

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

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «ЦИЛИНДР»

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

Идентификационный код ВКР: 546

Екатеринбург

2019

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

«Российский государственный профессионально-педагогический
университет»

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

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой ТМС
_____ Н. В. Бородина
«___» _____ 20__ г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

*СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «ЦИЛИНДР»*

Выпускная квалификационная работа

По направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)
Профиля подготовки «Машиностроение и материалобработка»
Профилизации «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 546

Исполнитель:

студент группы ЗТО-406С

Тихонов А.А.

Руководитель:

ст. преподаватель

Костина О.В.

Екатеринбург

2019

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа содержит 122 листа машинописного текста, 19 рисунков, 38 таблиц, 36 использованных источников литературы, 5 приложения на 31 листах формата А4, графическую часть на 3 листах формата А1, 2 листа на формате А2.

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

В дипломном проекте:

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

В методической части дипломного проекта была разработана обучающая программа для проведения занятия на тему «Скоростная обработка. Определяющие принципы, особенности оборудования и оснастки». Данная разработка предназначена для подготовки рабочих в УПЦ ПАО «Агрегат».

					ДП 44.03.04.546. ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разработал</i>		Тихонов А.А.			Совершенствование технологического процесса изготовления детали «Цилиндр» Пояснительная записка	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		Костина О.В.					3	122
						<i>ФГАОУ ВО РГПУ ИИПО группа ЗТО-406С</i>		
<i>Н. Контр.</i>		Суриков В.П.						
<i>Утверд.</i>		Бородина Н.В.						

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ИХ АНАЛИЗ.....	8
1.1. Служебное назначение детали.....	8
1.2. Анализ технических требований детали.....	9
1.3. Характеристика материала детали.....	9
1.4. Анализ технологичности конструкции вилки.....	10
1.5. Анализ заводского технологического процесса.....	13
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	15
2.1. Определение типа производства.....	15
2.2. Выбор метода получения заготовки.....	16
2.3. Расчет параметров и конструирование заготовки.....	16
2.4. Выбор и обоснование технологических баз.....	22
2.5. Технологический маршрут обработки детали.....	23
2.6. Выбор оборудования.....	26
2.7. Выбор режущего инструмента.....	29
2.8. Выбор средств технического контроля.....	34
2.9. Расчет припусков заготовки расчетно-аналитическим методом.....	34
2.10. Расчет и назначение режимов резания.....	39
2.11. Расчет норм времени.....	41
2.12. Разработка управляющей программы для станка с ЧПУ.....	46
3. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	50
3.1. Определение количества технологического оборудования.....	50
3.2. Определение капитальных вложений.....	50
3.3. Расчет технологической себестоимости детали.....	55
4. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	74
4.1. Система подготовки персонала в учебно-производственном центре ПАО «Агрегат».....	74

					ДП 44.03.04.546. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		4

4.2. Анализ федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 15.01.32 «Оператор станков с программным управлением».....	75
4.3. Анализ программы курсов профессионального обучения по специальности «Оператор станков с ЧПУ» (2-я профессия) на ПАО «Агрегат».....	76
4.4. Разработка перспективно-тематического плана.....	78
4.5. Разработка занятия теоретического обучения.....	79
4.6. Оценка знаний и умений.....	84
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	85
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	86
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Перечень листов графических документов	91
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Управляющая программа.....	92
ПРИЛОЖЕНИЕ В. План-конспект урока.....	99
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Презентация к уроку.....	103
ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Технологический процесс обработки.....	112

ВВЕДЕНИЕ

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

Реальным решением комплекса поставленных задач может стать автоматизация производства.

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

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

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

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

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

Целью дипломного проекта является: совершенствование технологического процесса механической обработки детали «Цилиндр» на основе применения станков с ЧПУ.

					ДП 44.03.04.546. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		6

Задачами дипломного проекта являются:

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

					ДП 44.03.04.546. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		7

1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ИХ АНАЛИЗ

1.1. Служебное назначение детали

Деталь «Цилиндр» относится к деталям типа фланца и имеет форму втулки с буртиком. К таким изделиям предъявляются повышенные эксплуатационные требования. Трудоемкость их изготовления обуславливают: выбор материала, наличие значительного количества ответственных поверхностей высокой точности и сложной формы.

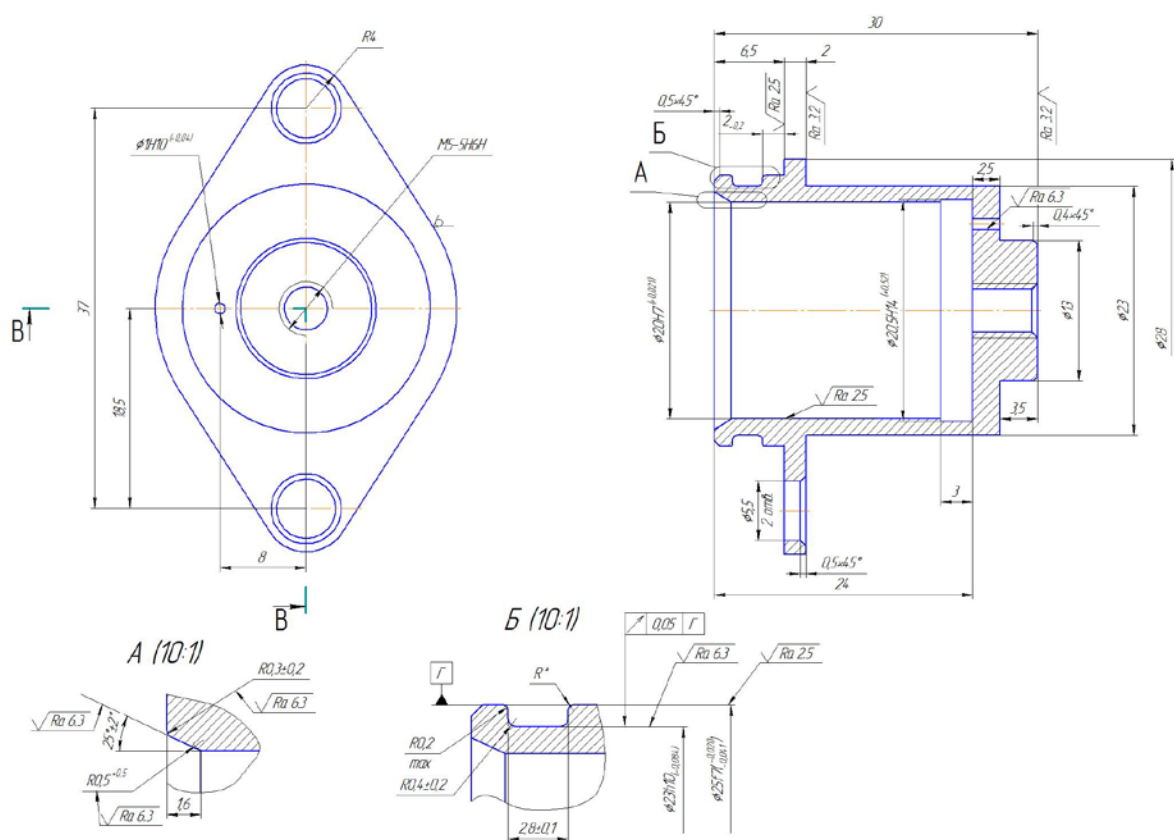


Рисунок 1 – Эскиз детали «Цилиндр»

1.2. Технические требования, предъявляемые к детали

1. Допускается материал сталь 14X17H2 ТУ 14-1-377-72.
2. Штамповка по ГОСТ 7505-89
3. ГОСТ 30893.1: H14, h14; $\pm \frac{IT14}{2}$.

1.3. Характеристика материала детали

Рассмотрим подробней информацию о данном материале.

Марка 14X17H2 - сталь коррозионно-стойкая жаропрочная.

Химический состав и свойства стали 14X17H2 приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1-Химический состав в % стали 14X17H2

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Ti	Cu
0,11-0,17	до 0,8	до 0,8	1,5-2,5	до 0,025	до 0,03	16-18	до 0,2	до 0,3

Таблица 2-Механические свойства стали 14X17H2

Сортамент	Размер	s_b	s_T	d_5	y	KCU	Термообр.
-	мм	МПа	МПа	%	%	кДж / м ²	-
Прутки, ГОСТ 5949-75	Ø 60	1080	835	10	30	490	Закалка 975 - 1040°C, масло, Отпуск 275 - 350°C, воздух,
Прутки, ГОСТ 5949-75	Ø 60	835	635	16	55	750	Закалка 1000 - 1030°C, масло, Отпуск 620 - 660°C, воздух,
Поковки, ГОСТ 25054-81	до 1000	686	539	12-15	30-40	490-590	Закалка 980 - 1020°C, масло, Отпуск 680 - 700°C, воздух,
Лист толстый, ГОСТ 7350-77		1080	885	10			Закалка и отпуск

					ДП 44.03.04.546. ПЗ			Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата				9

Таблица 3-Технологические свойства стали

Свариваемость:	трудносвариваемая.
Склонность к отпускной хрупкости:	склонна.

Применение: рабочие лопатки, диски, валы, втулки, фланцы, крепежные и другие детали, детали компрессорных машин, работающие на нитрозном газе, детали, работающие в агрессивных средах и при пониженных температурах; сталь мартенсито - ферритного класса.

Проведя анализ служебного назначения и технических требований, предъявляемых к детали «Цилиндр», а также изучив химические и механические свойства материала 14X17H2 можно сделать вывод, что материал удовлетворяет условиям работы детали в узле.

1.4. Анализ технологичности конструкции детали

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

Существует два вида оценки технологичности конструкции:

- Качественный
- Количественный

Кроме того, технологичность может быть оценена дополнительными техническими показателями:

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

Качественный анализ технологичности детали

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

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

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

Деталь представляет собой втулку с буртиком и с точными внутренними отверстиями, несколькими группами позиционных, крепежных и других технологических отверстий. Самыми точными поверхностями являются:

- отверстие $\varnothing 20$ которое выполняется по 7му качеству и шероховатостью Ra 2,5мкм.

- наружная цилиндрическая поверхность $\varnothing 25$ которая выполняется по 7му качеству и шероховатостью Ra 2,5мкм.

Деталь имеет сложный геометрический контур и шероховатость Ra6,3-12,5 мкм.

Количественный анализ технологичности детали

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

					ДП 44.03.04.546. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		11

а) по коэффициенту использования материала:

$$K_{и.м.} = m_d / m_з,$$

(1)

где m_d – масса детали, кг;

$m_з$ – масса заготовки, кг .

$$K_{и.м.} = 0,035 / 0,05 = 0,7$$

б) Коэффициент точности обработки детали:

$$K_T = T_H / T_о,$$

(2)

где T_H – число размеров необоснованной степени точности обработки;

$T_о$ – общее число размеров, подлежащих обработке.

Общее число подлежащих обработке размеров составляет 19. Среди них нет размеров необоснованной точности, поэтому:

$$K_T = 0 / 19 = 0$$

в) Коэффициент шероховатости:

$$K_{ш} = Ш_H / Ш_о,$$

(3)

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

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

					ДП 44.03.04.546. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		12

Общее число подлежащих обработке поверхностей составляет 19. Среди них нет поверхностей не обоснованной шероховатости, поэтому:

$$K_{ш}=0/19=0$$

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

1.5. Анализ заводского технологического процесса

Характеристика технического процесса

По признакам технического процесса относят:

по числу охватываемых изделий – среднесерийный;

по назначению – рабочий;

по документации – маршрутно-операционный.

Анализ методов обработки поверхностей

Методы обработки поверхностей (МОП) зависят от служебного назначения детали. В большинстве своем методы обработки соответствуют методам обработки поверхностям экономической точности, следовательно, методы обработки в базовой технологии выбраны верно.

Анализ выбора технологических баз

Базы на операциях выбраны верно, соблюдаются правила базирования: принцип постоянства и совмещения баз.

Анализ маршрута обработки детали

При изучении маршрутных карт установлено, что обработка технологических баз ведется параллельно с обработкой исполнительных

					ДП 44.03.04.546. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		13

поверхностей. Маршрут обработки составлен оптимально и оформлен по всем нормам ЕСКД.

Анализ заводского технологического процесса представлен в таблице 4.

Таблица 4 - Заводской технологический процесс изготовления детали «Цилиндр»

№ операции	Наименование операции	Оборудование / Приспособление
010	Заготовительная	Штамповочный пресс
020	Термическая	Термическая печь
130	Контрольная	Стол ОТК
140	Токарная	Токарный станок QTN 200-II MSY
150	Слесарная	Верстак
160	Доводочная	Мотоустановка
170	Шлифовальная	Шлифовальный станок GU20x40
175	Слесарная	Верстак
180	Слесарная	Верстак
190	Слесарная	Верстак
200	Токарная	Токарный станок 1У61М
210	Доводочная	Мотоустановка
220	Токарная	Токарный станок 1У61М
230	Промывочная	Ванная
240	Контрольная	Стол ОТК
250	Хромирование	Ванна для хромирования
260	Контрольная	Стол ОТК
270	Доводочная	Мотоустановка
280	Токарная	Токарный станок 1У61М
290	Промывочная	Ванная
300	Контрольная	Стол ОТК

Выводы: в целом технологический процесс обеспечивает точность линейных и диаметральных размеров; качество обработанных поверхностей, допуски отклонения формы и расположения поверхностей. Тип производства по данному технологическому процессу среднесерийный.

Количество операций и переустановок велико, что влияет на качество изготовления детали и увеличивает время ее обработки.

Предполагается заменить универсальное морально устаревшее оборудование на более современное с ЧПУ, что соответствует среднесерийному типу производства и современным требованиям к качеству выпускаемой продукции.

					ДП 44.03.04.546. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		15

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1. Определение типа производства

Определение типа производства производится в зависимости от годового объема выпуска и массы детали (таблица 5).

Таблица 5 - Зависимость типа производства от объема годового выпуска и массы детали

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

В соответствии с таблицей 4, при массе детали 0,035 кг и годовом объеме выпуска 20 000 шт., определим тип производства как среднесерийное.

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

$$n = \frac{N \cdot a}{254} = \frac{20000 \cdot 5}{254} = 394 \text{ шт.} \quad (4)$$

где N – годовой объем выпуска деталей;

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

254 – число рабочих дней в году.

2.2. Выбор метода получения заготовки

Правильно выбрать заготовку – это определить рациональный метод ее получения. Установить припуски на механическую обработку каждой из обрабатываемых поверхностей. Особенно важно выбрать вид заготовки и назначить наиболее оптимальные условия для ее изготовления в серийном производстве, когда размеры детали получают автоматически, на настроенных станках. Немаловажную роль при выборе заготовки играет размер и форма детали, относительно которых выбирают тот или иной метод получения заготовки.

Сравним два метода получения заготовки: круглый прокат и штамповка на КГШП.

2.3. Расчет параметров и конструирование заготовки

Заготовка из круглого проката представлена на рисунке 2.

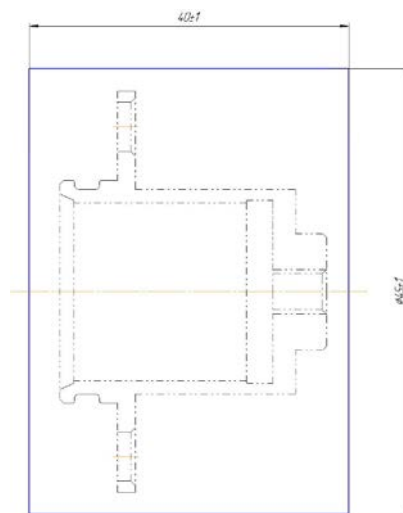


Рисунок 2 – Эскиз заготовки из проката

Заготовку по второму варианту будем получать штамповкой по ГОСТ 7505-89 [7].

					ДП 44.03.04.546. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		17

Исходные данные:

- заготовка – штамповка на КГШП;
- наибольший габаритный размер детали – 45мм;
- материал детали – сталь 14Х17Н2;
- группа стали – М1
- сложность поковки – С3
- точность поковки-Т4
- исходный индекс – 11

Расчет припусков сведен в таблицу 6.

