

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

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ «КРОНШТЕЙН»

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

Идентификационный код ВКР: 764

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
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ
ДЕТАЛИ «КРОНШТЕЙН»

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

Исполнитель:

Студент группы ЗТО-406С

Макаров А.В.

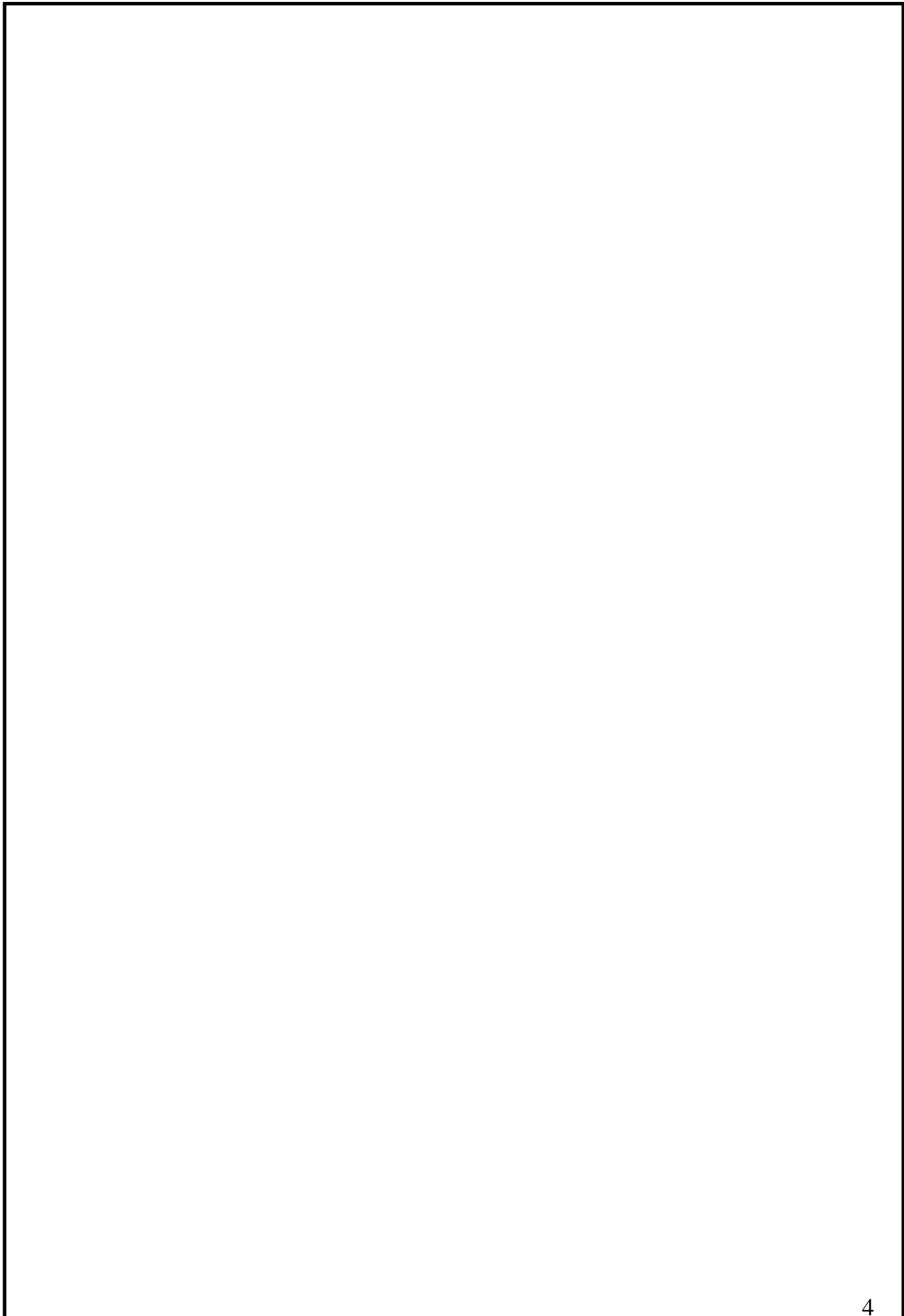
Руководитель:

Доцент, к.т.н.

Суриков В.П.

Екатеринбург

2019



					ДП 44.03.04.763.ПЗ	4
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		Лист

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа содержит 75 листов машинописного текста, 33 рисунка, 32 таблицу, 36 использованных источников литературы, приложения на 40 листах формата А4, графическую часть на 7 листах формата А1.

Ключевые слова: ЗАГОТОВКА, ДЕТАЛЬ «КРОНШТЕЙН», БАЗОВЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТЫ, УЧЕБНО - ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН, ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ, ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ, УЧЕБНОЕ ЗАНЯТИЕ.

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;
- проведен экономический расчет предлагаемого технологического процесса;

В методической части дипломного проекта:

- проведен анализ программ подготовки и переподготовки рабочих по специальности «Оператор станков с ПУ»
- было разработано учебное занятие для изучения темы « нарезание резьбы» на станке с ЧПУ;

Данная разработка предназначена для подготовки рабочих в условиях предприятия.

					ДП 44.03.04.764. ПЗ			
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата				
Разработал		Макаров А.В.			технологический процесс механической обработки детали «Кронштейн»	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Суриков В.П.					3	74
						ФГАОУ ВО РГППУ группа ЗТО- 406С		
Н. Контр.		Суриков В.П.						
Утверд.		Бородин Н.В.						

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ИХ АНАЛИЗ.....	8
1.1. Служебное назначение детали.....	8
1.2. Анализ технических требований детали.....	9
1.3. Характеристика материала детали.....	9
1.4. Анализ технологичности конструкции детали.....	10
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	13
2.1. Выбор типа производства.....	13
2.2. Выбор метода получения заготовки.....	14
2.3. Расчет параметров и конструирование заготовки.....	14
2.4. Выбор и обоснование технологических баз.....	16
2.5. Технологический маршрут обработки детали.....	18
2.6. Выбор оборудования.....	20
2.7. Выбор режущего инструмента.....	23
2.8. Выбор средств технического контроля.....	28
2.9. Расчет припусков заготовки расчетно-аналитическим методом.....	29
2.10. Расчет и назначение режимов резания.....	33
2.11. Расчет норм времени.....	36
2.12. Разработка управляющей программы для станка с ЧПУ.....	41
3. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	44
3.1. Определение количества технологического оборудования.....	44
3.2. Определение капитальных вложений.....	47
3.3. Расчет технологической себестоимости детали.....	48
4. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	63
4.1. Система подготовки рабочих.....	63

4.2 Требования к знаниям, умениям и навыкам операторов станков с ЧПУ.....	63
4.3. Анализ учебного плана и программы профессиональной подготовки (повышения квалификации) рабочих по профессии «Оператор станков с программным управлением» 3-5-го разрядов.....	66
4.4. Разработка перспективно-тематического плана.....	67
4.5. Разработка занятия теоретического обучения.....	69
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	71
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	72
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Перечень листов графических документов.....	77
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Фрагмент управляющей программы.....	78
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Технологический процесс обработки	
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Презентация к занятию	

ВВЕДЕНИЕ

В наше время практически нельзя, представить цех металлообработки без станков с ЧПУ. Данный вид станков позволяет увеличить эффективность производства на порядок, так как теперь есть возможность выполнять большую часть операций на одном станке. При таком виде обработки заготовка никуда не перемещается. Это означает, что действует принцип сохранения баз благодаря которому достигается максимальная точность.

