М.: Машиностроение, 1969. – 322с.
3. *Белкин И.М. Допуски и посадки (Основные нормы взаимозаменяемости): Учеб. пособие для студентов машиностроительных специальностей высших технических заведений.* – М.: Машиностроение, 1992 – 528с.
4. *Белкин И.М. Средства линейно-угловых измерений. Справочник.* – М.: Машиностроение, 1987. – 386с. (Серия справочников для рабочих).
5. *Вороненко В.П., Схиртладзе А.Г., Брюханов В.Н. Машиностроительное производство: Учеб. для сред. спец. учеб. заведений / Под ред. Ю.М. Соломенцева.* М.: Высш.школа, Издательский центр «Академия», 2001. – 304с.
6. *Высокопроизводительная обработка металлов резанием.* М.: Издательство «Полиграфия», 2003.- 301с.
7. *ГОСТ 7505-89 Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски*
8. *Грибов В.Д., Грузилов В.П. Экономика предприятия.* – М.: Финансы и статистика, 1997. – 368с.
9. *Данилевский В.В. Технология машиностроения.* – М: Машиностроение, 1994. – 220 с.
10. *Егоров М.Е., Дементьев В.И., Дмитриев В.Л. Технология машиностроения.* – М: Высшая школа, 1976. – 534 с.
11. *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.

					ДП 44.03.04.748.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		98

12. *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.*

13. *Жуков Э.Л., Козарь И.И., Мурашкин С.Л. и др. Технология машиностроения. Книга 1. Основы технологии машиностроения. – М: Высшая школа, 2003. – 278 с.*

14. *Жуков Э.Л., Козарь И.И., Мурашкин С.Л. и др. Технология машиностроения. Книга 2. Производство деталей машин. – М: Высшая школа, 2003. – 295 с.*

15. *Журавлев В.Н., Николаева О.И. Машиностроительные стали: Справочник. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1992. – 480 с.*

16. *Зайцев С.А. Допуски, посадки и технические измерения в машиностроении: Учебник для нач. проф. образования. – М.: Издательский центр «Академия», 2004.–240с.*

17. *Иванов А.Г. Измерительные приборы в машиностроении: учебник для вузов/ А.Г. Иванов . – М.: Машиностроение, 1981. – 496с.*

18. *Каталог SECO, 2013*

19. *Клепиков В.В., Бодров А.Н. Технология машиностроения: Учебник.– М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2004.–860с.: ил.*

20. *Ковшов А.Н. Технология машиностроения: Учебник для вузов / А.Н. Ковшов. – Машиностроение, 1987. – 320с.*

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

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

					ДП 44.03.04.748.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		96

23. Маталин А.А. *Технология машиностроения: учебник для вузов* / А.А. Маталин. – Л.: Машиностроение, 1980. – 512 с.
24. 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).
25. *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
26. *Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: справочник* / под ред. В.И. Баранчикова. – М.: Машиностроение, 1990. – 376с.
27. *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.
28. Сорокин В.Г., Волосникова А.В., Вяткин С.А. и др. *Марочник сталей и сплавов*. – М: Машиностроение, 1989. – 640 с.
29. *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.
30. *Справочник технолога машиностроителя. В 2-х т. Т1* / Под ред. А.Г. Косиловой, А.Г. Суслова, А.М. Дальского, Р.К. Мещерякова – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2001. – 912 с., ил.
31. *Справочник технолога машиностроителя. В 2-х т. Т2* / Под ред. А.Г. Косиловой, А.Г. Суслова, А.М. Дальского, Р.К. Мещерякова – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2001. – 944 с., ил.
32. *Технико - 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.

					ДП 44.03.04.748.ПЗ	Лист
						97
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

33. *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.

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

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

36. Интернет ресурс. Адрес сайта: <http://www.carbidetool.ru/brand.htm?id=19>

Лист задания по дипломному проектированию

					ДП 44.03.04.748.ПЗ	Лист
						98
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Перечень листов графических документов

№ п/п	Наименование документа	Формат
1	Обойма люльки	A1
2	Обойма люльки. Штамповка	A1
3	Иллюстрация техпроцесса. Операция 005	A1
4	Иллюстрация техпроцесса. Операция 010	A1
5	Иллюстрация техпроцесса. Операция 015	A1
6	Управляющая программа на операцию 015	A1
7	Технико-экономические показатели проекта	A1
	Итого листов формата A1 – 7	

Управляющая программа – Операция 015

%

N10 T1 D1 M6

N15 G0 G17 G54G90 H1

N20 F243,75 S1625 M3 M8

N25 G0 X160 Y0 Z23

N30 G1 X140

N35 G0 X160

N40 Z255

N45 G1 X140

N50 G0 X160

N55 M5 M9

N60 G0 Z300

N65 T2 D1 H1 M6

N70 G0 G17 G54 G94

N75 F160S320 M3 M8

N80 G0 X160 Y0 Z23

N85 G1 X140

N90 G0 X160

N95 Z225

N100 G1 X140

N105 G0 X160

N110 M5 M9

N115 G0 Z300

N120 T3 D1 H1 M6

N125 G0 G17 G54 G94

N130 F159S318 M3 M8

N135 G0 X160 Y0 Z23

N140 G1 X140

N145 G0 X160

N150 Z255

N155 G1 X140

N160 G0 X160

N165 G0 Z300

N170 M30

%

					ДП 44.03.04.748.ПЗ	Лист
						100
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		