Таблица 6 – Расчет размеров заготовки

Размер детали по чертежу	Шероховатость поверхности, мкм	Допуск на размер заготовки	Припуск на обработку (на сторону)	Расчет размера заготовки	Принятый размер заготовки с допуском
Ø23	Ra 12,5	$1,6 \begin{pmatrix} +1,1 \\ -0,5 \end{pmatrix}$	Z1= 1,2	$D_1 = 23+2 \cdot Z1$ $D_1 = 23+2 \cdot 1,2=25,4$	$\text{Ø} 25,5 \begin{pmatrix} +1,1 \\ -0,5 \end{pmatrix}$
Ø20	Ra 12,5	$1,6 \begin{pmatrix} +1,1 \\ -0,5 \end{pmatrix}$	Z2= 1,2	$D_2 = 20-2 \cdot Z2$ $D_2 = 20-2 \cdot 1,2=17,6$	$\text{Ø} 17,5 \begin{pmatrix} +1,1 \\ -0,5 \end{pmatrix}$
Ø25	Ra 2,5	$1,6 \begin{pmatrix} +1,1 \\ -0,5 \end{pmatrix}$	Z3= 1,5	$D_3 = 25+2 \cdot Z3$ $D_3 = 25+2 \cdot 1,5=28$	$\text{Ø} 28 \begin{pmatrix} +1,1 \\ -0,5 \end{pmatrix}$
30	Ra 12,5/3,2	$1,6 \begin{pmatrix} +1,1 \\ -0,5 \end{pmatrix}$	Z4 = 1,2 Z5 = 1,5	$l1 = 30+Z3+Z4$ $l1 = 30+1,2+1,5=32,7$	$33 \begin{pmatrix} +1,1 \\ -0,5 \end{pmatrix}$
6,5	Ra 12,5/2,5	$1,6 \begin{pmatrix} +1,1 \\ -0,5 \end{pmatrix}$	Z4 = 1,2 Z6 = 1,5	$l2 = 6,5+Z3-Z5$ $l2 = 6,5+1,2-1,5=6,2$	$6 \begin{pmatrix} +1,1 \\ -0,5 \end{pmatrix}$
21,5	Ra 3,2	$1,6 \begin{pmatrix} +1,1 \\ -0,5 \end{pmatrix}$	Z5 = 1,5 Z7 = 1,5	$l3 = 21,5+Z4-Z6$ $l3 = 21,5+1,5-1,5=21,5$	$21,5 \begin{pmatrix} +1,1 \\ -0,5 \end{pmatrix}$
24	Ra 12,5	$1,6 \begin{pmatrix} +1,1 \\ -0,5 \end{pmatrix}$	Z4= 1,2 Z8=1,2	$l4 = 24+Z3-Z7$ $l4 = 24+1,2-1,2=24$	$24 \begin{pmatrix} +1,1 \\ -0,5 \end{pmatrix}$

Эскиз заготовки представлен на рисунке 3.

					ДП 44.03.04.546. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		18

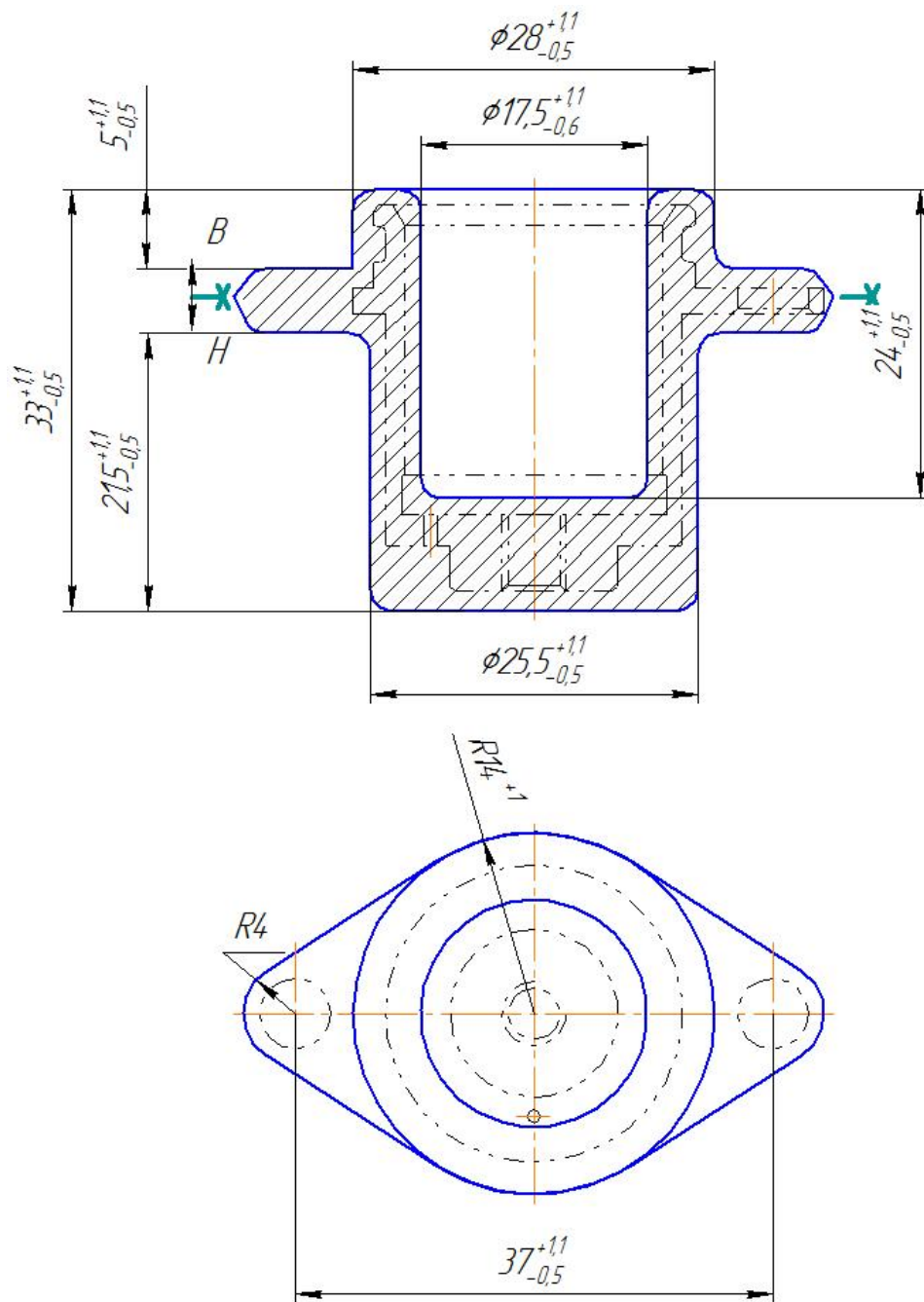


Рисунок 3– Эскиз заготовки

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

1. Метод получения заготовки принимается аналогичным существующему на данном производстве.
2. Метод изменяется, что, однако, не вызывает изменений в технологическом процессе механической обработки.

										Лист
										19
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.546. ПЗ					

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

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

Сравнение проведем в два этапа:

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

Прокат - $K_{им} = 0,2$; Штамповка КГШП - $K_{им} = 0,7$.

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

$$C_з = M \cdot C_м - M_о \cdot C_с + C_{з.ч} \cdot T_{шт.} \left(1 + \frac{C_{ц}}{100}\right), \quad (5)$$

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

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

$M_о$ – масса отходов материала, кг;

$C_с$ – цена 1 кг. отходов, р. [9];

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

$T_{шт(ш-к)}$ – штучное или штучно-калькуляционное время черновой обработки заготовки, ч.[9];

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

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

										Лист
										20
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.546. ПЗ					

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

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

N – годовая программа, шт.;

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

Сравнение способов получения заготовки представим в таблице 7.

Таблица 7 – Сравнительный анализ способов получения заготовки

Общие исходные данные	Наименования показателей	1-й вариант	2-й вариант
Материал детали – 14X17H2 Масса детали – 0,035 кг Годовая программа – 20 000 Тип производства - серийное	Вид заготовки	Прокат	Штамповка на КГШП
	Масса заготовки, кг	0,18	0,05
	Коэффициент использования материала $K_{им}$	0,2	0,7

$$C_{31} = 0,18 \cdot 90 - 0,145 \cdot 8 + 105 \cdot (34,65/60) \cdot (1+0,8) = 124,19 \text{ руб.}$$

$$C_{32} = 0,05 \cdot 100 - 0,015 \cdot 8 + 105 \cdot (5,92/60) \cdot (1+0,8) = 23,53 \text{ руб.}$$

$$\mathcal{E} = (124,19 - 23,53) \cdot 20\,000 = 2\,013\,200 \text{ руб.}$$

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

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

2.4. Выбор и обоснование технологических баз

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

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

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

Эскиз детали с номерами обрабатываемых поверхностей представлен на рисунке 4.

На первом этапе происходит комплексная обработка базовых поверхностей.

Базирование осуществляется наружную цилиндрическую поверхность 7 с упором в торец 11. Зажим заготовки осуществляется в трехкулачковом патроне.

Заготовка лишена 5 степеней свободы. Это схема неполного базирования, но в нашем случае этого достаточно.

На этом этапе обрабатываются поверхности: 1,2,3,4,5,12,13,14,15,16.

На втором этапе происходит комплексная обработка всех остальных поверхностей детали.

Базирование осуществляется отверстие 13 с упором в торец 1. Зажим заготовки осуществляется цанговой оправкой.

На этом этапе обрабатываются поверхности: 6,7,8,9,10,11,17,18,19.

					ДП 44.03.04.546. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		22

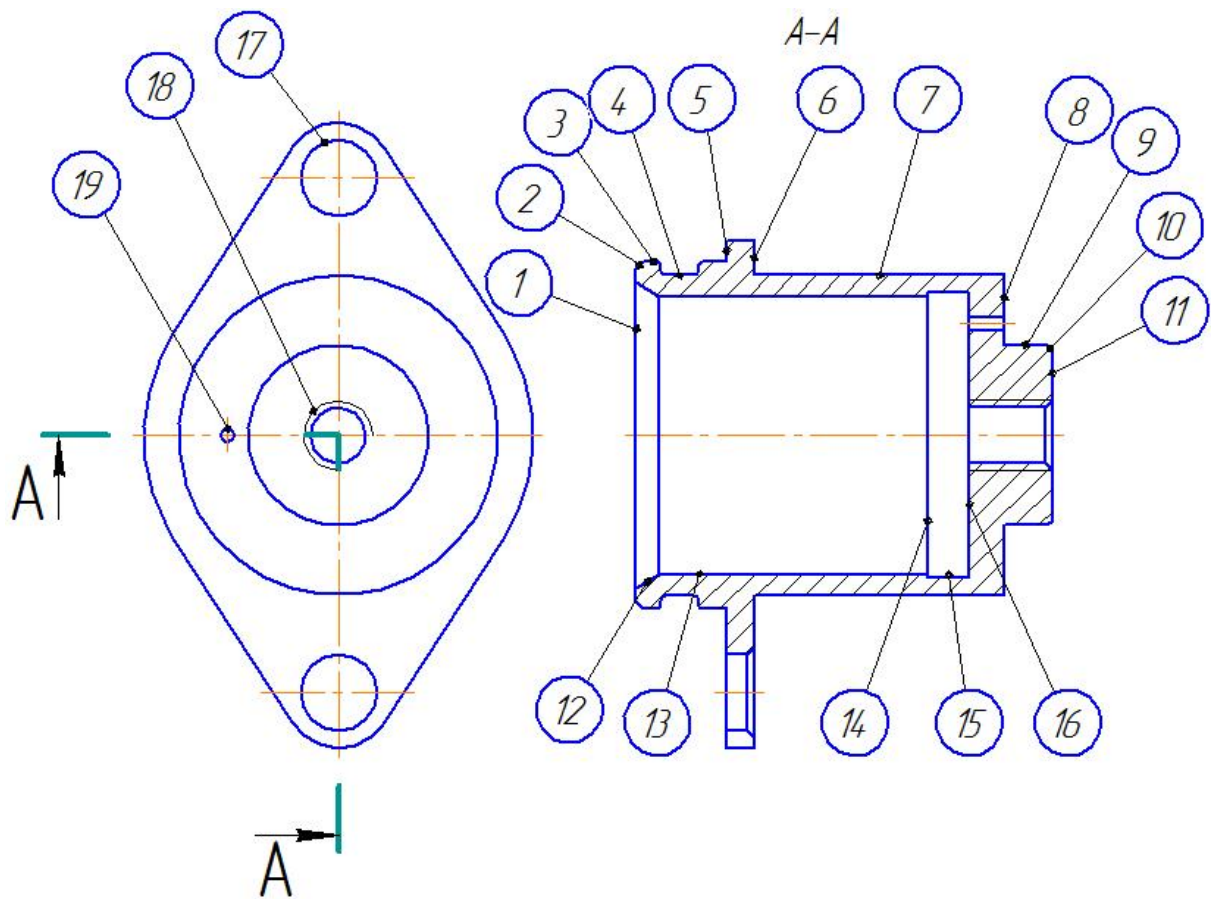


Рисунок 4 - Эскиз детали с номерами обрабатываемых поверхностей

2.5. Технологический маршрут обработки детали

Технологический маршрут обработки состоит из двух операций:

Операция 010 – Токарная на ОЦ с ЧПУ (установы А и Б).

Обработка производится на двухшпиндельном обрабатывающем центре с ЧПУ.

Подробный технологический процесс обработки детали представлен в таблице 8.

										Лист
										23
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата						

ДП 44.03.04.546. ПЗ

Окончание таблицы 8

1	2	3	4	5
010 9Установ Б)	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	<ol style="list-style-type: none"> 1. Установить и закрепить 2. Фрезеровать поверхность бпредварительно 3. Фрезеровать поверхность б окончательно 4. Сменить инструмент 5. Фрезеровать поверхность б тонко 6. Сменить инструмент 7. Подрезать торец 11 предварительно 8. Точить поверхность 9 однократно 9. Подрезать торец 8 однократно 10. Подрезать торец 11 окончательно 11. Сменить инструмент 12. Подрезать торец 11 тонко 13. Точить фаску 10 14. Сменить инструмент 15. Сверлить 2 отверстия 17 со снятием фаски последовательно 16. Сменить инструмент 17. Сверлить отверстие 18 со снятием фаски 18. Сменить инструмент 19. Нарезать резьбу в отверстия 18 20. Сменить инструмент 21. Сверлить отверстие 19 		<p>двух-шпиндельный обрабатывающий центр с ЧПУ УТ-200S</p>

2.6. Выбор оборудования

При выборе оборудования ориентируемся на автоматизированное производство, то есть для серийного производства это в первую очередь станки с ЧПУ.

Для изготовления детали на операции 010 применим двухшпиндельный токарный станок с ЧПУ UT-200SM (рисунок 5).



Рисунок 5 - Общий вид станка UT-200SM

Токарный обрабатывающий центр с ЧПУ модели UT-200SM предназначен для комплексной обработки деталей типа тел вращения.

Токарные центры UT-200SM – это центры с противошпинделем и приводным инструментом, позволяющие выполнять высокопроизводительную обработку сложных деталей типа «тело вращения» для нужд машиностроительного производства различных отраслей промышленности – автомобильной, аэрокосмической, приборной, медицинской, энергетической, нефтегазовой и т.д.

Станина имеет наклон 45° и усилена ребрами жесткости. Конструкция станины обеспечивает достаточное пространство для эффективного удаления

									Лист
									26
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.546. ПЗ				

стружки и циркуляции СОЖ и вместе с полной кабинетной защитой гарантирует безопасность работы оператора.

Шпиндельный узел собирается в термоконстантном помещении на заводе-производителе и проверяется с помощью высокоточного оборудования на стабильность работы при высоких температурах. Термосимметричная конструкция передней бабки снижает деформации узла вследствие нагревания и обеспечивает стабильную точность при длительной обработке деталей на высоких скоростях. Шпиндель опирается на двурядные роликовые подшипники и радиально-упорные подшипники. Это позволяет снижать воздействие осевых и радиальных нагрузок вследствие высокоскоростного прецизионного точения или тяжелых режимов резания.

В базовой комплектации на станок установлен протившпиндель с фланцем А2-5 и отверстием 56 мм, опционально можно установить протившпиндель с фланцем А2-6 и отверстием для обработки прутка диаметром 65 мм и 8” патроном.