Еще несколько лет назад фрезерные и токарные станки требовали не только безупречного знания конструкции оборудования, но и постоянного активного присутствия рабочего. В век динамичной современности привычные нашим пра-прадедам громоздкие «инструменты» потокового производства все чаще заменяются автоматизированными линиями. Что же представляют собой станки ЧПУ нового поколения?

Прежде всего, необходимо отметить, что все стадии технологического процесса условно разделяются на основные и подготовительные. Как правило, именно второстепенные операции требуют человеческого вмешательства.

Современные многоцелевые станки, оснащенные устройствами ЧПУ и автоматической замены инструмента, позволяют существенно сократить вспомогательное время. Снижение временных затрат достигается за счет автоматизированной установки заготовки или инструмента. Кроме того, программное управление предоставляет возможность без участия человека изменять режимы резания и скорость обработки детали. Однако с течением времени менялась не только система управления станком – наиболее ярко эволюция промышленного оборудования прослеживается в конструкционных особенностях. Если еще несколько лет назад в технологическом процессе участвовала цепочка отдельных «звеньев», то сегодня целый цех способен заменить многоцелевой станок.

					ДП 44.03.04.764. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		6

В качестве приоритетных систем контроля многоцелевых станков с ЧПУ используется сигнализация, цифровая индикация положения узлов и различные формы адаптивного управления.

Целью выпускной квалификационной работой является: технологический процесс механической обработки детали «Кронштейн» на современных станках с ЧПУ.

Задачами являются:

- Проанализировать служебное назначение, технические требования и технологичность конструкции детали «Кронштейн»;
- 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 44.03.04.764. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		7

1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ИХ АНАЛИЗ

1.1. Служебное назначение детали

Деталь «Кронштейн» служит для крепления на вертикальной плоскости (стене или колонне) выступающих или выдвинутых в горизонтальном направлении частей машин или сооружений. Конструктивно кронштейн может выполняться в виде самостоятельной опоры либо многодетальной конструкции с раскосом, а также в виде значительного утолщения в базовой детали. Механический принцип действия — сопротивление материала на скол и сдвиг. Чертеж детали представлен на рисунке 1.

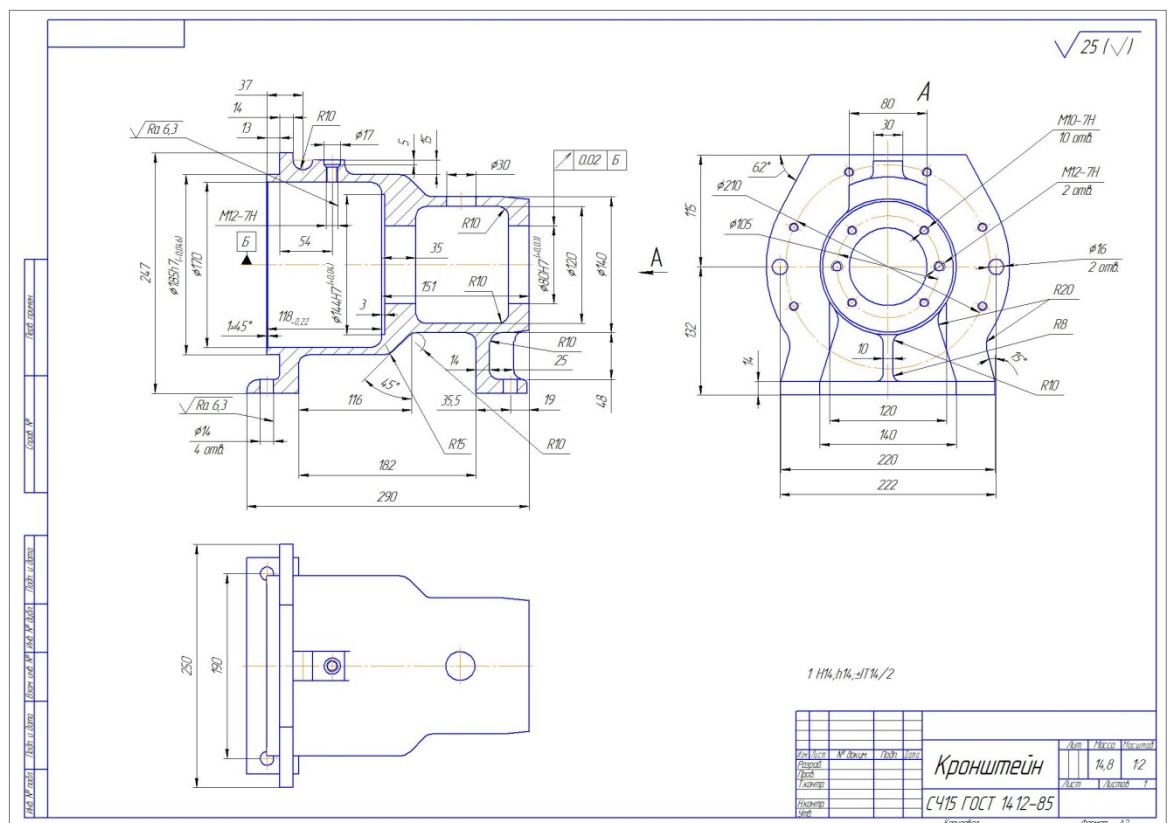


Рисунок 1 –Чертеж детали кронштейн

									Лист
									8
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.764. ПЗ				

1.2. Технические требования, предъявляемые к детали

Самыми точными поверхностями детали являются:

- Цилиндрические отверстия $\varnothing 80H7$. Они имеют шероховатость $Ra = 2,5$ мкм.
- Наружная цилиндрическая поверхность $\varnothing 185h7$ с шероховатостью $Ra = 2,5$ мкм.
- Крепежные отверстия $\varnothing 14H14$ с шероховатостью $Ra = 6,3$ мкм.
- Резьбовое отверстие M12-7H с шероховатостью $Ra = 6,3$ мкм.

Все остальные поверхности детали имеют свободные размеры, выполняемые по 14 квалитету точности.

1.3. Характеристика материала детали

Рассмотрим подробней информацию о данном материале.

Марка СЧ15 – серый чугун ГОСТ 1412-85.

Химический состав и свойства чугуна СЧ 15 приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1- Химический состав в % чугуна СЧ15

C	Si	Mn	P	S
3,5-3,7	2-2,4	0,5-0,8	До 0,2	До 0,2

Таблица 2 - Механические свойства при $T = 20^{\circ}C$ чугуна СЧ 15

Временное сопротивление при растяжении чугуна в литом состоянии или после термической обработки должно соответствовать указанному в таблице.

Марка чугуна	Марка чугуна по СТ СЭВ 4560-84	Временное сопротивление при растяжении Мпа(кгс/мм), не менее
СЧ15	31115	150(15)

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.764. ПЗ

Таблица 3 - Физические свойства чугуна

Марка чугуна	Плотность, кг/м	Линейная усадка, %	Модуль упругости при растяжении, МПа	Удельная теплоемкость при температуре от 20 до 200 °С, Дж(кг·К)	Коэффициент линейного расширения при температуре от 20 до 200 °С, 1/°С	Теплопроводность при 20 °С, Вт(м·К)
СЧ15	7,0-10	1.1	700-1100	460	9.0-10	59

Чугун - сравнительно дешевый конструкционный материал. Он получил широкое распространение практически во всех отраслях машиностроения благодаря ценным литейным и технологическим свойствам

Проведя анализ служебного назначения и технических требований, предъявляемых к детали «Кронштейн», а также изучив химические и механические свойства материала СЧ15 можно сделать вывод, что материал удовлетворяет условиям работы детали в узле.