Станок UT-200SM позволяет выполнять сложную обработку заготовок с применением функций фрезерования, сверления и нарезания резьбы за счет револьверной головки с приводом вращения инструмента и оси С на главном шпинделе и протившпинделе с минимальным перемещением 0,015 градусов. Точная синхронизация вращения шпинделя и протившпинделя позволяет производить передачу заготовки из шпинделя в шпиндель без остановки, что значительно уменьшает немашинное время.

Полная обработка детали за один установ исключает погрешности базирования, имеющие место при традиционной технологии. Концентрация операций на одном станке позволяет достичь ощутимой экономии за счет отказа от изготовления специальной оснастки для базирования заготовок на смежных операциях.

На станке за один установ возможно выполнение операций:

- наружного точения цилиндрических и фасонных поверхностей;

									Лист
									27
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.546. ПЗ				

- растачивания, сверления, развертывание отверстий соосных оси шпинделя, а также радиальных, тангенциальных;
- нарезание резьбы в отверстиях;
- фрезерования концевыми, торцевыми, трехсторонними и фасонными фрезами;
- шлицевой и зубофрезерной обработки.

Технические характеристики станка представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Технические характеристики ОЦ УТ-200SM

Технические характеристики	Ед.изм.	Параметры
Система ЧПУ	-	Fanuc Oi-TD.
Макс.диаметр над плоскостью ось Z	Мм	522
Макс.диаметр над плоскостью оси X	Мм	318
Макс.диаметр обработки в главном шпинделе	Мм	260
Макс.диаметр обработки в противошпинделе	Мм	260
Макс.длина обработки	Мм	495
Частота вращения шпинделя	об./мин	4500
Мощность главного привода	кВт	11/15
Диаметр прутка	Мм	52
Противошпиндель		
Фланец шпинделя	ASA	A2-5
Диаметр патрона	“	6
Диаметр отверстия в шпинделе	Мм	56
Частота вращения шпинделя	об./мин	6000
Мощность привода	кВт	7,5
Диаметр прутка	Мм	44
Перемещение		
Перемещение по оси X	Мм	220
Перемещение по оси Z	Мм	600
Перемещение по оси В	Мм	625
Подачи		
Ускоренное перемещение по осям Z/X/Z1	м/мин	20
Тип		Diplomatic SMBR16
Количество инструментов		12
Сечение резца	Мм	20
Диаметр борштанги	Мм	20
Размеры станка		
Занимаемая площадь	Мм	2900x1600
Высота	Мм	1750
Вес станка	Кг	4000

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»[35].

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

Режущий инструмент выбирают с учетом:

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

В данном технологическом процессе используется следующий режущий инструмент.

1. Державка наружная правая СЗ – SCLCR – 2204 – 09 (Пластина ССМТ 09Т304 –FF1 (сплав TP2500)).

					ДП 44.03.04.546. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		29

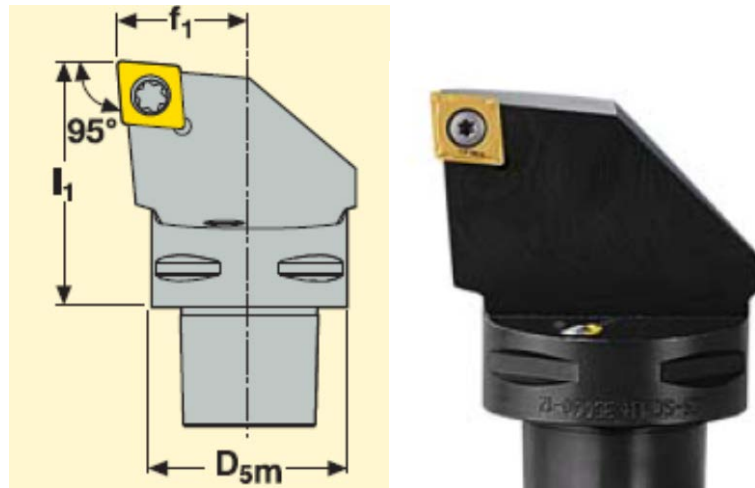


Рисунок 6 – Державка наружная правая



Рисунок 7 - Пластина CCMT 09T304 –FF1

2. Державка внутренняя правая C5 - SDUCR-11070-07 (пластина DCMT 11T032-FF1 сплав TP2500).

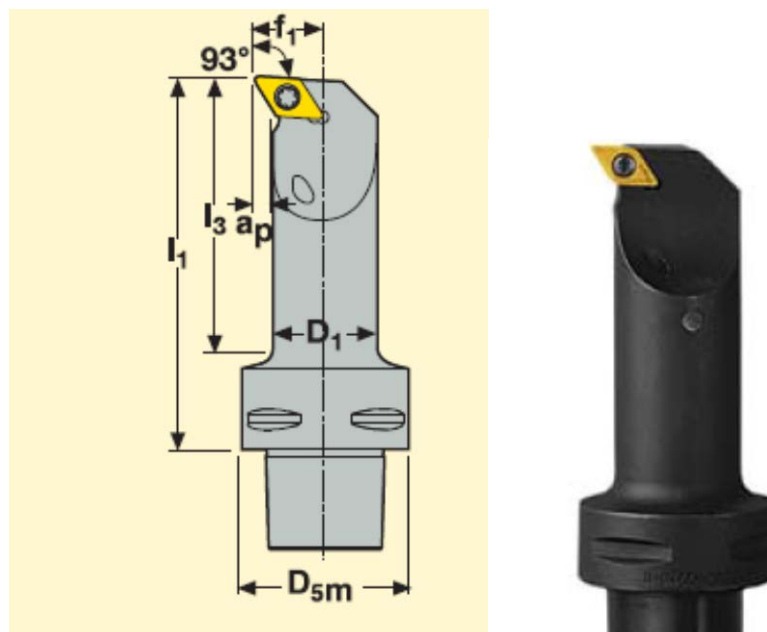


Рисунок 8 – Державка внутренняя правая

					ДП 44.03.04.546. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		30

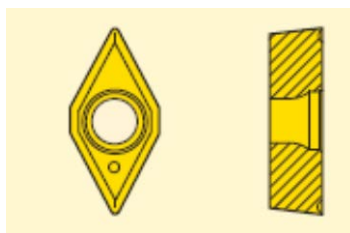


Рисунок 9 – пластина DCMT 11T032-FF1

3. Фреза концевая $\varnothing 20$ R217.69 – 1020.0.0-06-2AN. Пластина ХОМХ 060202R – M05. Сплав МР3000 (Для контурной обработки поверхностей).

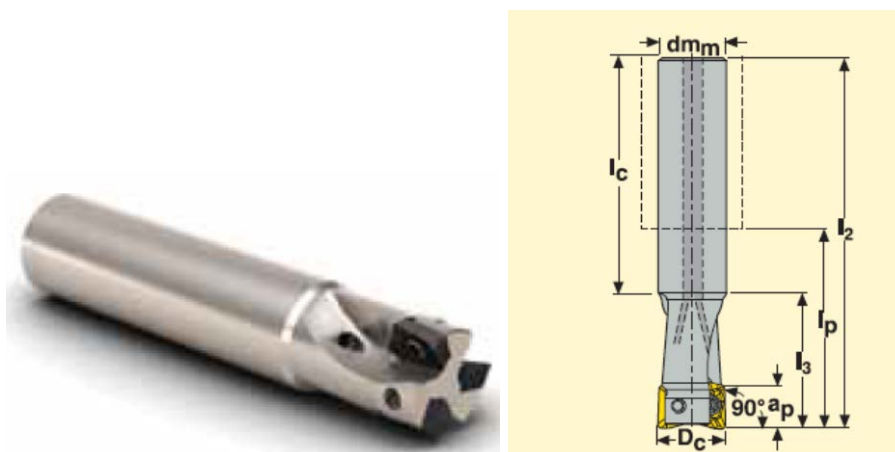


Рисунок 10 - Фреза концевая $\varnothing 60$ R217.69 – 1020.0.0-06-2AN

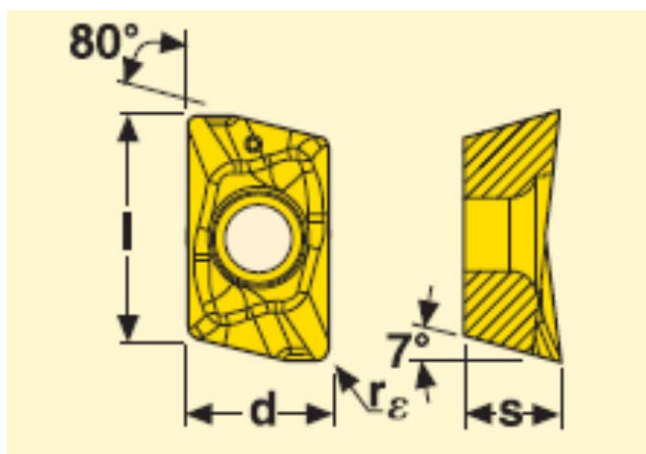


Рисунок 11 - Пластина ХОМХ 060202R – M05

4. Державка канавочная правая С6-CFIR-45085-08JET (Пластина 26ER/NR (сплав CP500)).

										Лист
										31
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.546. ПЗ					

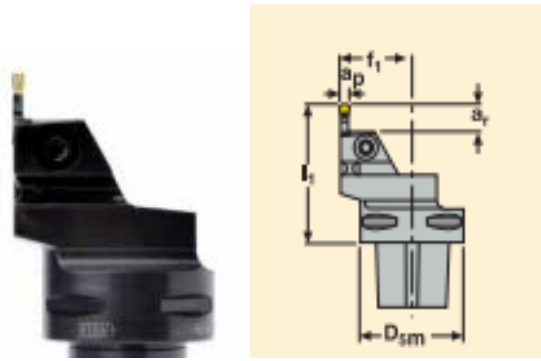


Рисунок 12 – Державка канавочная

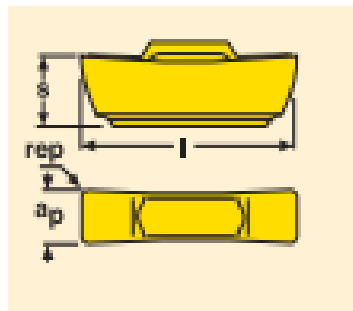


Рисунок 13 - Пластина 26ER/NR

5. Фасочное сверло $\varnothing 5,5$ SD203A-C45-5.5-30.5-8R1. Покрытие TiAlN+TiN.

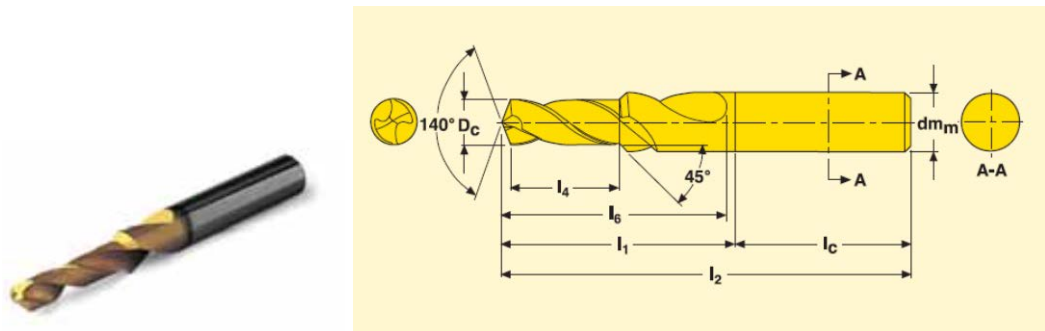


Рисунок 14 - Фасочное сверло SD203A-C45-5.0-16.5-8R1

6. Фасочное сверло $\varnothing 4,5$ SD203A-C45-5.5-30.5-8R1. HSS Покрытие TiAlN+TiN (Обработка отверстий под резьбу M5).

7. Сверло $\varnothing 1$ SD203-1.0-10-8R1. HSS Покрытие TiAlN+TiN.

										Лист
										32
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.546. ПЗ					

2.8. Выбор средств технического контроля

Выбор средств технического контроля представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Средства технического контроля

Операция	Название операции	Тип инструмента
010	Токарная на ОЦ с ЧПУ	1. Штангенциркуль ШЦ 0-125-0,05 ГОСТ 166-89 2. Калибр-пробка гладкий $\varnothing 20,5H7$ ГОСТ 21401-75 3. Калибр-пробка гладкий $\varnothing 20H14$ ГОСТ 21401-75 4. Калибр-пробка гладкий $\varnothing 5,5H14$ ГОСТ 21401-75 5. Стержень для контроля диаметра отверстий, закаленный 1 - 6 мм, деление шкалы 0,1 мм. 6. Резьбовой калибр – пробка M5x0,8-7H ГОСТ 24997-81 7. Калибр – скоба $\varnothing 13h14$ ГОСТ 18360-93 8. Калибр – скоба $\varnothing 23h14$ ГОСТ 18360-93 9. Калибр – скоба $\varnothing 25f7$ ГОСТ 18360-93 10. Шаблоны фасочные 11. Шаблон канавочный 12. Образцы шероховатости ГОСТ 9387-93

2.9. Расчет припусков заготовки расчетно-аналитическим методом

Рассчитаем припуски на механическую обработку поверхности $\varnothing 25f7 \begin{matrix} (-0,020) \\ (-0,041) \end{matrix}$.

Технологический маршрут обработки состоит из следующих этапов:

1. Точение черновое;
2. Точение полукистовое;
3. Точение чистовое.

Заготовка-штамповка.

Элементы припуска Rz и h определяются по справочным данным и заносятся в табл. 11.

					ДП 44.03.04.546. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		34

Таблица 11- Расчет припусков и предельных размеров по технологическим переходам на обработку

Технологические переходы обработки поверхности Ø25f7(-0,020/-0,041).	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск 2Z _{min} , мкм	Расчетный размер Др, мм	Допуск Т, мм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мм	
	R _z	h	ρ	ε				Д _{min}	Д _{max}	2Z _{min} ^{пр}	2Z _{max} ^{пр}
Заготовка	200	250	2850		2305	27,264	1,6	27,3	28,9	-	-
Точение предварительное	100	125	171	30	1007	26,257	0,21	26,3	26,51	1,0	2,39
Точение окончательное	50	60	143	0	792	25,465	0,052	25,5	25,55	0,8	0,96
Точение тонкое	25	30	114	0	506	24,959	0,021	24,959	24,98	0,54	0,57
Итого:										2,34	3,92

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

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_k^2 + \Delta_{cm}^2} \quad (7)$$

где Δ_k – кривизна заготовки, мкм

Δ_{cm} - отклонение от оси отверстия, мкм

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{2700^2 + 900^2} = 2850 \text{ мкм} \quad (8)$$

K_u – коэффициент уточнения=0,06

$$\Delta_{\Sigma \text{ предв. точен.}} = 2850 \cdot 0,06 = 171 \text{ мкм} \quad (9)$$

K_u – коэффициент уточнения=0,05

$$\Delta_{\Sigma \text{ окончат. точен.}} = 2850 \cdot 0,05 = 143 \text{ мкм} \quad (10)$$

K_u – коэффициент уточнения=0,04

$$\Delta_{\Sigma \text{ окончат. точен.}} = 2850 \cdot 0,04 = 114 \text{ мкм}$$

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 [2, стр.182]:

$$2Z_{i\text{min}} = 2 \left(R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma_{i-1}}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right) \quad (11)$$

где R_z - шероховатости поверхности, мкм

h - высота микронеровностей, мкм

Δ_{Σ} - суммарное значение пространственных отклонений

ε – погрешность установки, мкм

$$2Z_{i\text{min}}_{\text{предв.точен.}} = 2 \left(200 + 250 + \sqrt{2850^2 + 30^2} \right) = 1007 \text{ мкм}$$

$$2Z_{i\text{min}}_{\text{окончат.точен.}} = 2 \left(100 + 125 + \sqrt{171^2} \right) = 792 \text{ мкм}$$

$$2Z_{i\text{min}}_{\text{тонк.точен.}} = 2 \left(50 + 60 + \sqrt{143^2} \right) = 506 \text{ мкм}$$

Расчет минимальных размеров:

$$D_{i-1\text{min}} = D_{i\text{min}} + 2 Z_{i\text{min}} \quad (12)$$

$$D_{\text{min тонк.точения}} = 24,959 \text{ мм.}$$

$$D_{\text{min чист.точения}} = 24,959 + 0,506 = 25,465 \text{ мм.}$$

$$D_{\text{min черн. точения}} = 25,465 + 0,792 = 26,257 \text{ мм.}$$

$$D_{\text{min заготовки}} = 26,257 + 1,007 = 27,264 \text{ мм.}$$

					ДП 44.03.04.546. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		36

Минимальные предельные размеры, получают округлением расчетных размеров.

$$D_{\min \text{ тонк.точения}}=24,959$$

$$D_{\min \text{ окончат.точения}}=25,5\text{мм.}$$

$$D_{\min \text{ предв. точения}}=26,3 \text{ мм.}$$

$$D_{\min \text{ заготовки}}=27,3 \text{ мм.}$$

Расчет максимальных размеров:

$$D_{\max} = D_{\min} + T \quad (13)$$

где D_{\min} – минимальная величина размера, мм.