1.4. Анализ технологичности конструкции детали «Кронштейн»

Конструкция кронштейна технологична, если она обеспечивает простое и экономичное изготовление 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.

Количественный анализ технологичности детали

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

а) по коэффициенту использования материала:

$$K_{и.м.} = m_d / m_з,$$

(1)

где m_d – масса детали, кг;

$m_з$ – масса заготовки, кг.

$$K_{и.м.} = 14,8 / 21 = 0,7$$

б) Коэффициент точности обработки детали:

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

где T_n – число размеров необоснованной степени точности обработки;

T_o – общее число размеров, подлежащих обработке.

					ДП 44.03.04.764. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		11

Общее число подлежащих обработке размеров составляет 25. Среди них нет размеров необоснованной точности, поэтому:

$$K_T=0/25=0$$

в) Коэффициент шероховатости:

$$K_{ш}=\frac{Шн}{Шо}, \quad (3)$$

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

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

Общее число подлежащих обработке поверхностей составляет 25. Среди них нет поверхностей не обоснованной шероховатости, поэтому:

$$K_{ш}=0/25=0$$

					ДП 44.03.04.764. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		12

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1. Выбор типа производства

Определение типа производства производится в зависимости от годового объема выпуска и массы детали (таблица 3).

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

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

В соответствии с таблицей 3, при массе детали 14,8 кг и годовом объеме выпуска 2000 шт., определим тип производства как среднесерийное.

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

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

где N – годовой объем выпуска деталей;

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

254 – число рабочих дней в году.

2.2. Выбор метода получения заготовки

Правильно выбрать заготовку – это выявить 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. В данном случае, учитывая форму детали, материал, объем выпуска наиболее рациональным способом получения заготовки является отливка в кокиль.

Отливка в кокиль рентабельна в условиях серийного производства. Отливки получаются достаточно точные заготовки, с небольшими припусками на механическую обработку.

2.3. Расчет параметров и конструирование заготовки

Выбираем вид получения заготовки - литье в кокиль.

Литье в кокиль рентабельно в условиях серийного производства. Применяют весом от 1 кг до нескольких тонн. Отливки получаются достаточно точные отливки, с небольшими припусками на механическую обработку.

Исходные данные:

- заготовка – литье в кокиль;
- наибольший габаритный размер детали – 290 мм;
- материал детали – СЧ 15.

					ДП 44.03.04.764. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		14

В соответствии с материалом, выбранным методом литья и наибольшим габаритным размером классы точности размеров и масс детали попадают в интервал 5-11т. Так как производство среднесерийное, то из имеющегося интервала классов точности выбираем среднее значение, равное 9. Также имеем интервал для ряда припусков (1 -3). Выбираем среднее значение, равное 2.

Класс точности: 8,

Ряд припусков: 2.

Расчет припусков сведен в таблицу 5.

Таблица 5 – Расчет размеров заготовки

№ припуска	Определяющий размер, мм	Допуск линейных размеров, мм, при классе точности 8	Номинальный припуск на сторону, мм, для ряда 2	Расчётный размер отливки, мм
z1	269	2,0	3,2	275,4±1,0
z2		2,0	3,2	
z3	247	1,8	3,0	253±0,9
z4		1,8	3,0	
z5	15	0,9	0,9	15,9±0,45
z1	13	2,0	3,2	15,3±0,45
z6		0,9	0,9	
z1	118	2,0	3,2	118,4±0,9
z7		1,8	2,8	
z8	Ø185	1,8	3,0	Ø191±0,9
z9	Ø170	1,8	3,0	Ø164±0,9
z10	Ø80	1,4	2,5	Ø75±0,7

На третьем этапе происходит обработка поверхностей, расположенных с торцов детали.

Базирование осуществляется на плоскость 8 и отверстия 9. Зажим заготовки осуществляется специальным приспособлением.

На этом этапе обрабатываются поверхности: 1,2,3,7,10,11,12,13,14,15.

2.5. Технологический маршрут обработки детали

Технологический маршрут обработки состоит из трех операций:

Операция 005 – Комплексная на ОЦ с ЧПУ

Операция 010 – Комплексная на ОЦ с ЧПУ

Операция 015 – Комплексная на ОЦ с ЧПУ.

Подробный технологический процесс обработки детали представлен в таблице 6.

Таблица 6– Технологический маршрут обработки детали

№ опера-	Названи	Содержание операции	Операционный эскиз	Обору-дование
1	2	3	4	5
005	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	<ol style="list-style-type: none"> 1. Установить и закрепить 2. Фрезеровать поверхность 8 однократно 3. Сменить инструмент 4. Сверлить 4 отверстия поверхность 9 последовательно 		Вертикальный фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ Haas DM-1

Окончание таблицы 6

1	2	3	4	5
010	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	<ol style="list-style-type: none"> 1. Установить и закрепить 2. Фрезеровать поверхность 4 однократно 3. Фрезеровать поверхность 6 однократно 4. Сменить инструмент 5. Фрезеровать паз поверхности 5,17 6. Сменить инструмент 7. Сверлить отверстие 16 8. Сменить инструмент 9. Сверлить отверстие 18 под резьбу 10. Фрезеровать отверстие 19 11. Сменить инструмент 12. Зенковать фаску 20 13. Сменить инструмент 14. Нарезать резьбу в отверстии 18 		<p>Вертикальный фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ Haas DM-1</p>
015	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	<ol style="list-style-type: none"> 1. Установить и закрепить 2. подрезать торец 1 однократно 3. Точить поверхность 2 предварительно 4. Точить поверхность 2 окончательно 5. Подрезать торец 3 однократно 6. Сменить инструмент 7. Точить поверхность 2 тонко 8. Сменить инструмент 9. Расточить отверстие 10 однократно с подрезкой торца 12 10. Расточить фаску 11 12. Сменить инструмент 13. Фрезеровать отверстие 13 с подрезкой торца 14 14. Сменить инструмент 15. Сверлить 2 отверстия поверхность 21 16. Сменить инструмент 17. Сверлить 6 отверстий поверхность 22 18. Сменить инструмент 19. Нарезать резьбу в отверстиях 22 20. Повернуть заготовку на 180° 21. Сменить инструмент 22. Фрезеровать торец 7 однократно 23. Сменить инструмент 24. Расточить отверстие 15 предварительно 25. Расточить отверстие 15 окончательно 26. Сменить инструмент 27. Расточить отверстие 15 тонко 28. Сменить инструмент 29. Сверлить 2 отверстия поверхность 23 30. Сменить инструмент 31. Нарезать резьбу в отверстиях 23 32. Сменить инструмент 33. Сверлить 4 отверстия поверхность 22 34. Сменить инструмент 35. Нарезать резьбу в отверстиях 22 		<p>Горизонтальный фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ Victor Vcenter-N400</p>

2.6. Выбор оборудования

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.764. ПЗ

Лист

19

Операции 005 и 010 выполняются на вертикальном фрезерном обрабатывающем центре с ЧПУ – Haas DM-1.



Рисунок 3 – Вертикальный фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ – Haas DM-1.

Haas DM-1 имеет небольшие габариты и малую площадь основания, что позволяет экономить пространство в производственном помещении, разместив несколько таких станков рядом. Эта модель отличается хорошим ускорением и большой скоростью работы по осям. Заменить инструмент DM-1 можно за очень короткое время. Сам шпиндель станка имеет прямой привод от двигателя: при таком решении не только снижает нагрев во время работы, но и увеличивает эффективность передачи мощности при сохранении идеальной обработки поверхности.

Рабочее пространство модели DM-1 составляет 508×406×394 мм, размер стола с Т-образным пазом — 660×381 мм. Мощность векторного привода

										Лист
										20
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата						

ДП 44.03.04.764. ПЗ

станка — 15 л.с., крутящий момент для резки и сверления — 62 Нм. Шпиндель с коническим концом ISO40 может вращаться на скорости до 15 000 об./мин, что обеспечивает высококачественную нарезку резьбы, а скорость обратного хода при этом увеличена в 4 раза.

Скорость подачи при резании на этом станке — до 30,5 м/мин (при высокоскоростной резке). Скорость перемещения — до 61 м/мин с большим ускорением. Боковое устройство смены инструмента на 18+1 позволяет заменять инструменты крайне быстро, простой при этом минимален.

Модель DM-1 может быть оснащена шнеком для эффективного удаления стружки из рабочей зоны. Стружка, которая скатывается по этому листу, попадает на двух шнековый транспортер, который выводит ее к выходу, расположенному в задней части станка. За охлаждение отвечает стандартная система с баком емкостью 208 литров.

Технические характеристики станка представлены в таблице 7.

Таблица 7 - Техническая характеристика вертикального фрезерного обрабатывающего центра с ЧПУ - Haas DM-1.

Параметры станка	Характеристика
Макс. перемещение по оси X, мм	508
Макс. перемещение по оси Y, мм	406
Макс. перемещение по оси Z, мм	394
Длина стола, мм	660
Ширина стола, мм	381
Максимальная частота вращения шпинделя, об/мин	10000
Макс. мощность шпинделя, кВт	20
Кол-во позиций в автоматическом сменщике инструмента, шт	18
Габариты, д*ш*в, мм	1600*2350*1500
Скорость подачи при резании на этом станке, м/мин	30,5
Размер стола с T-образным пазом, мм	660×381

Операция 015 выполняется на горизонтальном фрезерном обрабатывающем центре с ЧПУ - Victor Vcenter-H400.



Рисунок 4 – Горизонтальный фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ
- Victor Vcenter-H400

Это высокоскоростной горизонтальный фрезерный обрабатывающий центр с подвижной по двум осям стойкой предназначен для черновой, получистовой и чистовой обработки сложных корпусных деталей с прогрессивными режимами резания, что обеспечивает применение мотор-шпинделя со скоростью до 14 000 об/мин. Подвижная по двум осям стойка обеспечивает необходимую жесткость и высочайшую скорость быстрых перемещений до 48 м/мин и ускорение до 0,7g. Наиболее распространенные обрабатываемые детали: блоки цилиндров, корпуса коробок передач, редукторов.

Для сокращения вспомогательного времени станок VCenter-H400 оснащен высокоскоростной системой автоматической смены паллет.

Техническая характеристика станка приведена в таблице 8.

Таблица 8 - Техническая характеристика горизонтального фрезерного обрабатывающего центра с ЧПУ - Victor Vcenter-H400

					ДП 44.03.04.764. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		22

Параметры станка	Характеристика
Размеры рабочего стола, мм	400*400
Перемещения X/Y/Z	500/600/500 мм
Максимальная нагрузка на стол, кг	400
Мощность двигателя шпинделя, кВт	18,5
Максимальная частота вращения, об/мин	14000
Система ЧПУ	FANUC 0i-MD (Heidenhain iTNC 530)
Емкость магазина, шт	40
Габариты фрезерного обрабатывающего центра в плане, ДхШ, мм	2580x5320
Вес станка, кг	9000

2.7. Выбор режущего инструмента

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

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;

					ДП 44.03.04.764. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		23

- 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 С3 – SCLCR – 2204 – 09 (Пластина ССМТ 09Т304 –FF1 (сплав ТР2500).

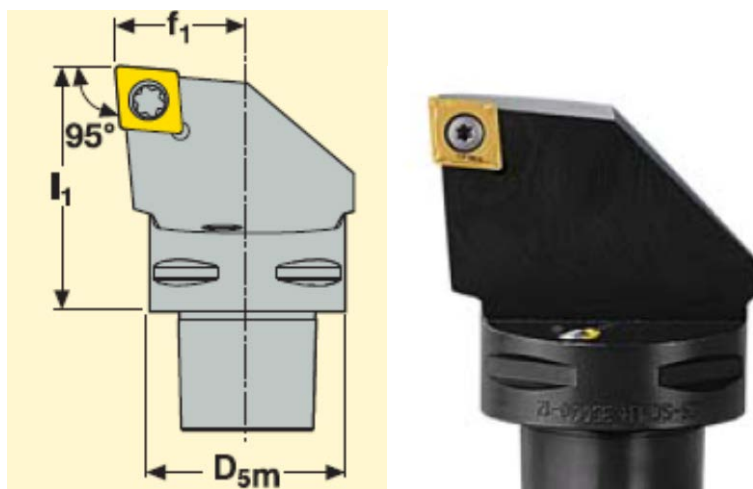


Рисунок 5 – Державка наружная правая

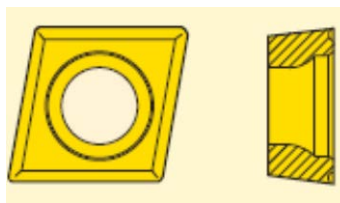


Рисунок 6 - Пластина ССМТ 09Т304 –FF1

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

					ДП 44.03.04.764. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		24

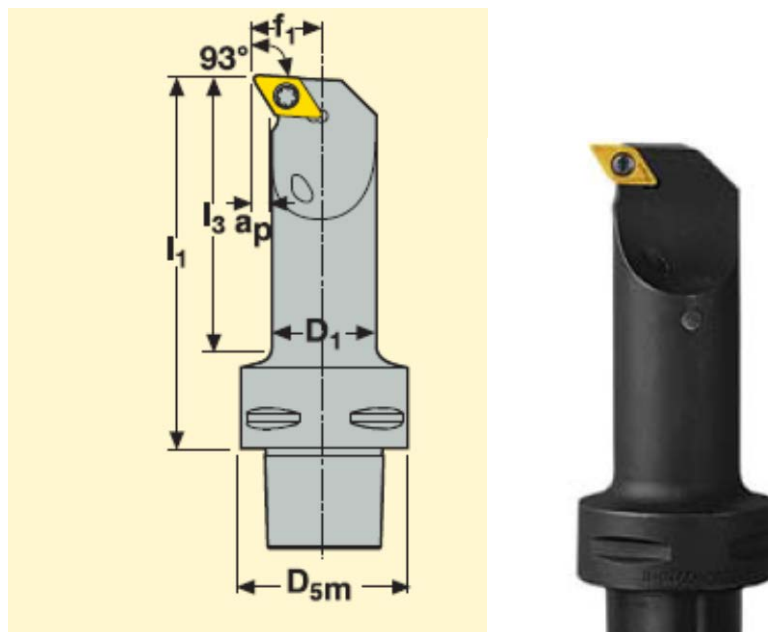


Рисунок 7 – Державка внутренняя правая

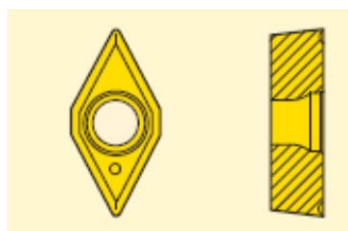


Рисунок 8 – пластина DCMT 11T032-FF1

3. Фреза торцовая $\varnothing 100$ R220.53 – 0100-12-3А. Пластина 1204AFTN-M15. Сплав МК3000. (Для обработки плоскостей).