T – допуск на размер, мм.

$$D_{\max \text{ тонк.точен.}} = 24,959 + 0,021 = 24,98\text{мм.}$$

$$D_{\max \text{ окончат. точен.}} = 25,5 + 0,054 = 25,55\text{мм.}$$

$$D_{\max \text{ предварит. точен.}} = 26,3 + 0,21 = 26,51\text{мм.}$$

$$D_{\max \text{ заготовки}} = 27,3 + 1,6 = 28,9\text{мм.}$$

Определение предельных припусков:

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

$$2Z_{\min \text{ тонк.точен.}}^{np} = 25,5 - 24,959 = 0,541\text{мм.}$$

$$2Z_{\min \text{ окончат.точен.}}^{np} = 26,3 - 25,5 = 0,8\text{мм.}$$

$$2Z_{\min \text{ предв.точен.}}^{np} = 27,3 - 26,3 = 1\text{мм.}$$

$$2Z_{\min \text{ загот.}}^{np} = 0,541 + 0,8 + 1 = 2,341\text{мм.}$$

					ДП 44.03.04.546. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		37

$$2Z_{\max i} = D_{\max i} - D_{\max -1} \quad (15)$$

$$2Z_{\max \text{ тонк.точен.}}^{np} = 25,55 - 24,98 = 0,57 \text{ мм.}$$

$$2Z_{\max \text{ окончат.точен.}}^{np} = 26,51 - 25,55 = 0,96 \text{ мм.}$$

$$2Z_{\max \text{ окончат.точен.}}^{np} = 28,9 - 26,51 = 2,39 \text{ мм.}$$

$$2Z_{\max \text{ загот.}}^{np} = 0,57 + 0,96 + 2,39 = 3,92 \text{ мм.}$$

Определим общие припуски суммируя промежуточные припуски на обработку:

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

$$Z_{\min o}^{np} = \sum_{i=1}^n Z_{\min i}^{np} \quad (17)$$

Проверим правильность произведенных расчетов по формулам:

$$Z_{\max i}^{np} - Z_{\min i}^{np} = T_{i-1} - T_i \quad (18)$$

$$Z_{\max o}^{np} - Z_{\min o}^{np} = T_{\text{заг}} - T_{\text{дет}}, \quad (19)$$

$$3,92 - 2,341 = 1,6 - 0,021$$

$$1,579 = 1,579$$

Расчет произведен верно.

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

					ДП 44.03.04.546. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		38

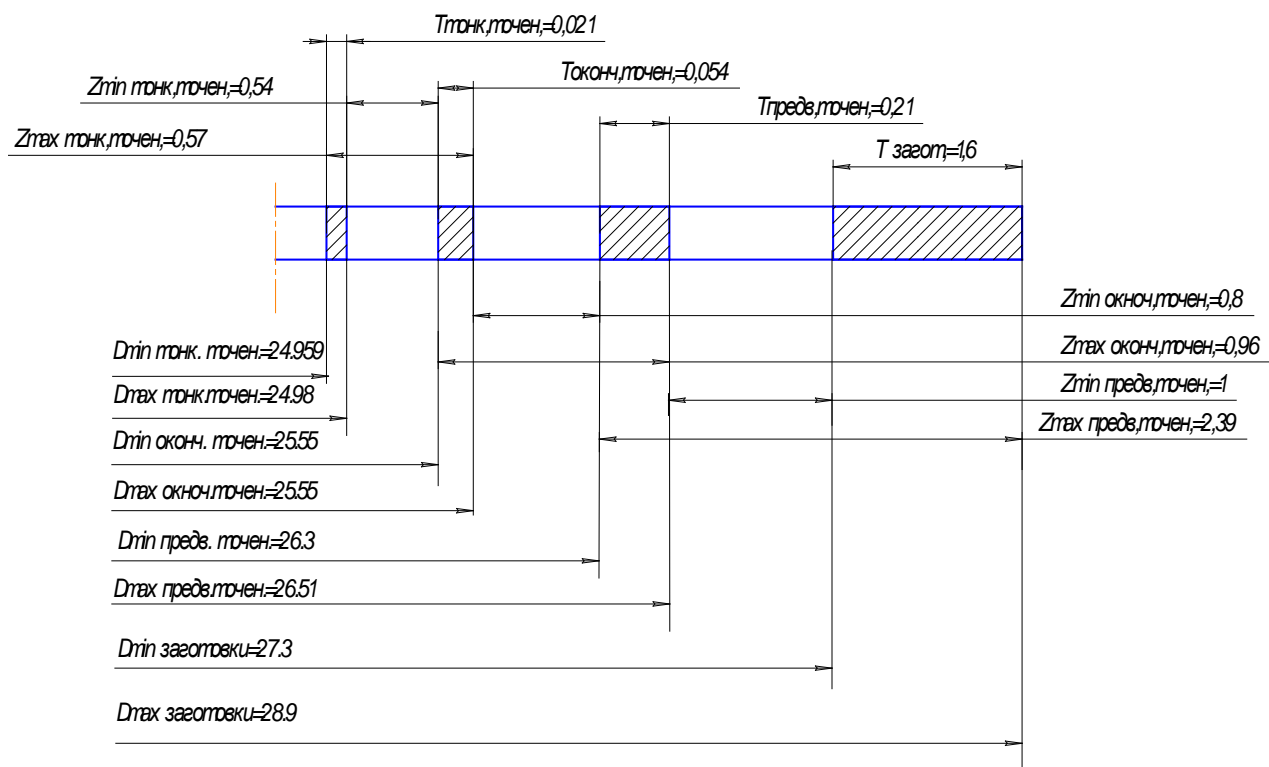


Рисунок 11- Схема графического расположения припусков на обработку поверхности $\varnothing 25f7$

2.10. Расчет и назначение режимов резания

Существует два метода для определения режимов резания:

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

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

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

Расчет режимов резания ведем согласно рекомендациям, представленным в каталогах SECO [35].

					ДП 44.03.04.546. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		39

Приведем пример расчета режимов резания.

Операция 010 Токарная на ОЦ с ЧПУ.

Переход 2. Фрезеровать поверхность 5 предварительно

Фреза концевая Ø20 R217.69 – 1020.0.0-06-2AN. Пластина ХОМХ
060202R – M05. Сплав МР3000 Глубина резания: $t = 0,7$ мм.

Назначаем подачу $S = 0,15$ мм/об.

Период стойкости фрезы $T = 45$ мин.

Начальная скорость резания $V_{C0} = 80$ м/мин.

Действительная скорость резания

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

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

k_t – поправочный коэффициент для периодов стойкости.

$$V_C = 80 \cdot 1,15 \cdot 1 = 78,85 \text{ м/мин.}$$

Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ об/мин} \quad (20)$$

где V – скорость резания, м/мин

D – диаметр фрезы мм

$$n = \frac{1000 \cdot 78,85}{\pi \cdot 20} = 1255 \text{ об/мин}$$

Все остальные результаты вычислений занесем в таблицу 12.

					ДП 44.03.04.546. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		40

Таблица 12 – Режимы резания

№ операции	Название операции	№ перехода и содержание	Материал режущей части	Размер обрабатываемой поверхности, мм диаметр (длина)	Элементы режима резания				
					Глубина резания, <i>t</i> , мм	Подача на оборот, <i>S</i> , мм/об (<i>S_z</i> , мм/зуб)	Частота вращения шпинделя, <i>n</i> , об/мин	Скорость резания, <i>V</i> , м/мин	Подача минутная, <i>S_{мин}</i> , мм/мин
010 (Установ А)	Токарная на ОЦ с ЧПУ	1. Установить и закрепить							
		2. Фрезеровать поверхн.5 предварительн	MP3000	Ø20(45)	0,7	0,15	1255	78,85	188,25
		3. Фрезеровать поверхн. 5 окончательн	MP3000	Ø20(45)	0,4	0,15	1255	78,85	188,25
		4. Сменить инструмент							
		5. Фрезеровать поверхн. 5 тонко	MP3000	Ø20(45)	0,1	0,1	1255	78,85	125,5
		6. Сменить инструмент							
		7. Подрезать торец 1 однократ.	TP2500	Ø28(14)	1,5	0,3	1820	160	546
		8. Точить поверхность 3 предварительн	TP2500	Ø28(6,5)	0,8	0,3	1820	160	546
		9. Точить поверхн. 3 окончат.	TP2500	Ø26,4(6,5)	0,5	0,2	1820	151	364
		10. Сменить инструмент							
		11. Точить фаску 2	TP2500	Ø25,2(0,5)	0,5	0,1	1820	144	182
		12. Точить поверхн. 3 тонко	TP2500	Ø25,2(6,5)	0,2	0,1	1820	144	182
		13. Сменить инструмент							
		14. Точить канавку 4	CP500	Ø23(1)	2,8	0,05	554	40	27,7
		15. Сменить инструмент							
		16. Расточить отв.13 предварит.	TP2500	Ø17,5(24)	0,8	0,3	2184	120	655,2
		17. Расточить отв.13 окончат.	TP2500	Ø19,1(24)	0,35	0,2	2184	131	436,8
		18. Сменить инструмент							
		19. Расточить фаску 12	TP2500	Ø19,8(1,6)	1,6	0,1	2184	138	218,4
		20. Расточить отв. 13 тонко с подрезкой торца 16	TP2500	Ø19,8(44)	0,1	0,1	2184	138	218,4
		21. Смена инструмента							
		22.Расточить канавку 15 с подрезкой торца 14 однократно	TP2500	Ø20(24)	0,25	0,3	2184	120	655,2
010 (Установ Б)	Токарная на ОЦ с ЧПУ	1. Установить и закрепить							
		2. Фрезеровать пов.6 редварит.	MP3000	Ø20(45)	0,7	0,15	1255	78,85	188,25
		3. Фрезеровать пов. 6 окончат.	MP3000	Ø20(45)	0,4	0,15	1255	78,85	188,25
		4. Сменить инструмент							
		5. Фрезеровать пов. 6 тонко	MP3000	Ø20(45)	0,1	0,1	1255	78,85	125,5
		6. Сменить инструмент							
		7. Подрезать торец 11 предв.	TP2500	Ø25,5(12,75)	0,8	0,3	1748	140	524,4
		8. Точить поверхность 9 однократно	TP2500	Ø25,5(3,5)	1,25 (i=5)	0,3	1748	140	524,4
		9. Подрезать торец 8 однократно	TP2500	Ø25,5(6.25)	1,2	0,3	1748	140	524,4
		10. Точить пов. 7 однократно	TP2500	Ø25,5(6.25)	1,25	0,3	1748	140	524,4
		11. Подрезать торец 11 оконч.	TP2500	Ø13(6,5)	0,3	0,2	1748	71	349,6
		12. Сменить инструмент							
		13. Подрезать торец 11 тонко	TP2500	Ø13(6,5)	0,15	0,1	1748	71	174,8
		14. Точить фаску 10	TP2500	Ø13(0,4)	0,4	0,1	1748	71	174,8
		15. Сменить инструмент							
		16. Сверлить 2 отверстия 17 со снятием фаски последоват.	TiAlN+TiN	Ø5.5(2)	2.75 (i=2)	0,1	1448	25	144,8
		17. Сменить инструмент							
		18. Сверлить отверстие 18 со снятием фаски	TiAlN+TiN	Ø4.5(6)	2.25	0,1	1769	25	176,9
		19. Сменить инструмент							
		20. Нарезать резьбу в отв. 18	CP500	Ø5(6)	-	0,15	955	15	143,25
		21. Сменить инструмент							
		22. Сверлить отверстие 19	TiAlN+TiN	Ø1(2)	0.5	0,05	1592	5	79,6

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:

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

где $t_{ш}$ – штучное время, мин.;

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

n – размер партии деталей, шт.

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

Штучное время:

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

где $t_{осн}$ – основное время, мин.;

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

					ДП 44.03.04.546. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		42

$t_{отд}$ – 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:

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

где l – расчетная длина;

i – число проходов;

S_M – величина минутной подачи.

Расчетная длина:

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

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

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

					ДП 44.03.04.546. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		43

Оперативное время:

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

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

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

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

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

Для примера рассчитаем нормы основного времени при фрезеровании торца 5 (Операция 010 установ А, переход2):

$$t_{осн} = \frac{45 + 10}{188,25} = 0,29 \text{ мин.}$$

Расчет остальных норм времени представлен в таблицах 13 и 14.

					ДП 44.03.04.546. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		44

Таблица 13 – Основное и вспомогательное время

Элементы операции	Расчетные размеры, мм				Режим обработки			Основное время, сек	Вспомогательное время, мин		Оперативное время, мин
	Длина обрабатываемой поверхности	Врезание и перебег	Число раб. ходов	Расчетная длина	Подача, мм/об	Частота вращения, об/мин	Минутная подача, мм/мин		На установку и снятие	Вспомогательное время в целом	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Операция 010– Токарная на ОЦ с ЧПУ (Установ А)											
1. Установить и закрепить									0,3	0,3	0,3
2. Фрезеровать поверхн.5 предварит.	45	10	1	55	0.15	1255	188.25	0.29		0.03	0.32
3. Фрезеровать поверхн. 5 окончат.	45	10	1	55	0.15	1255	188.25	0.29		0.03	0.32
4. Сменить инструмент										0.05	0.05
5. Фрезеровать поверхн. 5 тонко	45	10	1	55	0.1	1255	125.5	0.44		0.03	0.47
6. Сменить инструмент										0.05	0.05
7. Подрезать торец 1 однократ.	14	5	1	19	0,3	1820	546	0.03		0.03	0.06
8. Точить поверхность 3 предварит.	6.5	5	1	11.5	0,3	1820	546	0.02		0.03	0.05
9. Точить поверхн. 3 окончат.	6.5	5	1	11.5	0,2	1820	364	0.03		0.03	0.06
10. Сменить инструмент										0.05	0.05
11. Точить фаску 2	0.5	5	1	5.5	0,1	1820	182	0.03		0.03	0.06
12. Точить поверхн. 3 тонко	6.5	5	1	11.5	0,1	1820	182	0.06		0.03	0.09
13. Сменить инструмент										0.05	0.05
14. Точить канавку 4	1	4	1	5	0,05	554	27,7	0.18		0.03	0.21
15. Сменить инструмент										0.05	0.05
16. Расточить отв.13 предварит.	24	5	1	29	0,3	2184	655,2	0.04		0.03	0.07
17. Расточить отв.13 окончат.	24	5	1	29	0,2	2184	436,8	0.07		0.03	0.10
18. Сменить инструмент										0.05	0.05
19. Расточить фаску 12	1.6	5	1	6.6	0,1	2184	218,4	0.03		0.03	0.06
20. Расточить отв. 13 тонко с подрезкой торца 16	44	5	1	49	0,1	2184	218,4	0.22		0.03	0.25
21. Сменить инструмент										0,05	0,05
22.Расточить канавку 15 с подрезкой торца 14 однократно	24	5	1	29	0,03	2184	65,2	0.4		0.03	0.07
ИТОГО								1.7		1.02	2.72
Операция 010 – Токарная на ОЦ с ЧПУ (Установ Б)											
1. Установить и закрепить									0,3	0,3	0,3
2. Фрезеровать поверхность 6 предварительн	45	10	1	55	0.15	1255	188.25	0.29		0.03	0.32
3. Фрезеровать поверхность 6 окончательн	45	10	1	55	0.15	1255	188.25	0.29		0.03	0.32
4. Сменить инструмент										0.05	0.05
5. Фрезеровать поверхность 6 тонко	45	10	1	55	0.1	1255	125.5	0.44		0.03	0.47
6. Сменить инструмент										0.05	0.05
7. Подрезать торец 11 предварительн	12,75	5	1	17,75	0,3	1748	524,4	0,03		0,03	0,06
8. Точить поверхность 9 однократно	3,5	5	5	42,5	0,3	1748	524,4	0,08		0,03	0,21
9. Подрезать торец 8 однократно	6,25	5	1	11,25	0,3	1748	524,4	0,02		0,03	0,05
10. Точить поверхность 7 однократно	22	5	1	27	0,3	1748	524,4	0,06		0,03	0,09
11. Подрезать торец 11 окончательн	6,5	5	1	11,25	0,2	1748	349,6	0,03		0,03	0,06
12. Сменить инструмент										0,05	0,05