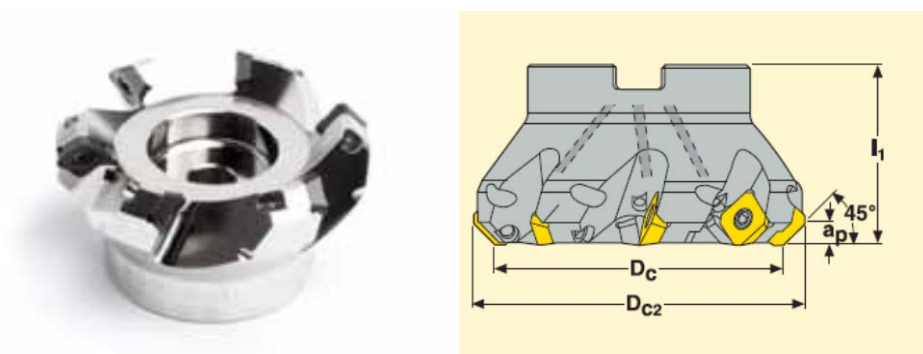


Рисунок 9 - Фреза торцовая $\varnothing 100$ R217.53 – 0300-12-3А

					ДП 44.03.04.764. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		25

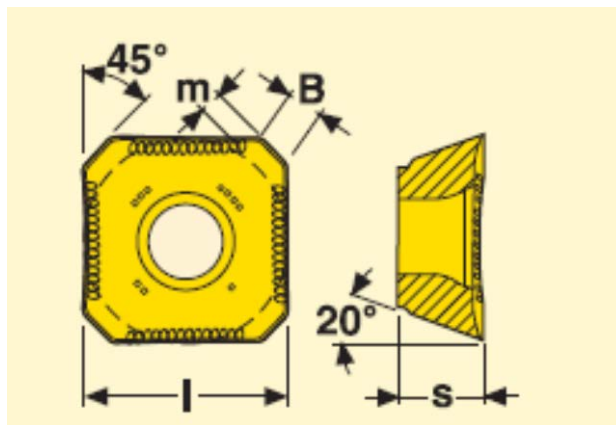


Рисунок 10 - Пластина 1204AFTN-M15

4. Фреза торцовая Ø300 R220.53 – 0300-12-3A. Пластина 1204AFTN-M15. Сплав МК3000. (Для обработки плоскостей).

5. Фреза концевая Ø30 R217.69 – 1030.0.0-06-2AN. Пластина ХОМХ 060202R – М05. Сплав МР1500 (Для контурной обработки поверхностей).

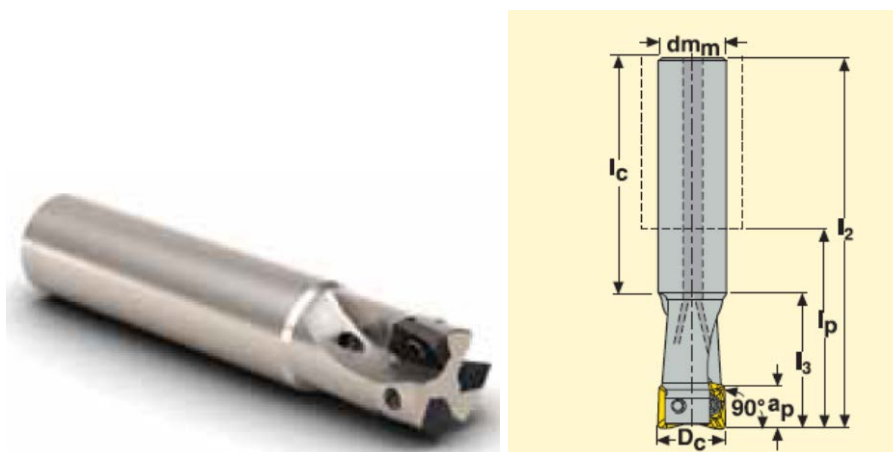


Рисунок 11- Фреза концевая Ø30 R217.69 – 1020.0.0-06-2AN

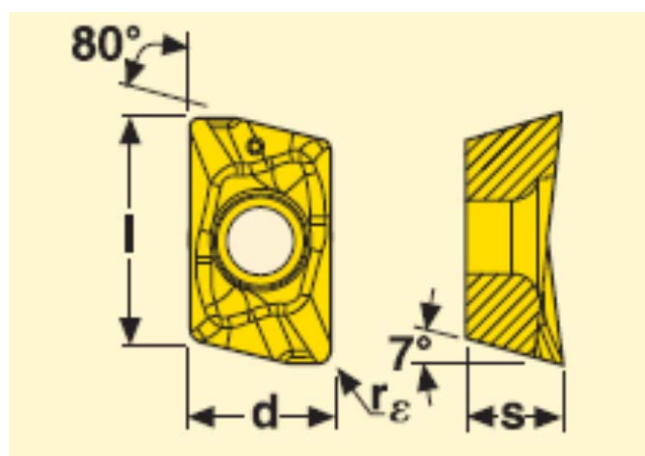


Рисунок 12- Пластина ХОМХ 060202R – М05

6. Фреза концевая Ø20 R217.69 – 1020.0.0-06-2AN. Пластина ХОМХ 060202R – М05. Сплав МР1500 (Для обработки пазов 30,31).

ДП 44.03.04.764. ПЗ					Лист
26					26
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	

7. Сверло Ø16 SD203-16.0-50-8R1. Покрытие TiAlN+TiN.

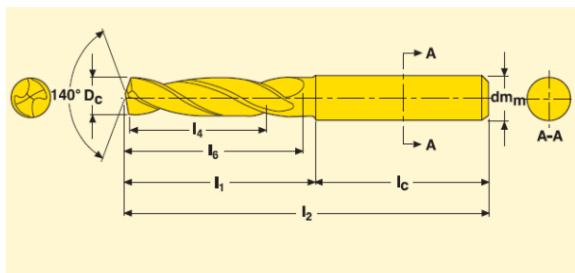


Рисунок 13 - Сверло SD203-16.0-25-8R1

8. Сверло Ø10,5 SD203-10.5-31-12R1. Покрытие TiAlN+TiN.

9. Сверло Ø30 SD503-30-90-32R7. Покрытие TiAlN+TiN.

10. Сверло Ø8,5 SD203-8.5-25,5-12R1. Покрытие TiAlN+TiN.

11. Сверло Ø14SD203-14.0-37-14R1. Покрытие TiAlN+TiN.

12. Фреза резьбовая TM-M12X3ISO-10R5. Сплав CP500



Рисунок 14 – Резьбовые фрезы Threadmaster

13. Фреза резьбовая TM-M10X3ISO-10R5. Сплав CP500

14. Фреза для врезного фрезерования Ø144 R217.79-16140.RE-09-5AN. Пластина ХОМХ 090304TR – ME06. Сплав MP1500.

					ДП 44.03.04.764. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		27

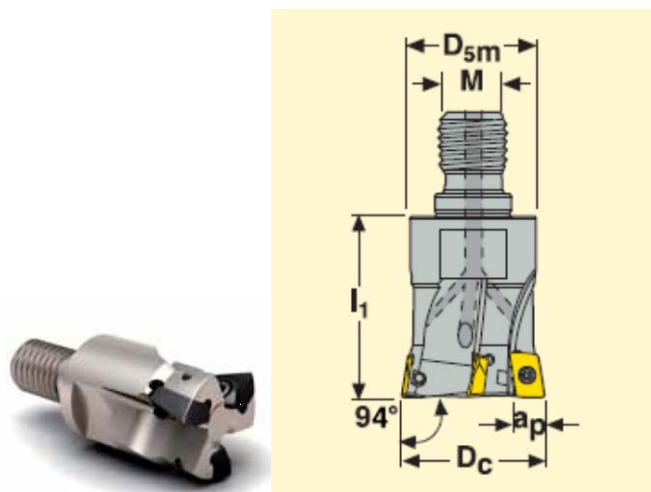


Рисунок 15 - Фреза для врезного фрезерования R217.79–144RE-09-5AN

2.8. Выбор средств технического контроля

Выбор средств технического контроля представлен в таблице 9.

Таблица 9 – Средства технического контроля

Операция	Название операции	Тип инструмента
005	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	1.Штангенциркуль ШЦ 0-300 ГОСТ 166-89 2. Калибр-пробка гладкий Ø14Н14 ГОСТ 21401-75 3. Шаблоны специальные 4.Образцы шероховатости ГОСТ 9387-93
010	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	1.Штангенциркуль ШЦ 0-300 ГОСТ 166-89 2. Калибр-пробка гладкий Ø30Н14 ГОСТ 21401-75 3. Резьбовой калибр –пробка М12-7Н ГОСТ 24997-81 4. Шаблоны специальные 5.Образцы шероховатости ГОСТ 9387-93
015	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	1.Штангенциркуль ШЦ 0-300 ГОСТ 166-89 3. Калибр-пробка гладкий Ø16Н14 ГОСТ 21401-75 4. Калибр-пробка гладкий Ø80Н7 ГОСТ 21401-75 5. Калибр-пробка гладкий Ø170Н14 ГОСТ 21401-75 6. Калибр-пробка гладкий Ø144Н14 ГОСТ 21401-75 7. Резьбовой калибр –пробка М10-7Н ГОСТ 24997-81 8. Резьбовой калибр –пробка М12-7Н ГОСТ 24997-81 9. Шаблоны специальные 10.Образцы шероховатости ГОСТ 9387-93

2.9. Расчет припусков заготовки расчетно-аналитическим методом

Рассчитаем припуски на механическую обработку отверстия $\varnothing 80H7$.

Технологический маршрут обработки состоит из следующих этапов:

1. Растачивание предварительное;
2. Растачивание окончательное;
3. Растачивание тонкое;

Заготовка-отливка.

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

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

Технологические переходы обработки отверстия $\varnothing 80H7$	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{\min}$, мкм	Расчетный размер D_p , мм	Допуск T , мм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мм	
	R_z	h	ρ	ϵ				D_{\min}	D_{\max}	$2Z_{\min}^{пр}$	$2Z_{\max}^{пр}$
Заготовка	250	300	3027	30		74,95	1,4	75	76,4	-	-
Растачивание предварительное	125	150	151,4	0	4127	79,08	0,3	79,1	79,4	3,0	4,1
Растачивание окончательное	63	75	7,56	0	701	79,78	0,074	79,8	79,87	0,47	0,7
Растачивание тонкое	25	30	-	0	220	80	0,030	80	80,03	0,16	0,2
Итого:										3,63	5,0

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

(5)

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

(6)

где K_u – коэффициент уточнения=0,05

					ДП 44.03.04.764. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		29

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

$$\Delta_{\text{Чист.растач.}} = \Delta_{\text{Черн.растач.}} \cdot K_y \quad (7)$$

K_y – коэффициент уточнения=0,04

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

Погрешность установки при черновой обработке равна:

$$\varepsilon = 30 \text{ мкм}$$

Так как остальная обработка отверстия производится в одной установке,

$$\varepsilon_{\text{инд}} = 0.$$

Расчет минимальных значений межоперационных припусков произведем по формуле:

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

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

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

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

Расчет минимальных размеров:

					ДП 44.03.04.764. ПЗ	Лист
						30
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

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

$$D_{\min} = 80 \text{ мм}$$

$$D_{\min \text{ окончат. растач.}} = 80 - 0,22 = 79,78 \text{ мм}$$

$$D_{\min \text{ предв. растач.}} = 79,78 - 0,7 = 79,08 \text{ мм}$$

$$D_{\min \text{ заготовки}} = 79,08 - 4,13 = 74,95 \text{ мм}$$

Расчет максимальных размеров:

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

$$D_{\max} = 80 + 0,03 = 80,03 \text{ мм}$$

$$D_{\max \text{ окончат. растач.}} = 79,8 + 0,074 = 79,87 \text{ мм}$$

$$D_{\max \text{ предв. растач.}} = 79,1 + 0,3 = 79,4 \text{ мм}$$

$$D_{\max \text{ заготовки}} = 75 + 1,4 = 76,4 \text{ мм}$$

Определение предельных припусков:

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

$$2Z_{\min \text{ тонк. растач.}}^{np} = 80,03 - 79,87 = 0,16 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min \text{ окончат. растач.}}^{np} = 79,87 - 79,4 = 0,47 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min \text{ предв. раст.}}^{np} = 79,4 - 76,4 = 3 \text{ мм}$$

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

$$2Z_{\max \text{ тонк. растач.}}^{np} = 80 - 79,8 = 0,2 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max \text{ предв. растач.}}^{np} = 79,8 - 79,1 = 0,7 \text{ мм}$$

					ДП 44.03.04.764. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		31

$$2Z_{\max \text{ черн. раст.}}^{np} = 79,1 - 75 = 4,1 \text{ мм}$$

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

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

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

Проверим правильность произведенных расчетов по формуле:

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

$$5 - 3,63 = 1,4 - 0,03$$

$$1,37 = 1,37$$

Расчет произведен верно

Результаты расчетов сведены в таблицу 10.