Окончание таблицы 13

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
13. Подрезать торец 11 тонко	6,5	5	1	11,25	0,1	1748	174,8	0,06		0,03	0,09
14. Точить фаску 10	0,4	5	1	5,4	0,1	1748	174,8	0,03		0,03	0,06
15. Сменить инструмент										0,05	0,05
16. Сверлить 2 отверстия 17 со снятием фаски последоват.	2	5	2	14	0,1	1448	144,8	0,1		0,03	0,13
17. Сменить инструмент										0,05	0,05
18. Сверлить отверстие 18 со снятием фаски	6	5	1	11	0,1	1769	176,9	0,06		0,03	0,09
19. Сменить инструмент										0,05	0,05
20. Нарезать резьбу в отверстии 18	6	5	1	11	0,15	955	143,25	0,08		0,03	0,11
21. Сменить инструмент										0,05	0,05
22. Сверлить отверстие 19	2	5	1	7	0,05	1592	79,6	0,09		0,03	0,12
ИТОГО								1,52		1,04	2,92
ИТОГО на операцию в целом								3,22		2,06	5,28

Таблица 14 - Нормы времени в целом на операцию

№ операции	Основное время на операцию, <i>t_о</i> , мин.	Вспомогательное время на операцию, <i>t_в</i> , мин.	Оперативное время, <i>t_{оп}</i> , мин.	Время на обслуживание, <i>t_{обс}</i>		Время на отдых <i>t_{отд.л.}</i>		Штучное время, <i>t_{шт}</i> , мин.	Подготовительно-заключительное время на партию, <i>T_{пз}</i> , мин	Величина партии, шт.	Штучно-калькуляционное время, <i>t_{шк}</i> , мин
				%	мин.	%	мин.				
010	3,22	2,06	5,28	6	0,32	4	0,21	5,81	45	394	5,92
Итого											5,92

2.12. Разработка управляющей программы для станка с ЧПУ

Двухшпиндельный токарный станок с ЧПУ UT-200S оснащен системой Fanuc Oi-TD.

ЧПУ серии Oi модели F — это идеальное решение базового уровня для управления несколькими операциями. Система ЧПУ готова к использованию, включает оборудование последнего поколения и полный пакет стандартного программного обеспечения.

Для увеличения производительности в более узких сферах применения можно использовать легко настраиваемые дополнительные функции. Данная система ЧПУ — это отличное сочетание стоимости и качества, непревзойденной производительности и надежности. Кроме этого, она оснащена функциями и средствами, характерными для высокопроизводительных систем.

Основные характеристики:

- до 11 осей, 4 оси шпинделя, 2 траектории перемещения;
- до двух дополнительных траекторий перемещения загрузчика
- одновременная обработка 4 осями или в комбинации осей 3+2;
- готовность к использованию, интегрированный пакет программного обеспечения;
- лучшее соотношение производительности и стоимости;
- встроенная функция FANUC Dual Check Safety;
- возможности программирования на производстве с помощью MANUAL GUIDE i;
- дополнительные функции для облегчения индивидуальной настройки;
- встроенный высокоскоростной ПКС.

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

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.

					ДП 44.03.04.546. ПЗ	Лист
						47
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

Выбирая СКД, необходимо стремиться к упрощению разработки УП. Расчет координат опорных точек проводится с соблюдением технологических переходов обработки (принятых выше), необходимых для получения детали, соответствующей чертежу. Используемые подготовительные функции представлены в таблице 15.

Таблица 15 - 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
G75	Цикл повторения профиля с несколькими проходами
G76	Цикл сверления с удалением стружки в конце
G77	Цикл сверления наружного/внутреннего диаметра
G83	Цикл радиального сверления
G80	Отмена цикла сверления
G86	Цикл радиального сверления
M6	Смена инструмента
M3	Включение оборотов
M8	Включение СОЖ
M9	Выключение СОЖ
M5	Отключение оборотов
M13	Запуск вращения сверла
M15	Остановка вращения сверла
M30	Конец УП

В таблице 16 представлен фрагмент управляющей программы. Полностью программа представлена в приложении Б.

Таблица 16 – Карта кодирования информации

Кодирование информации, содержание кадра	Содержание перехода
%	
.....	
(SVERLENIE D5.5)	
T1010	сверло D=5.5
G43 H01	коррекция на вылет инструмента, номер корректора
S1448M14	запуск вращения сверла
G83 X-18,5 Y0 Z-9R-5Q2000 F0,1	Цикл сверления Расположение отверстия (X-18.5 Y0), сверлить до глубины 10мм(Z10), подвод на быстром ходу на 5мм от начальной точки(R-5), сверлить за один проход 2мм(Q2000), со скоростью подачи 0,1мм/об
X18,5Z-9R-5Q2000F0,1	Цикл сверления Расположение отверстия (X18.5), сверлить до глубины 9мм(Z-9), подвод на быстром ходу на 5мм от начальной точки(R-5), сверлить за один проход 2мм(Q2000), со скоростью подачи 0,1мм/об
G80	Отмена цикла сверления
M9	выключение СОЖ
M15	Остановка вращения сверла
G30X50Z-100	выход в позицию смены инструмента
(SVERLENIE D1)	
T1111	сверло D=1
G43 H02	коррекция на вылет инструмента, номер корректора
S1592 M14	запуск вращения сверла
G83 X8Y0Z-27R-5Q2000F0,1	Цикл сверления Расположение отверстия (X8Y0), сверлить до глубины 10мм(Z-27), подвод на быстром ходу на 5мм от начальной точки(R-5), сверлить за один проход 2мм(Q2000), со скоростью подачи 0,1об/мин
G80	Отмена цикла сверления
M9	выключение СОЖ
M15	Остановка вращения сверла
G30X50Z-100	выход в позицию смены инструмента

3. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия

В данной выпускной квалификационной работе производится совершенствование технологического процесса детали «Цилиндр» на участке механической обработки в условиях среднесерийного производства с количеством выпускаемых готовых деталей 20000 штук в год.

Разработанный технологический процесс обеспечивает технико-экономические показатели выпуска продукции высокого качества, максимальное использование обрабатывающего центра (ОЦ) с ЧПУ, применение стандартных приспособлений.

В экономической части проекта будет произведен расчет капитальных затрат и определение себестоимости изготовления детали по двум вариантам – совершенствуемому варианту и по базовому варианту, целью анализа является выявление наиболее выгодного с точки зрения вложенных средств и полученных результатов проекта.

По разрабатываемому варианту применяем обрабатывающий центр UT200S и режущий инструмент фирмы «SECO».

3.2. Расчет капитальных затрат и определение количества технологического оборудования

Определяем размер капитальных вложений по формуле [14]:

$$K = K_{об} + K_{прс} , \quad (24)$$

где $K_{об}$ – капитальные вложения в оборудование, руб.;

					ДП 44.03.04.546. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		50

$K_{\text{про}}$ – капитальные вложения в программное обеспечение, руб.; т.к. предприятие располагает оборудованием для программирования станков с ЧПУ, то затрат на программное обеспечение нет.

Количество технологического оборудования рассчитаем по формуле:

$$q = \frac{t \cdot N_{\text{год}}}{F_{\text{об}} \cdot k_{\text{вн}} \cdot k_3 \cdot 60}, \quad (25)$$

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:

$$F_{\text{об}} = F_{\text{н}} \left(1 - \frac{k_{\text{р}}}{100} \right), \quad (26)$$

где $F_{\text{н}}$ - номинальный фонд времени работы единицы оборудования, ч;

$k_{\text{р}}$ - 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

									Лист
									51
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.546. ПЗ				

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 станков по штучно-калькуляционному времени.

Данные по расчетам сводим в таблицу 17 по совершенствуемому варианту и таблицу 18 по базовому варианту.

Определяем количество технологического оборудования для проектируемого варианта:

$$q^{010} = \frac{5,92 \cdot 20000}{5268,9 \cdot 1,0 \cdot 0,75 \cdot 60} = 0,5 \text{ шт.}$$

Принимаем $q^{010} = 1 \text{ шт.}$

Таблица 17 - Количество станков по штучно-калькуляционному времени по проектируемому варианту

Модель станка	Штучно-калькуляционное время ($T_{шт. (шт-к)}$), ч.	Расчетное количество станков, C_p	Принимаемое количество станков, $C_{п}$	Кз.ф.
UT200S	0,099	0,5	1	0,5
	$\Sigma T_{шт. (шт-к)} = 0,099$	0,5	$\Sigma C_{п} = 1$	

Таблица 18 - Количество станков по штучно-калькуляционному времени по базовому варианту

Модель станка	Штучно-калькуляционное время (Т _{шт. (ш-к)}), ч.	Расчетное количество станков, С _р	Принимаемое количество станков, С _п	Кз.ф.
Токарный станок QTN 200-II MSY	0,35	1,77	2	0,72
Токарный станок 1У61М	0,28	1,42	2	
Шлифовальный станок GU20x40	0,08	0,41	1	
	Σ Т _{шт. (ш-к)} = 0,71	3,6	Σ С _п = 5	

Определений капитальных вложений в оборудование.

Сводная ведомость оборудования представлена в таблице 19 по совершенствуемому варианту и в таблице 20 по базовому варианту.

Таблица 19 – Сводная ведомость оборудования по проектируемому варианту

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, т. руб.			Стоимость всего оборудования, т. руб.	
			Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Демонтаж		Первоначальная стоимость
ОЦ с ЧПУ	UT-200S	1	7,5	7,5	9500	-	-	-	9500
Итого		1	7,5	7,5	9500				9500

Капитальные вложения в оборудование (К_{об}) с учётом загрузки станка составляют:

ОЦ с ЧПУ - $0,5 \cdot 9500 = 4\ 750$ т. руб.

Таблица 20 – Сводная ведомость оборудования по базовому варианту

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, т. руб.				Стоимость всего оборудования, т. руб.
			Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Демонтаж	Первоначальная стоимость	
Токарный станок	QTN 200-II MSY	2	4,5	9	3 000	-	-	-	6 000
Токарный станок	1Y61M	2	3	6	600	-	-	-	1 200
Шлифовальный станок	GU20x40	1	1,5	1,5	800	-	-	-	800
Итого		5		16.5					8 000

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

$$K_{npz} = K_{yn} \cdot K_3 \cdot n \quad (27)$$

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

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

$n = 1$ количество операций для которых необходима программа

$$K_{npz} = 8000 \cdot 1,1 \cdot 1 = 8800 \text{ р.}$$

Для внедрения новой управляющей программы понадобится 8800р.

3.3. Расчет технологической себестоимости детали

В общем случае технологическая себестоимость складывается из суммы следующих элементов:

$$C = Z_{\text{м}} + Z_{\text{зп}} + Z_{\text{э}} + Z_{\text{об}} + Z_{\text{сн}} + Z_{\text{и}}, \quad (28)$$

где $Z_{\text{м}}$ - затраты на все виды материалов, комплектующих и полуфабрикатов, руб.;

$Z_{\text{э}}$ - затраты на технологическую электроэнергию, р.;

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

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

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

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

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

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{пр}} + Z_{\text{н}} + Z_{\text{э}} + Z_{\text{к}} + Z_{\text{тр}}, \quad (29)$$

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

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

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

					ДП 44.03.04.546. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		55

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.:

$$Z_{пр} = C_m \cdot t_{utm-k} \cdot k_{mn} \cdot k_{don} \cdot k_{есн} \cdot k_p, \quad (30)$$

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

t_{utm-k} – штучно-калькуляционное время на операцию, час;

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

k_{don} - 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:

$$Ч_{см} = \frac{t \cdot N_{год} \cdot k_{mn}}{F_p \cdot 60}; \quad (31)$$

где t – штучное время операции, мин;

					ДП 44.03.04.546. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		56

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска детали, $N_{\text{год}} = 20000$ шт;

$k_{\text{мн}}$ – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание,

$k_{\text{мн}} = 1$;

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 010 Токарная на ОЦ с ЧПУ:

$$Z_{np} = 129,87 \cdot 5,92 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,15 / 60 = 22,99 \text{ р.}$$

Пример расчета численности станочников операции 010 Токарная на ОЦ с ЧПУ:

$$Ч_{ст}^{010} = \frac{5,92 \cdot 20000 \cdot 1,0}{1790 \cdot 60} = 1,1 \text{ чел.};$$

Расчет заработной платы станочников на одну деталь по проектируемому варианту сведен в таблицу 21, базовому варианту – в таблицу 22.

Таблица 21 – Затраты на заработную плату станочников за одну деталь(проектируемый вариант)

Наименование операции	Часовая тарифная ставка, р.	Штучное время, мин	Заработная плата, р.	Численность станочников, расчетная чел.	Численность станочников, принятая чел.
Токарная на ОЦ с ЧПУ	129,87	5,92	22,99	1,1	2
Итого			22,99	1,1	2

Определим затраты на заработную плату на годовую программу:

						Лист
						57
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

$$Ззп = 22,99 \cdot 20000 = 459\ 800 \text{ р.}$$

Таблица 22 Затраты на заработную плату станочников за одну деталь(базовый вариант)

Наименование операции	Часовая тарифная ставка, р.	Штучное время, мин	Заработная плата, р.	Численность станочников, расчетная чел.	Численность станочников, принятая чел.
Токарная	158,32	21	99,74	3,9	4
Токарная	158,32	16,8	79,79	3,13	4
Шлифовальная	164,25	4,8	23,65	0,89	1
Итого			203,18	7,92	9

Определим затраты на заработную плату на годовую программу:

$$Ззп = 203,18 \cdot 20000 = 4\ 063\ 600 \text{ р.}$$

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле:

$$З_{всп} = \frac{C_T^{всп} \cdot F_p \cdot Ч_{всп} \cdot k_{доп} \cdot k_p}{N_{год}}, \quad (32)$$

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:

					ДП 44.03.04.546. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		58

$$Ч_{\text{нал}} = \frac{g_n \cdot n}{N}, \quad (33)$$

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.

Для примера рассчитаем численность вспомогательных рабочих проектируемого варианта:

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

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

$$Ч_{\text{трансп.}} = 0,05 \cdot 1,1 = 0,055 \text{ чел.; Принимаем } 1 \text{ чел.}$$

$$Ч_{\text{контр.}} = 0,07 \cdot 1,1 = 0,077 \text{ чел. Принимаем } 1 \text{ чел.}$$

Произведем вычисления заработной платы вспомогательных рабочих проектируемого варианта:

$$З_{\text{нал}} = \frac{161,62 \cdot 1790 \cdot 0,15 \cdot 1,15 \cdot 1,05}{20000} = 2,62 \text{ р.};$$

$$З_{\text{трансп.}} = \frac{93,09 \cdot 1790 \cdot 0,055 \cdot 1,15 \cdot 1,05}{20000} = 0,55 \text{ р.};$$

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

Данные о численности вспомогательных рабочих и заработной плате,

					ДП 44.03.04.546. ПЗ	Лист
						59
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

приходящуюся на одну деталь, сводим в таблицу 23 для проектируемого варианта, и в таблицу 24 – для базового варианта.