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

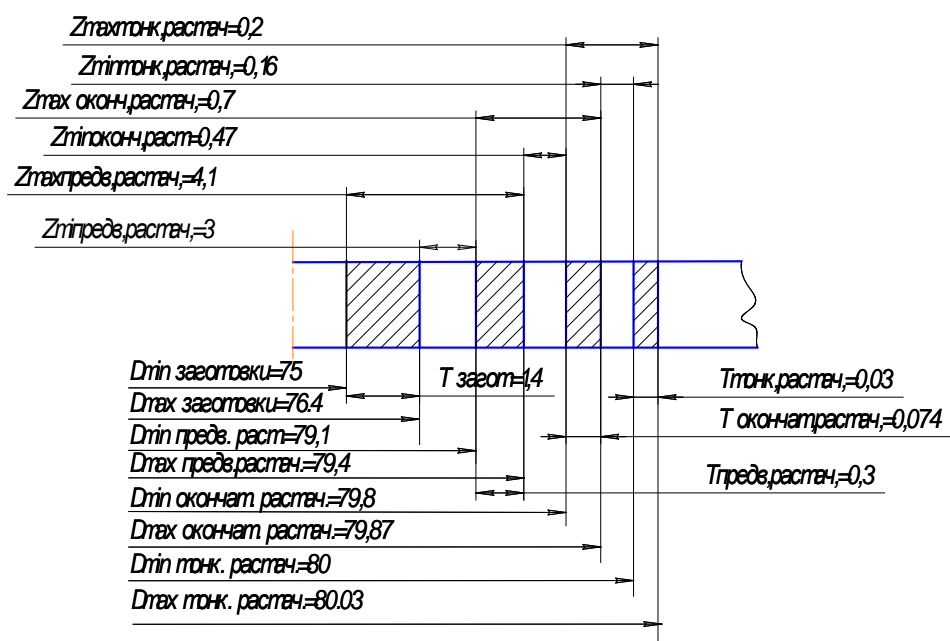


Рисунок 11- Схема графического расположения припусков на
обработку поверхности $\varnothing 80H7$

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].

Приведем пример расчета режимов резания.

Операция 005 Комплексная на ОЦ с ЧПУ.

Переход 2. Фрезеровать поверхность 8

Фреза торцовая $\varnothing 300 R220.53 - 0300-12-3A$. Пластина 1204AFTN-M15.

Сплав МК1500.

Глубина резания: $t = 3$ мм.

Назначаем подачу $S = 0,15$ мм/об.

Период стойкости фрезы $T = 45$ мин.

Начальная скорость резания $V_{c0} = 380$ м / мин.

Действительная скорость резания

					ДП 44.03.04.764. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		33

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

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

k_t – поправочный коэффициент для периодов стойкости.

$$V_C = 380 \cdot 1,15 \cdot 1 = 437 \text{ м / мин.}$$

Число оборотов шпинделя:

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

где V – скорость резания, м/мин

D – диаметр фрезы мм

$$n = \frac{1000 \cdot 437}{\pi \cdot 300} = 464 \text{ об/мин}$$

Все остальные результаты вычислений занесем в таблицу 11.

					ДП 44.03.04.764. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		34

Таблица 11 – Режимы резания

№ операции	Название операции	№ перехода и содержание	Материал режущей части	Размер обрабатываемой поверхности, мм диаметр (длина)	Элементы режима резания				
					Глубина резания, <i>t</i> , мм	Подача на оборот, <i>S</i> , мм/об (<i>Sz</i> , мм/зуб)	Частота вращения шпинделя, <i>n</i> , об/мин	Скорость резания, <i>V</i> , м/мин	Подача минутная, <i>S_{мин}</i> , мм/мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
005	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	1. Установить и закрепить							
		2. Фрезеровать поверхность 8 однократно	M1500	Ø300(220)	3,0	0,15	464	437	69,6
010	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	3. Сменить инструмент							
		4. Сверлить 4 отверстия поверхность 9 последовательно	TiAlN+TiN	Ø14(14x4)	7	0,1	1137	50	113,7
010	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	1. Установить и закрепить							
		2. Фрезеровать поверхность 4 однократно	MP1500	Ø30(14)	3,0	0,15	1592	150	238,8
		3. Фрезеровать поверхность 6 однократно	MP1500	Ø30(53)	0,9	0,15	1592	150	238,8
		4. Сменить инструмент							
		5. Фрезеровать паз поверхности 5,17	MP1500	Ø20(30)	10	0,15	1592	100	238,8
		6. Сменить инструмент							
		7. Сверлить отверстие 16	TiAlN+TiN	Ø30(10)	15	0,1	530	50	53
		8. Сменить инструмент							
		9. Сверлить отверстие 18 под резьбу	TiAlN+TiN	Ø10,5(22,5)	5.25	0,1	1516	50	151,6
		10. Сменить инструмент							
		11. Фрезеровать отверстие 19	MP1500	Ø17(7,5)	8,5	0,15	1311	70	196,6
		12. Сменить инструмент							
		13. Зенковать фаску 20	MP1500	Ø17(2,5)	2,5	0,3	749	40	224,7
		14. Сменить инструмент							
		15. Нарезать резьбу в отверстии 18	CP500	Ø12(20)	-	1,5	1061	40	1591,5
015	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	1. Установить и закрепить							
		2. Подрезать торец 1 однократно	TP2500	Ø191(95,5)	3,0	0,3	417	250	125,1
		3. Точить поверхность 2 предварительно	TP2500	Ø191(13)	2,0	0,3	417	250	125,1
		4. Точить поверхность 2 окончательно	TP2500	Ø187(13)	0,8	0,2	426	250	85,2
		5. Подрезать торец 3 однократно	TP2500	Ø187(22)	0,8	0,2	426	250	85,2
		6. Сменить инструмент							
		7. Точить поверхность 2 тонко	TP2500	Ø185,2(13)	0,2	0,1	481	280	48,1
		8. Сменить инструмент							
		9. Расточить отверстие 10 однократно с подрезкой торца 12	TP2500	Ø164(118)	3	0,3	427	220	128,1
		10. Расточить фаску 11	TP2500	Ø170(1)	1	0,3	427	220	128,1
		11. Сменить инструмент							
		12. Фрезеровать отверстие 13 с подрезкой торца 14	MP1500	Ø144(3)	3	0,15	575	260	86,25
		13. Сменить инструмент							
		14. Сверлить 2 отверстия поверхность 21	TiAlN+TiN	Ø16(14x2)	8	0,1	995	50	99,5
		15. Сменить инструмент							
		16. Сверлить 6 отверстий поверхность 22	TiAlN+TiN	Ø8,5(14x6)	4,25	0,1	1873	50	187,3

Окончание таблицы 11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
015	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	17. Сменить инструмент								
		18. Нарезать резьбу в отверстиях 22	CP500	Ø10(14x6)	-	1,5	1274	40	1911	
		19. Повернуть заготовку на 180°								
		20. Сменить инструмент								
		21. Фрезеровать торец 7 однократно	MP1500	Ø200(134)	3,0	0,15	464	437	69,6	
		22. Сменить инструмент								
		23. Расточить отверстие 15 предварительно	TP2500	Ø74(148)	2,0	0,3	1076	250	322,8	
		24. Расточить отверстие 15 окончательно	TP2500	Ø78(148)	0,8	0,2	1021	250	204,2	
		25. Сменить инструмент								
		26. Расточить отверстие 15 тонко	TP2500	Ø79,6(148)	0,2	0,1	1120	280	112	
		27. Сменить инструмент								
		28. Сверлить 2 отверстия поверхность 23	TiAlN+TiN	Ø10,5(21x2)	15	0,1	1516	50	151,6	
		29. Сменить инструмент								
		30. Нарезать резьбу в 2-х отверстиях 23	CP500	Ø12(21x2)	-	1,5	1061	40	1591,5	
		31. Сменить инструмент								
32. Сверлить 4 отверстия поверхность 22	TiAlN+TiN	Ø8,5(21x4)	4,25	0,1	1873	50	187,3			
33. Сменить инструмент										
34. Нарезать резьбу в отверстиях 22	CP500	Ø10(21x4)	-	1,5	1274	40	1911			

2.11. Расчет норм времени

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

Штучно-калькуляционное время:

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

где $t_{ш}$ – штучное время, мин.;

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

n – размер партии деталей, шт.