Таблица 23– Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих (проектируемый вариант)

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Численность, чел.		Затраты на изготовление одной детали, р.
		расчетная	принятая	
Наладчик станков	161,62	0,15	1	2,62
Транспортный рабочий	93,02	0,055	1	0,55
Контролер ОТК	123,3	0,077	1	0,84
Итого:			3	4,01

Определим затраты на заработную плату за год:

$$З_{\text{ЗП проект}} = 4,01 \cdot 20000 = 80\,200 \text{ р.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле:

$$З_{\text{ЗП проект}} = 459\,800 + 80\,200 = 540\,000 \text{ р.}$$

Таблица 24– Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих (базовый вариант)

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Численность, чел.		Затраты на изготовление одной детали, р.
		расчетная	принятая	
Транспортный рабочий	93,02	0,4	1	37,21
Контролер ОТК	123,3	0,55	1	67,82
Итого:			2	105,03

Определим затраты на заработную плату за год:

$$З_{\text{ЗП баз}} = 105,03 \cdot 20000 = 2\,100\,600 \text{ р.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле:

$$Z_{\text{эл баз}} = 4\,063\,600 + 2\,100\,600 = 6\,164\,200 \text{ р.}$$

Отчисления в социальный фонд.

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

Проектируемый тех.процесс - $540\,000 \cdot 0,3 = 162\,000 \text{ р.}$

Базовый тех.процесс - $6\,164\,200 \cdot 0,3 = 1\,849\,260 \text{ р.}$

Затраты на электроэнергию

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

$$Z_{\text{э}} = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{\text{вр}} \cdot k_{\text{од}} \cdot k_w \cdot t}{\eta \cdot k_{\text{вн}}} \cdot C_{\text{э}}, \quad (34)$$

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, $k_w = 1,04 \div 1,08$;

					ДП 44.03.04.546. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		61

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

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

$\Pi_э$ – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, $\Pi_э = 4,3$ р.

Производим расчеты проектируемого процесса по формуле:

$$Z_э(010) = \frac{7,5 \cdot 0,3 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 1,06 \cdot 5,92}{0,75 \cdot 1,02 \cdot 60} \cdot 4,3 = 0,66 \text{ р.}$$

Результаты расчета сводим в таблицу 25 по проектируемому варианту и в таблицу 26 по базовому варианту.

Таблица 25 – Затраты на электроэнергию (проектируемый процесс)

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч	Затраты на электроэнергию, р.
Токарная на ОЦ с ЧПУ	7,5	0,099	0,66
Итого			0,66

Определим затраты на электроэнергию за год:

$$Z_э \text{ проект} = 0,66 \cdot 20000 = 13\,200 \text{ р.}$$

Таблица 26 – Затраты на электроэнергию (базовый процесс)

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч	Затраты на электроэнергию, р.
QTN 200-II MSY	9	0,35	0,65
1Y61M	6	0,28	0,35
GU20x40	1,5	0,08	0,02
Итого			1,02

Определим затраты на электроэнергию за год:

$$Z_{\text{баз}} = 1,02 \cdot 20000 = 20\,400 \text{ р.}$$

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования.

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{об}} = C_{\text{ам}} + C_{\text{рем}}, \quad (35)$$

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

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

Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяют по формуле:

$$C_{\text{ам}} = \frac{C_{\text{об}} \cdot N_{\text{ам}} \cdot t_{\text{шт-к}}}{F_{\text{об}} \cdot k_3 \cdot k_{\text{вн}} \cdot 60}, \quad (36)$$

где $C_{\text{об}}$ – цена единицы оборудования, р.;

$N_{\text{ам}}$ – норма амортизационных отчислений для станков с ЧПУ,

$$N_{\text{амН}} = 12\%;$$

t – штучно-калькуляционное время, мин;

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

$$F_{\text{об}} = 5268,9 \text{ ч};$$

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

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

					ДП 44.03.04.546. ПЗ	Лист
						63
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

Производим расчеты проектируемого процесса по формуле:

$$C_{\text{ам}}(010) = \frac{9500000 \cdot 0,12 \cdot 5,92}{5268,9 \cdot 0,85 \cdot 1,02 \cdot 60} = 24,62 \text{ р};$$

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

Вычисления производим по формуле:

$$C_{\text{рем}} = \frac{C_{\text{об}} \cdot N_{\text{рем}} \cdot t_{\text{шт-к}}}{F_{\text{об}} \cdot k_z \cdot k_{\text{вн}} \cdot 60}, \quad (37)$$

Производим вычисление затрат на текущий ремонт оборудования проектируемого процесса по формуле:

$$C_{\text{рем}}(010) = \frac{9500000 \cdot 0,04 \cdot 5,92}{5268,9 \cdot 0,85 \cdot 1,02 \cdot 60} = 8,21 \text{ р}.$$

Результаты расчета затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования проектируемого процесса заносим в таблицу 27, а базового в таблицу 28.

Таблица 27 – Затраты на содержание и эксплуатацию на технологическое оборудование (проектируемый процесс)

Модель станка	Стоимость, тыс. р.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, ч	Амортизационные отчисления, р.	Затраты на ремонт, р.
Обрабатывающий центр с ЧПУ UT200S	9500	1	12	0,099	24,62	8,21
Итого					24,62	8,21

					ДП 44.03.04.546. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		
						64

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

$$Z_{\text{п проект}} = (24,62+8,21) \cdot 20000 = 656\ 600 \text{ р.}$$

Таблица 28 – Затраты на содержание и эксплуатацию на технологическое оборудование (базовый процесс)

Модель станка	Стоимость, тыс. р.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, ч	Амортизационные отчисления, р.	Затраты на ремонт, р.
QTN 200-II MSY	3 000	2	12	0,35	55,16	18,39
1У61М	600	2	12	0,28	8,83	2,94
GU20x40	800	1	12	0,08	2,80	0,93
Итого					66,79	22,26

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

$$Z_{\text{п баз}} = (66,79+22,26) \cdot 20000 = 1\ 781\ 000 \text{ р.}$$

Затраты на эксплуатацию инструмента

Затраты на эксплуатацию инструмента в базовой технологии вычисляем по формуле [14]:

$$Z_{\text{и}} = \frac{C_{\text{и}} + \beta_n \cdot C_n}{T_{\text{ст}} \cdot N_{\text{год}} \cdot (\beta_n + 1)} \cdot T_{\text{м}} \cdot \eta_{\text{и}}, \quad (38)$$

где $C_{\text{и}}$ – цена единицы инструмента, руб.;

β_n - число переточек;

$\Pi_{\text{п}}$ – стоимость одной переточки, руб.;

$T_{\text{ст}}$ – период стойкости инструмента;

$T_{\text{м}}$ – машинное время;

$\eta_{\text{и}}$ - коэффициент случайной убыли инструмента, $\eta_{\text{и}} = 0,98$;

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{\text{год}} = 20000$ шт.

В таблице 29 укажем инструмент, используемый в базовом тех. процессе и время работы инструмента.

Таблица 29 – Перечень инструмента базового технологического процесса

№ опер.	Наименование	$T_{\text{м}}$, мин	Затраты на инструмент, р
005-010	Резец подрезной ГОСТ 18880-73	15	14
005-010	Резец расточной ГОСТ 18883-73	8	9,5
005-010	Резец канавочный ГОСТ 18882-73	3,5	10,4
015	Сверло ГОСТ 10903-77	1,3	4,23
015	Сверло ГОСТ 10903-77	6,2	24,1
015	Метчик ГОСТ 2424-83	3,8	5,72
020	Круг шлифовальный 2424-83	4,8	8,83
		42,6	77,78

Затраты на эксплуатацию инструмента со сменными пластинами определяются по формуле:

$$Z_{\text{инс}} = \frac{\Pi_{\text{пл}} + \Pi_{\text{к}} / Q}{T \cdot b \cdot N} \cdot T_{\text{м}} \quad (39)$$

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

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

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

					ДП 44.03.04.546. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		66

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 30.

Таблица 30 – Стоимость твердосплавных пластин, руб.

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

Определим затраты на эксплуатацию фрезы SECO с ромбической пластиной:

$$Z_{ин} = \frac{6 \times 500 + 6500/250}{180 \times 0,9 \times 4} \cdot 0,48 = 2,28 \text{ р}$$

Затраты на эксплуатацию перетачиваемого инструмента определяются по формуле:

$$C_{инс} = \frac{C_{инс} + \beta_n \cdot C_n}{T \cdot (\beta_n + 1)} \cdot T_o \cdot \eta, \quad (39)$$

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

β_n - число переточек;

									Лист
									67
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата					

C_n - 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:

$$C_{инс} = \frac{1500 + 2 \cdot 150}{45 \cdot (2 + 1)} \cdot 0,1 \cdot 1,15 = 1,28 \text{ руб}$$

Аналогичным образом рассчитаем затраты на остальной инструмент, результаты расчетов заносим в таблицу 31.

Таблица 31 – Затраты на эксплуатацию инструмента по проектному варианту

Инструмент	Цена инструмента, $C_{инс}$, руб	Число переточек, β_n	Стоимость одной переточки, C_n , руб	Период стойкости инструмента, T , мин	Машинное время, T_o , мин	Количество инструмента	Затраты на инструмент, $C_{инс}$, руб.
Державка наружная правая С3 – SCLCR – 2204 – 09	3500	-	-			1	2,28
Пластина CCMT 09T304 – FF1 сплав TP2500.	500			30	0,48	1	
Державка внутренняя правая С5 - SDUCR-11070-07	3500			30	0,4	1	1,9
пластина DCMT 11T032-FF1 сплав TP2500	500	-	-			1	
Державка канавочная С6-CFIR-45085-08JET	3500			30	0,18	1	0,86
пластина 26ER/NR сплав CP500	500	-	-			1	
Фреза концевая Ø20 R217.69 – 1020.0.0-06-2AN.	6500	-				1	9,53
Пластина XOMX 060202R – M05. Сплав MP3000	500		-	180	2,04	6	
Фасочное сверло Ø5,5 SD203A-C45-5,5-16.5-8R1. Покрытие TiAlN+TiN	1200	2	150	45	0,1	1	1,28

Фасочное сверло Ø4,5 SD203A-C45-4,5-16.5-8R1. Покрытие TiAlN+TiN	1200	2	150	45	0,06	1	0,77
Сверло Ø1 SD203-01-25-8R1. Покрытие TiAlN+TiN	2500	2	150	45	0,09	1	1,15
Фреза резьбовая ТМ-М5Х0,8ISO-10R5. Сплав CP500	2500	-	-	60	0,08	1	5,11
ИТОГО							22,88

Результаты расчетов технологической себестоимости выпуска одной детали сводим в таблицу 32.

Таблица 32 – Технологическая себестоимость обработки детали

Статьи затрат	Сумма, руб. Базовый процесс	Сумма, руб. Проектируемый процесс
Заработная плата с начислениями	400,67	35,1
Затраты на технологическую электроэнергию	1,02	0,66
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	89,05	32,83
Затраты на инструмент	77,78	22,88
Итого	568,62	91,47

Определение годовой экономии от изменения техпроцесса

Одним из основных показателей экономического эффекта от спроектированного варианта технологического процесса является годовая экономия, полученная в результате снижения себестоимости:

$$\mathcal{E}_{год} = (C_{б} - C_{пр}) \cdot N_{год}, \quad (40)$$

где $C_{б}$, $C_{пр}$ – технологическая себестоимость одной детали по базовому и проектируемому вариантам соответственно, руб.;

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

$$\mathcal{E}_{год} = (568,62 - 91,47) \cdot 20000 = 9\,541\,000 \text{ руб.}$$

Анализ уровня технологии производства.

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

Удельный вес каждой операции определяется по формуле:

$$Y_{\text{оп}} = \frac{T^t}{T} \cdot 100\% , \quad (41)$$

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

T – суммарное штучно-калькуляционное время обработки детали.

Производим расчеты удельного веса операции.

Проектируемый процесс:

$$Y_{\text{оп}} (010) = \frac{5,92}{5,92} \cdot 100\% = 100\% .$$

Базовый процесс:

$$Y_{\text{оп}} (005) = \frac{21}{42,6} \cdot 100\% = 50\% .$$

$$Y_{\text{оп}} (010) = \frac{16,8}{42,6} \cdot 100\% = 39\% .$$

$$Y_{\text{оп}} (015) = \frac{4,8}{42,6} \cdot 100\% = 11\% .$$

Доля прогрессивного оборудования

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

Прогрессивное оборудование у нас только в проектируемом варианте.

					ДП 44.03.04.546. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		70

Удельный вес по количеству прогрессивного оборудования определяется по формуле:

$$Y_{\text{пр}} = \frac{g_{\text{пр}}}{g_{\Sigma}} \cdot 100\%, \quad (42)$$

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

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

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

Определим производительность труда на программной операции:

$$B = \frac{F_p \cdot K_{\text{вн}} \cdot 60}{t}, \quad (43)$$

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

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

t – штучно-калькуляционное время, мин.

Производительность труда в разработанном техпроцессе:

$$B_{\text{пр.010}} = \frac{1790 \cdot 1,2 \cdot 60}{5,92} = 21770 \text{ шт} / \text{чел.год}$$

Производительность труда в базовом техпроцессе:

$$B_{\text{пр.баз.}} = \frac{1790 \cdot 1,2 \cdot 60}{42,6} = 3025 \text{ шт} / \text{чел.год}$$

Рост производительности труда:

$$\Delta B = \frac{B_{\text{пр}} - B_{\text{б}}}{B_{\text{б}}} \cdot 100\%, \quad (44)$$

					ДП 44.03.04.546. ПЗ	Лист
						71
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

где $V_{пр}$, $V_б$ – производительность труда соответственно проектируемого и базового вариантов.

$$\Delta B = \frac{21770 - 3025}{3025} \cdot 100\% = 619,7\%$$

В таблице 33 представлены технико-экономические показатели проекта.

Таблица 33 - Технико-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Ед. изм.	Значения показателей		Изменение показателей
		базовый вариант	проектный вариант	
Годовой выпуск деталей	шт.	20000	20000	0
Количество видов оборудования	шт.	5	2	-3
Количество рабочих:				
- основных	чел.	9	3	-6
- вспомогательных		2	3	+1
Сумма инвестиций	т. руб.		4758,8	
Трудоёмкость обработки одной детали	н/ч	0,71	0,099	-0,611
Технологическая себестоимость одной детали, в том числе:	руб.	568,62	91,47	-477,15
- затраты на инструмент		77,78	22,88	-54,9
- заработная плата рабочих		400,67	35,1	-365,57
Доля прогрессивного оборудования	%	0	100	100
Производительность труда	шт/чел. год	3025	21770	+18745
Рост производительности труда	%	100	619,7	+519,7
Средний коэффициент загрузки оборудования		0,72	0,5	-0,22
Годовой экономический эффект	тыс. руб.	-	9541	-
Срок окупаемости	года		≈1	

ВЫВОДЫ:

Как видно из расчётов себестоимость продукции снижается в 3,3 раза в результате роста производительности труда, повышения загрузки оборудования, сокращения удельных затрат материалов, электроэнергии.

Рост производительности труда обусловливает применением современного оборудования и прогрессивного инструмента, что при неизменных материальных и трудовых затратах ведет к снижению себестоимости продукции.

В результате совершенствования технологии механической обработки детали «Цилиндр», расчета снижения трудоемкости технологического процесса и роста производительности труда, связанных с внедрением в производство более эффективного металлообрабатывающего оборудования был получен годовой экономический эффект в размере 95412 т. руб. и срок окупаемости проекта 0,5 года.

					ДП 44.03.04.546. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		73

4. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1. Система подготовки персонала в учебно-производственном центре ПАО «Агрегат»

Глубокая модернизация производства, освоение сложнейших в конструктивно-технологическом плане изделий повлекли необходимость приобретения персоналом навыков работы на современном металлообрабатывающем оборудовании.

Учебно-производственный центр (УПЦ) создан как структурное подразделение ПАО «Агрегат» с целью совершенствования действующей на предприятии системы подготовки кадров по профессиям:

- Наладчик станков и манипуляторов с ПУ.
- Оператор станков с ЧПУ.
- Рабочие основных профессий: токари, фрезеровщики, шлифовщики и т. д. (Скачать: Перечень профессий).

Учебно-производственный центр располагает современными учебными аудиториями, производственным участком и лабораторией резания (с применением CAD/CAM-технологий). Каждое рабочее место учебных аудиторий оборудовано компьютером. Практические занятия проводятся на тренажёрах-симуляторах, на учебных станках с ЧПУ «Wabeco», на стойках станков японского производителя «MAZAK»: Mazatrol Matrix.

					ДП 44.03.04.546. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		74

4.2. Анализ профессионального стандарта оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением

Анализ стандарта представлен в таблице 34

Таблица 34 - Описание трудовых функций, входящих в профессиональный стандарт (функциональная карта вида трудовой деятельности)

Обобщенные трудовые функции		Трудовые функции		
Код	Наименование	Наименование	Код	Уровень (подуровень квалиф.)
А	Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8 - 14 квалитетам	А/01. 2	2
		Настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих и измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте	А/02. 2	2
		Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях	А/03. 2	2
		Отладка, изготовление пробных деталей и передача их в отдел технического контроля	А/04. 2	2

		(ОТК)		
		Подналадка основных обрабатывающих центров в процессе работы	A/05. 2	2

Окончание таблицы 34

		Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8 - 14 квалитетам	A/06. 2	2
		Инструктирование рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании	A/07. 2	2
В	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7 - 8 квалитетам	V/01. 3	3
		Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	V/02. 3	3
		Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях	V/03. 3	3
		Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7 - 8 квалитетам	V/04. 3	3
С	Наладка и регулировка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей и сборочных единиц с разработкой программ управления; обработка сложных деталей	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	C/01. 4	4
		Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	C/02. 4	4

Далее соотнесем знания и умения Токаря 4-го разряда и Оператора-наладчика 3-го разряда и определим каким знаниям и умениям необходимо обучить Токаря для выполнения работ на ОЦ с ЧПУ.

									Лист
									76
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата					

ДП 44.03.04.546. ПЗ

Таблица 35– Соотнесение требований из профессиональных стандартов

Токарь 4-го разряда необходимые знания, умения	Оператор-наладчик ОЦ с ЧПУ 3 разряда необходимые знания, умения
1	2
<p>Основы технического черчения в объеме, необходимом для выполнения работы</p> <p>Правила чтения технологической документации</p> <p>Система допусков и посадок, качества точности, параметры шероховатости</p> <p>Условности и упрощения на чертежах</p> <p>Виды и содержание технологической документации, используемой в организации</p> <p>Способы выполнения эскизов специальной оснастки и инструмента</p>	<p>Допуски и посадки, степени точности; качества и параметры шероховатости</p>
<p>Устройство, назначение, правила и условия применения универсальных и специальных приспособлений, используемых для обработки простых деталей с точностью размеров по 5, 6 классам</p>	
<p>Геометрические параметры режущих инструментов</p> <p>Приемы и правила установки режущих инструментов на токарных станках</p>	<p>Наименование, назначение, конструктивные особенности и условия применения, правила проверки на точность универсальных и специальных приспособлений контрольно-измерительных инструментов, приборов и инструмента для автоматического измерения деталей</p> <p>Правила настройки, регулирования универсальных и специальных приспособлений контрольно-измерительных инструментов, приборов и инструментов для автоматического измерения деталей</p> <p>Устройство и правила применения универсальных и специальных приспособлений, контрольно-измерительных инструментов, приборов и инструментов для автоматического измерения деталей</p>

	Правила настройки и регулирования контрольно-измерительных инструментов и приборов
Конструкции, назначение и правила использования режущих инструментов, обеспечивающих изготовление простых деталей с точностью размеров по 5, 6 квалитетам	Правила заточки, доводки и установки универсального и специального режущего инструмента

Окончание таблицы 35

1	2
<p>Режимы резания при точении</p> <p>Способы и приемы точения поверхностей заготовок простых деталей с точностью размеров по 5, 6 квалитетам на токарных станках</p> <p>Основные виды брака при точении поверхностей заготовок простых деталей с точностью размеров по 5, 6 квалитетам, его причины и способы предупреждения и устранения</p> <p>Основные свойства и маркировка обрабатываемых и инструментальных материалов</p>	<p>Правила определения режимов резания по справочникам и паспорту станка</p> <p>Способы корректировки режимов резания по результатам работы станка; системы допусков и посадок, квалитеты и параметры шероховатости</p> <p>Требования, предъявляемые к качеству изготавливаемой детали</p> <p>Требования, предъявляемые к готовой детали</p> <p>Виды брака и способы его предупреждения и устранения</p> <p>Требования, предъявляемые к качеству выполняемых работ</p> <p>Наименование, стандарты и свойства материалов, крепежных и нормализованных деталей и узлов</p>
Назначение и свойства СОЖ, применяемых при точении	
Правила и приемы установки и закрепления заготовок с комбинированным креплением и точной выверкой в нескольких плоскостях	Порядок и правила установки и выверки деталей в нескольких плоскостях
<p>Правила и приемы проверки токарных станков на точность</p> <p>Порядок проверки исправности и работоспособности токарных станков</p> <p>Последовательность и содержание настройки токарных станков, в том числе уникальных</p> <p>Устройство, органы управления и правила использования токарных станков, в том числе уникальных токарных станков</p>	<p>Правила проверки станков на точность, на работоспособность и точность позиционирования</p> <p>Способы и правила механической и электромеханической наладки, устройство обслуживаемых одностипных станков</p>
<p>Требования к планировке и оснащению рабочего места при выполнении токарных работ</p> <p>Опасные и вредные факторы, требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической безопасности и</p>	<p>Правила пользования средствами индивидуальной защиты</p> <p>Требования по рациональной организации труда на рабочем месте</p> <p>Правила и нормы охраны труда, производственной санитарии и пожарной</p>

<p>электробезопасности</p> <p>Виды и правила применения средств индивидуальной и коллективной защиты при выполнении работ на токарных станках, в том числе на уникальных.</p>	<p>безопасности</p>
---	---------------------

Выделим необходимые знания, которым необходимо обучить оператора 4 разряда.

- Параметры и установки системы ЧПУ станка
- Правила отладки и проверки на точность обрабатывающих центров различных типов
- Правила подналадки и проверки на точность обрабатывающих центров с ЧПУ
- Системы управления и структура управляющей программы обрабатывающих центров с ЧПУ
- Устройство, правила проверки на точность одностипных обрабатывающих центров с ЧПУ
- Основы электротехники, электроники, гидравлики и программирования в пределах выполняемой работы
- Последовательность технологического процесса обрабатывающего центра с ЧПУ
- Органы управления и стойки ЧПУ станка
- Режимы работы стойки ЧПУ
- Системы графического программирования
- Коды и макрокоманды стоек ЧПУ в соответствии с международными стандартами

Обобщенная трудовая функция:

Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих

					ДП 44.03.04.546. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		79

перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности.

Трудовые функции:

Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7 - 8 квалитетам.

Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)

Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях

Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7 - 8 квалитетам

Необходимые умения:

- Налаживать обрабатывающие центры для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 7 - 8 квалитетам
- Программировать станок в режиме MDI (ручной ввод данных)
- Изменять параметры стойки ЧПУ станка
- Корректировать управляющую программу в соответствии с результатом обработки деталей
- Выполнять установку и выверку деталей в нескольких плоскостях
- Пользоваться конструкторской документацией станка и инструкцией по наладке для выполнения данной трудовой функции
- Выполнять обработку отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7 - 8 квалитетам.

4.3. Анализ программы курсов профессионального обучения по специальности «Оператор станков с ЧПУ» (2-я профессия) на ПАО «Агрегат»

Программа предназначена для ускоренного группового теоретического и индивидуального производственного обучения операторов станков с ПУ.

Продолжительность обучения на одного слушателя устанавливается в объёме

										Лист
										80
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.546. ПЗ					

128 часов, из них 67 часов отводится на теоретическое обучение и 61 час – на практические занятия. В том числе, по 12 часов отводится для индивидуального производственного обучения непосредственно на станках с ПУ.

Цель программы – получение обучаемыми знаний и навыков работы по второй профессии «Оператор станков с ЧПУ», включающее:

- изучение освоенного и вновь приобретённого оборудования предприятия;
- усвоение современных принципов использования СЧПУ, расширение производственных навыков в обслуживании, программировании и наладке станков и манипуляторов с ПУ, позволяющих обеспечить их оптимальное применение для изготовления качественной продукции;
- формирование первичных навыков работы в САД-системах и в графических системах программирования (САМ-системы).

Тематический план подготовки представлен в таблице 36.

Таблица 36 - Тематический план

№ п/п	Наименование дисциплины	Всего часов	В том числе	
			Лекции	Практич. занятия
1.Общепрофессиональные дисциплины				
1.1.	Инженерная и компьютерная графика	10	4	6
1.2.	Материаловедение	12	8	4
1.3	Система менеджмента качества	8	6 2	- -
1.4.	Охрана труда	4	4	-
1.5.	Экономика производства	2	2	-
1.6.	Оплата труда на ПАО «Агрегат»	2	2	-
1.7.	Трудовое законодательство. Основные положения.	2	2	-
2.Специальные дисциплины				
2.1.	Допуски и посадки. Основные понятия и положения.	2	2	-
2.2.	Основы резания металлов	6	6	-

2.3.	Технические измерения. Измерительный инструмент. Схемы замеров. Точность измерений.	8	6	2
2.4.	Организация инструментального хозяйства для обслуживания станков с ПУ	2	1	1
2.5.	Контрольно-измерительные машины. Характеристики и применение.	2	-	2

Окончание таблицы 36

3. Основы обработки деталей на станках с ПУ				
3.1.	Оборудование с ПУ для высокоскоростной обработки на ПАО «Агрегат»	4	2	2
3.2.	Геометрические и технологические основы работы на станках с ПУ.	6	6	-
3.3.	Современный покупной режущий инструмент. Выбор и применение.	4	2	2
3.4.	Технологическая оснастка для станков с ПУ.	4	2	-
3.5.	Общие принципы, технологические приемы, организация работ по наладке станков с ПУ.	4	2	2
3.6.	Введение в программирование обработки на станках с ПУ. Разработка, редактирование, запись управляющих программ для станков с ЧПУ.	8	2	2
3.7.	САПР Power Mill	6	4	2
4. Управление, наладка, создание и редактирование программ, выполнение операций на типовых представителях оборудования с ЧПУ:				
4.1.	Обучающий практикум в системе SYM Plus 5.1 (Siemens). Точение и фрезерование (Turning and Milling).	20	-	20
4.2.	Лабораторный практикум по внедрению CAD/CAM-технологий обработки на СЧПУ мод. «Wabeco» с применением ПО «Adem».	8	-	8
4.3.	Работа с системой ЧПУ «Mazatrol»: <ul style="list-style-type: none"> • токарная группа (QTN-200); 	4	-	4
4.4.	Работа с системой ЧПУ Fanuc: <ul style="list-style-type: none"> • токарная группа (LT-400); • обрабатывающие центры (PRO-800). 	4	-	4
		4	-	4
	Итого:	128	67	61
5.	Резерв времени		10	
6.	Консультации		2	
7.	Квалификационный экзамен		4	
	Всего на 1 обучаемого:	144	83	61
	Всего на группу:	480	87	393

										Лист
										82
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата						

ДП 44.03.04.546. ПЗ

4.4. Разработка перспективно-тематического плана

Проанализировав тематический план обучения, выбираем для дальнейшей разработки дисциплину «Основы обработки деталей на станках с ПУ».

Тема: «Оборудование с ПУ для высокоскоростной обработки на ПАО «Агрегат»».

Количество часов на освоение программы учебной дисциплины: максимальной учебной нагрузки обучающегося 36 ч, в том числе: обязательной аудиторной учебной нагрузки обучающегося 36 ч.

На тему: «Скоростная обработка. Определяющие принципы,

№ за-	Форма прове-	Тема занятия	Цели занятия	Методы прове-	Средства обучения	Методы конт-	Средства контроля
-------	--------------	--------------	--------------	---------------	-------------------	--------------	-------------------

особенности оборудования и оснастки.» отводится 4 часа из них 2 часа лекций и 2 часа практических занятий.

Перспективно-тематический план представлен в таблице 37.

Таблица 37– Перспективно-тематический план

					ДП 44.03.04.546. ПЗ		Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата			83

дня- тия	дения занятия			дения занятия	дидак- тические	Техноло- гические	роля ЗУН	дидак- тичес- кие	Техно- логичес- кие
1	Лекция	Скоростная обработка. Определяющие принципы, особенности оборудования и оснастки.	В результате обучения студент должен: • знать особенности оборудования с ПУ • принцип работы оборудования с ПУ • уметь кратко охарактеризовать особенности подготовки станков с ПУ к работе • Различать виды оборудования с ПУ, применяемым на предприятии	, Объяснение Консультация	учебники, презентация	ПЭВМ IBM PC	Тести- рование	Пед. тесты	ПЭВМ IBM PC
2	Самостоятельная работа		Выбор оборудования с ПУ	В результате обучения студент должен: Выбирать тип оборудования для конкретных условий обработки.	Выполнение самостоятельной работы	Учебное пособие	-	Отчет по работе	Инструкция к работе

4.5. Разработка занятия теоретического обучения

Тема урока: «Скоростная обработка. Определяющие принципы, особенности оборудования и оснастки».

Цели урока.

Образовательная - обеспечить усвоение учащимися знаний об оборудовании с ПУ, закрепить и обобщить знания по теме, сформировать умения и систематизировать полученные знания.

Развивающая - развить у учащихся творческую инициативу и активность в определении возможности применения оборудования с ПУ.

Воспитательная - воспитать познавательный интерес к процессу применения оборудования с ПУ, к самостоятельному овладению навыками работы с технической литературой.

Тип урока: урок усвоения новых знаний.

Методы и приемы обучения:

по способу организации познавательной деятельности учащихся - объяснительно-иллюстративный.

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

по источнику знаний - словесный (рассказ, объяснение, беседа, работа с технической литературой), наглядные (демонстрация плакатов, слайдов).

Учебно-наглядные пособия и ТСО, используемые на уроке:

Презентация

Основные понятия: оборудование с ПУ, принцип работы.

ХОД ЗАНЯТИЯ

I. Организационная часть (5 мин.)

Проверка отсутствующих по журналу, подготовка к опросу, активизация учащихся, наведение дисциплины

II. Подготовка к изучению нового материала (5 мин.)

1. Сообщение темы и цели урока.

III. Объяснение нового учебного материала (60 мин.)

План изложения нового материала.

1. Особенности и принцип работы станков с ПУ.
2. Подготовка станков к работе
3. Обзор оборудования с ПУ.

IV. Закрепление нового материала (10 мин.)

1. Особенности использования станков с ПУ.
2. Способ ввода информации.
3. Виды оборудования с ПУ.

4.6. Оценка знаний и умений

Проверка знаний и умений производится при помощи карточек – заданий, представленных в приложении Г. Эталоны ответов представлены в приложении Д.

					ДП 44.03.04.546. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		85

Оценка знаний, умений и навыков по результатам контроля производится в соответствии с универсальной шкалой (таблица 38).

Таблица 38 – Оценочная шкала

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	Балл (оценка)	Вербальный аналог
86 - 100	5	отлично
76 - 85	4	хорошо
55 - 75	3	удовлетворительно
Менее 50	2	не удовлетворительно

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью дипломного проекта являлась: Совершенствование технологического процесса механической обработки детали «Цилиндр».

В результате работы было проанализировано служебное назначение детали и ее технологичность. Сравнил 2 метода получения заготовки и экономически обосновал её выбор. Усовершенствовал технологический процесс механической обработки детали «Цилиндр» с применением современного высокотехнологичного оборудования и режущего инструмента.

Для изготовления детали разработана управляющая программа на стойку ЧПУ FANUC.

Экономически просчитан процесс изготовления детали и определена себестоимость детали.

Рассмотрены вопросы переподготовки рабочих на предприятии и проанализирован профессиональный стандарт и методически проработано одно из занятий по теме «Скоростная обработка. Определяющие принципы, особенности оборудования и оснастки».

					ДП 44.03.04.546. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		86

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.

					ДП 44.03.04.546. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		87

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.
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, 2015

					ДП 44.03.04.546. ПЗ	Лист
						88
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

19. Клепиков В.В., Бодров А.Н. Технология машиностроения: Учебник. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2004. – 860 с.: ил.
20. Ковшов А.Н. Технология машиностроения: Учебник для вузов / А.Н. Ковшов. – Машиностроение, 1987. – 320 с.
21. Козлова Т.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 2001. – 169 с.
22. Ловыгин А. А., Теверовский Л. В. - Современный станок с ЧПУ и САД/САМ-система. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 279 с.: ил.
23. Маталин А.А. Технология машиностроения: учебник для вузов
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. – 376 с.
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.

										Лист
										89
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата						

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

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

32. Техничко – экономические расчеты в выпускных квалификационных работах (дипломных проектах): Учеб. пособие / Авт.-сост. Е.И. Чучкалова, Т.А. Козлова, В.П. Суриков. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2006. 66 с.

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](http://www.carbidetool.ru/brand.htm?id=19)

					ДП 44.03.04.546. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		90

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Перечень листов графических документов

№ п/п	Наименование документа	Формат
1	Чертёж детали «Цилиндр»	A1
2	Чертёж заготовки	A1
3	Иллюстрация техпроцесса. Операция 010(Установ А)	A1
4	Иллюстрация техпроцесса. Операция 010 (Установ Б)	A1
5	Фрагмент управляющей программы	A1
6	Технико-экономические показатели проекта	A1
	Итого листов формата А1 – 6	

					ДП 44.03.04.546. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		91

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Кодирование информации, содержание кадра	Содержание перехода
1	2
УСТАНОВ А	
%	
G18G21G40G99	Плоскость XZ(G18), ввод значений в миллиметрах(G21), отмена коррекции на инструмент(G40), подача мм/об(G99)
S1255 M14	запуск вращения шпинделя с частотой 1255 об/мин против часовой стрелке
(FREZEROVANIE CHERNOVOE)	
G30X-50Z100	выход в позицию смены инструмента
T0101M06	фреза черновая
G43 H01	коррекция на вылет инструмента, номер корректора
G0X25Z27M14	ускоренное перемещение в точку 1, включение СОЖ
G3Z26.2F0.15	Фрезерование по дуге
X10,25	
X0	
X-10,25	
X0	

					ДП 44.03.04.546. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		92

X-10.25Z25.5	
X0	
Z25	
X10.25Z25.5	
X0	
X-10.25	
X0	
M9	выключение СОЖ
G30X-50Z100	выход в позицию смены инструмента
(FREZEROVANIE TONKOE)	
T0202M06	фреза чистовая
G43 H02	коррекция на вылет инструмента, номер корректора
G0X25Z25M14	ускоренное перемещение в точку 12, включение СОЖ

1	2
G1X10.25F0.1	фрезерование
X0	
X-10.25	
X0	
M9	выключение СОЖ
G30X-50Z100	выход в позицию смены инструмента
(TOCHENIE PREDVARITELNOE)	
T0303M06	резец черновой
G43 H03	коррекция на вылет инструмента, номер корректора
G0X-20Z31,5M14	ускоренное перемещение в точку 17, включение СОЖ
S1820	частота вращения шпинделя 1820 об/мин
G1X-6F0.3	точение предварительное, подача 0,3мм/об
Z36	
X-13.2	
Z23.5	
X-25	
Z36	
F0.2	
	изменение величины подачи для чистового точения

					ДП 44.03.04.546. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

X-12,7Z31.5	точение окончательное
Z23.5	
M9	выключение СОЖ
G30X-50Z100	выход в позицию смены инструмента
(ТОЧЕНИЕ ТОНКОЕ)	
T0404M06	резец чистовой
G43 H04	коррекция на вылет инструмента, номер корректора
G0X-6Z36M14	ускоренное перемещение в точку 19, включение СОЖ
F0.1	изменение величины подачи для тонкого точения
G1X-12Z31,5	тонкое точение
X-12,5Z31,5	
X-12,5Z23.5	
M9	выключение СОЖ
G30X-50Z100	выход в позицию смены инструмента
(КАНАВКА)	

1	2
T0505M06	резец канавочный
G43 H05	коррекция на вылет инструмента, номер корректора
G0X-25Z25,5M14	ускоренное перемещение в точку 29, включение СОЖ
(РАСТАЧИВАНИЕ PREDVARITELNOE)	
T0606M06	резец расточной черновой
G43 H06	коррекция на вылет инструмента, номер корректора
G0X-11,5Z25,5M14	ускоренное перемещение в точку 30, включение СОЖ
S2184	смена частоты вращения шпинделя
F0,3	изменение величины подачи
G1X-9.45Z33M14	расточивание предварительное
Z10	
X0	
Z33	
X-9.8	расточивание окончательное
F0.2	
Z10	
M9	выключение СОЖ
G30X-50Z100	выход в позицию смены инструмента

лист

ДП 44.03.04.546. ПЗ

94

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

(РАСТАЧИВАНІЕ ТОНКОЕ)	
T0707M06	резец расточной чистовой
G43 H07	коррекция на вылет инструмента, номер корректора
G0X-10Z25,5M14	ускоренное перемещение в точку 37, включение СОЖ
F0.1	изменение величины подачи
G1X-10Z29,9	точение тонкое
Z9.2	
X0	
X-10Z33	
Z9	
Z6	
X0	
M9	
G30X-50Z100	выход в позицию смены инструмента
(РАСТАЧИВАНІЕ КАНАВКУ)	

1	2
T0808M06	резец расточной канавочный
G43 H08	коррекция на вылет инструмента, номер корректора
G0X0Z33M14	ускоренное перемещение в точку 34, включение СОЖ
Z16	ускоренное перемещение в точку 40
X-11.6	точение канавки до точки 41
G0X0	ускоренный возврат в точку 40
Z33	ускоренный возврат в точку 34
M9	выключение СОЖ
G30X-50Z100	выход в позицию смены инструмента
M5	
M30	Конец программы
%	

УСТАНОВ Б		
%		
G18G21G40G54G99	Плоскость XZ(G18), ввод значений в миллиметрах(G21), отмена коррекции на инструмент(G40), выбор системы координат заготовки(G54), подача мм/об(G99)	
S1255 M4	запуск вращения шпинделя с частотой 1255 об/мин	
(FREZEROVANIE CHERNOVOE)		
G30X-50Z100	выход в позицию смены инструмента	
T0101M06	фреза черновая	
G43 H01	коррекция на вылет инструмента, номер корректора	
G0X25Z9,7M14	ускоренное перемещение в точку 1, включение СОЖ	
G1G3Z9F0.15	фрезерование по дуге	
X10,25		
X0		
X-10,25		
X0		
X25Z8.6		
X10.25		
X0		
X25Z8.5		
X10.25		
X0		
X-10.25		
M9		выключение СОЖ
G30X-50Z100		выход в позицию смены инструмента
(FREZEROVANIE TONKOE)		
T0202M06	фреза чистовая	
G43 H02	коррекция на вылет инструмента, номер корректора	
G0X25Z8.5M14	ускоренное перемещение в точку 12, включение СОЖ	
G1X10.25F0.1	фрезерование	
X0		
X-10.25		
X0		
M9	выключение СОЖ	

1	2	
G30X-50Z100 (FREZEROVANIE TONKOE)	выход в позицию смены инструмента	
T0202M06	фреза чистовая	
G43 H02	коррекция на вылет инструмента, номер корректора	
G0X25Z8.5M14	ускоренное перемещение в точку 12, включение СОЖ	
G1X10.25F0.1 X0 X-10.25 X0	фрезерование	
M9		
G30X-50Z100 (TOCHENIE PREDVARITELNOE)		выход в позицию смены инструмента
T0303M06		резец черновой
G43 H03	коррекция на вылет инструмента, номер корректора	
G0X-6.5Z30.7M14	ускоренное перемещение в точку 17, включение СОЖ	
S1748	частота вращения шпинделя 1820 об/мин	
G1X0F0.3 Z35 X-6.5 Z30.7 Z26.5 X-11.5 Z8.5 X-14Z10	точение предварительное, подача 0,3мм/об	
F0.2		
X-6.5Z30.2 Z0		точение окончательное
M9		
G30X-50Z100 (TOCHENIE TONKOE)		выход в позицию смены инструмента
T0404M06		резец чистовой
G43 H04		коррекция на вылет инструмента, номер корректора
G0X-7Z26.6M14		ускоренное перемещение в точку 28, включение СОЖ

					ДП 44.03.04.546. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		97

1	2
F0.1	изменение величины подачи для тонкого точения
G1X-6.4Z30	тонкое точение
X0	
M9	
G30X-50Z100 (SVERLENIE D5.5)	выход в позицию смены инструмента
T1010M06	сверло D=5.5
G43 H10	коррекция на вылет инструмента, номер корректора
S1448 M14	запуск вращения сверла
G98	подача мм/мин
G83 X-18,5Z10R-5Q2000 F144,8	Цикл сверления Расположение отверстия (X-18.5), сверлить до глубины 10мм(Z10), подвод на быстром ходу на 5мм от начальной точки(R-5), сверлить за один проход 2мм(Q2000), со скоростью подачи 144,8мм/мин
X18,5Z10R-5Q2000F144,8	Цикл сверления Расположение отверстия (X18.5), сверлить до глубины 10мм(Z10), подвод на быстром ходу на 5мм от начальной точки(R-5), сверлить за один проход 2мм(Q2000), со скоростью подачи 144,8мм/мин
G80	Отмена цикла сверления
M9	выключение СОЖ
M15	Остановка вращения сверла
G30X-50Z100 (SVERLENIE D1)	выход в позицию смены инструмента
T1111M06	сверло D=1
G43 H11	коррекция на вылет инструмента, номер корректора
S1592 M14	запуск вращения сверла
G83 X0Z20R-5Q2000F79,6	Цикл сверления Расположение отверстия (X0), сверлить до глубины 10мм(Z10), подвод на быстром ходу на 5мм от начальной точки(R-5), сверлить за один проход 2мм(Q2000), со скоростью подачи 79,6мм/мин
G80	Отмена цикла сверления

1	2
M9	выключение СОЖ
M15	Остановка вращения сверла
G30X-50Z100	выход в позицию смены инструмента
T1212M06	сверло D=4,5
G43 H12	коррекция на вылет инструмента, номер корректора
S1796 M14	запуск вращения сверла
G83 X0Z20R-5Q2000F179,6	Цикл сверления Расположение отверстия (X0), сверлить до глубины 10мм(Z10), подвод на быстром ходу на 5мм от начальной точки(R-5), сверлить за один проход 2мм(Q2000), со скоростью подачи 179,6мм/мин
G80	Отмена цикла сверления
M9	выключение СОЖ
M15	Остановка вращения сверла
G30X-50Z100	выход в позицию смены инструмента
(REZBA)	
T1313M06	фреза резьбовая M5
G43 H13	коррекция на вылет инструмента, номер корректора
M3S955	изменение числа оборотов шпинделя
M8	включение СОЖ
G99	подача мм/об
G0X0Z30	ускоренное перемещение в точку 30
G76P041060Q5R0.05	4 повторения на чистовой проход, сбеги резьбы 1*45, угол вершины инструмента 60 (P041060), минимальная глубина реза 0,05мм на диаметр(Q5), допуск на чистовую обработку 0,1мм на диаметр(R0.05)
G76X-5Z-5P541Q5F0,8	многократный цикл нарезания резьбы внутренний диаметр резьбы (для внутренней резьбы) 5 мм(X-5), длина резьбы 8мм(Z-8), высота резьбы на диаметр 1,082мм(P541), глубина первого прохода 0,1мм на диаметр(Q5), шаг резьбы 0,8мм(F0,8)
M9	выключение СОЖ
G30X-50Z100	выход в позицию смены инструмента
M5	Остановка шпинделя
N225 M30	Конец программы
%	

Конспект урока (с использованием презентации)

Тема урока: «Скоростная обработка. Определяющие принципы, особенности оборудования и оснастки. Оборудование с ПУ для высокоскоростной обработки на ПАО «Агрегат»». (Слайд 1).

1. Особенности и принцип работы станков с ПУ.

Один из главных принципов – концентрация процесса обработки, определяющая эффективность обработки на станках с ЧПУ. Его смысл – справиться с предстоящей обработкой посредством единственной операции или нескольких, их число должно быть минимальным. (Слайд 2).

Использование для станков многопозиционных револьверных головок со сменой инструментов в автоматическом режиме, содействует созданию таких систем наладки, что получается обрабатывать детали на станке посредством 1-2 операций. Это касается мощных обрабатывающих программируемых центров. (Слайд 3).

2. Подготовка станков к работе.

Основное достоинство оборудования с числовым и программным управлением – наличие управляющей программы. Обработывая каждую конкретную заготовку, задают алгоритм работы станка – передаются закодированные команды при помощи языка программирования, понятные программируемому модулю. (Слайд 4).

Информация вводится в специальное программное устройство станка (или же хранится в его памяти), задавая законы движения приводов подачи, вспомогательных устройств, благодаря которым обеспечивается технология изготовления деталей на станках с ЧПУ. (Слайд 5).

					ДП 44.03.04.546. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		100

Оператор лишь вводит через пульт управления исходные данные о геометрии детали, применяемом материале и нужной точности обработки, а система управления самостоятельно рассчитывает режим обработки, траекторию движений, подбирает необходимый инструмент, содействуя изготовлению продукции. (Слайд 6).

3. Обзор оборудования с программным управлением.

Примеры оборудования с ПУ, используемого на предприятии, представлены на следующих слайдах.

1. Токарное оборудование с ЧПУ Milltronics SL и ML (США)

Станки токарные с ЧПУ серии ML предназначены для мелкосерийного и среднесерийного производства. Серия SL для мелкосерийного и крупносерийного производства.

Станки позволяют обрабатывать наружные и внутренние поверхности деталей типа тел вращения, нарезания резьб, для различных токарных работ: обтачивания, растачивания цилиндрических и конических поверхностей, а также сверления, зенкерования, развертывания и др. (Слайд 7).

2. Вертикальные фрезерные обрабатывающие центры с ЧПУ Milltronics (США)

Вертикальный обрабатывающий центр с ЧПУ — это машина для точной и производительной сверлильно-фрезерной обработки заготовок из различных материалов, включая металлы повышенной твердости и прочности, отвечающая современным требованиям металлообработки. Литая чугунная станина, изготовлена с дополнительными ребрами, которые придают конструкции повышенную жесткость. Фрезерные станки с ЧПУ могут оснащаться двигателями различной мощности. Передача вращения от двигателя к шпинделю осуществляется с помощью прямого привода, ременной передачи или редуктора.

										Лист
										101
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.546. ПЗ					

На станках установлены линейные шариковые или роликовые направляющие по всем 3-м осям.

Дополнительно на станке можно устанавливать поворотный стол для обработки заготовки в 4й и 5й осях. (Слайд 8).

3. Двухпалетный вертикальный обрабатывающий центр Milltronics (США)

Вертикальный обрабатывающий центр, оснащенный двойным комплексом поддонов, предназначен для работы в безостановочном режиме.

Оптимизирует производительность, эффективность и безопасность работы на станке. Одна паллета доступна для загрузки или разгрузки заготовки, а другая находится в рабочей зоне. Размеры паллет от 610×610 мм до 2032×1420 мм, в зависимости от модели станка. (Слайд 9).

4. Горизонтальные обрабатывающие центры Milltronics (США)

Фрезерные обрабатывающие центры с горизонтальным расположением шпинделя. Основное применение обработка корпусных деталей.

Оснащение четвертой осью позволяет производить многопозиционную обработку за одну установку, что существенно увеличивает производительность и качество обработки. Станки выпускаются с размерами стола 854×510 мм, 1500×660 мм, 1200×1500 мм. (Слайд 10).

5. Двухшпиндельные обрабатывающие центры с ЧПУ ACCUVAY (Тайвань)

Токарный обрабатывающий центр с ЧПУ модели UT-200SM предназначен для комплексной обработки деталей типа тел вращения.

Токарные центры UT-200SM – это центры с противошпинделем и приводным инструментом, позволяющие выполнять высокопроизводительную обработку сложных деталей типа «тело вращения» для нужд машиностроительного производства различных отраслей промышленности – автомобильной, аэрокосмической, приборной, медицинской, энергетической, нефтегазовой и т.д.

					ДП 44.03.04.546. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		102