										Лист
										36
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата						

ДП 44.03.04.764. ПЗ

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

Штучное время:

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

где $t_{осн}$ – основное время, мин.;

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

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

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

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.

					ДП 44.03.04.764. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		37

Расчетная длина:

$$L = l_o + l_{ep} + l_{nep}, \quad (20)$$

где l_{ep} – величина врезания инструмента, мм; l_{nep} – величина перебега.

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

Оперативное время:

$$t_{on} = t_{очн} + t_{всн} \quad (21)$$

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):

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

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

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

Для примера рассчитаем нормы основного времени при фрезеровании поверхности 8 (Операция 005, переход 2):

$$t_{очн} = \frac{220 + 50}{69,6} = 3,88 \text{ мин}$$

					ДП 44.03.04.764. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		38

Расчет остальных норм времени представлен в таблицах 12 и 13.

Таблица 12 – Основное и вспомогательное время

Элементы операции	Расчетные размеры, мм				Режим обработки			Основное время, сек	Вспомогательное время, мин		Оперативное время, мин
	Длина обрабатываемой поверхности	Врезание и перебеги	Число раб. ходов	Расчетная длина	Подача, мм/об	Частота вращения, об/мин	Минутная подача, мм/мин		На установку и снятие	Вспомогательное время в целом	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Операция 005– Комплексная на ОЦ с ЧПУ											
1. Установить и закрепить									0,3	0,3	0,3
2. Фрезеровать поверхность 8 однократно	220	50	1	270	0,15	464	69,6	3,88		0,03	3,91
3. Сменить инструмент										0,05	0,05
4. Сверлить 4 отверстия поверхность 9 последовательно	14	6	4	80	0,1	1137	113,7	0,70		0,09	0,79
ИТОГО								4,58		0,47	5,05
Операция 010 – Комплексная на ОЦ с ЧПУ											
1. Установить и закрепить									0,3	0,3	0,3
2. Фрезеровать поверхность 4 однократно	14	6	1	20	0,15	1592	238,8	0,08		0,03	0,11
3. Фрезеровать поверхность 6 однократно	53	6	1	59	0,15	1592	238,8	0,25		0,03	0,28
4. Сменить инструмент										0,05	0,05
5. Фрезеровать паз поверхности 5,17	30	6	1	36	0,15	1592	238,8	0,15		0,03	0,18
6. Сменить инструмент										0,05	0,05
7. Сверлить отверстие 16	10	12	1	22	0,1	530	53	0,42		0,03	0,45
8. Сменить инструмент										0,05	0,05
9. Сверлить отверстие 18 под резьбу	22,5	5,5	1	28	0,1	1516	151,6	0,18		0,03	0,21
10. Сменить инструмент										0,05	0,05
11. Фрезеровать отверстие 19	7,5	3	1	10,5	0,15	1311	196,6	0,05		0,03	0,08
12. Сменить инструмент										0,05	0,05
13. Зенковать фаску 20	2,5	4	1	6,5	0,3	749	224,7	0,03		0,03	0,06
14. Сменить инструмент										0,05	0,05
15. Нарезать резьбу в отверстиях 18	20	5	1	25	1,5	1061	1591,5	0,02		0,03	0,05
ИТОГО								1,18		0,84	2,02

Окончание таблицы 12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Операция 015 – Комплексная на ОЦ с ЧПУ											
1. Установить и закрепить									0,3	0,3	0,3
2. Подрезать торец 1 однократно	95,5	5	1	100,5	0,3	417	125,1	0,80		0,03	0,83
3. Точить поверхность 2 предварительно	13	5	1	18	0,3	417	125,1	0,14		0,03	0,17
4. Точить поверхность 2 окончательно	13	5	1	18	0,2	426	85,2	0,21		0,03	0,24
5. Подрезать торец 3 однократно	22	5	1	27	0,2	426	85,2	0,32		0,03	0,35
6. Сменить инструмент										0,05	0,05
7. Точить поверхность 2 тонко	13	5	1	18	0,1	481	48,1	0,37		0,03	0,40
8. Сменить инструмент										0,05	0,05
9. Расточить отверстие 10 однократно с подрезкой торца 12	118	5	1	222	0,3	427	128,1	1,73		0,03	1,76
10. Расточить фаску 11	1	5	1	6	0,3	427	128,1	0,05		0,03	0,08
11. Сменить инструмент										0,05	0,05
12. Фрезеровать отверстие 13 с подрезкой торца 14	3	6	1	9	0,15	575	86,25	0,10		0,03	0,13
13. Сменить инструмент										0,05	0,05
14. Сверлить 2 отверстия поверхность 21	14	6	2	40	0,1	995	99,5	0,4		0,03	0,43
15. Сменить инструмент										0,05	0,05
16. Сверлить 6 отверстий поверхность 22	14	6	6	120	0,1	1873	187,3	0,64		0,03	0,67
17. Сменить инструмент										0,05	0,05
18. Нарезать резьбу в отверстиях 22	14	1	6	20	1,5	1274	1911	0,01		0,03	0,04
19. Повернуть заготовку на 180 ⁰										0,05	0,05
20. Сменить инструмент										0,05	0,05
21. Фрезеровать торец 7 однократно	131	50	1	181	0,15	464	69,6	2,60		0,03	2,63
22. Сменить инструмент										0,05	0,05
23. Расточить отверстие 15 предварительно	148	5	1	153	0,3	1076	322,8	0,47		0,03	0,50
24. Расточить отверстие 15 окончательно	148	5	1	153	0,2	1021	204,2	0,75		0,03	0,78
25. Сменить инструмент										0,05	0,05
26. Расточить отверстие 15 тонко	148	5	1	153	0,1	1120	112	1,37		0,03	1,40
27. Сменить инструмент										0,05	0,05
28. Сверлить 2 отверстия поверхность 23	21	6	2	54	0,1	1516	151,6	0,36		0,06	0,42
29. Сменить инструмент										0,05	0,05
30. Нарезать резьбу в 2-х отверстиях 23	21	5	2	52	1,5	1061	1591,5	0,03		0,06	0,09
31. Сменить инструмент										0,05	0,05
32. Сверлить 4 отверстия поверхность 22	21	6	4	54	0,1	1873	187,3	0,29		0,09	0,38
33. Сменить инструмент										0,05	0,05
34. Нарезать резьбу в отверстиях 22	21	5	4	52	1,5	1274	1911	0,03		0,09	0,12
ИТОГО									10,67	1,75	12,42

Таблица 13 - 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.				
005	4,58	0,47	5,05	6	0,3	4	0,2	5,55	35	39	6,45
010	1,18	0,84	2,02	6	0,12	4	0,08	2,22	35	39	3,12
015	10,67	1,75	12,42	6	0,75	4	0,50	13,67	45	39	14,82
Итого											24,39

2.12. Разработка управляющей программы для станка с ЧПУ

В данном разделе представлен фрагмент управляющей программы. Операция 005 – Комплексная на ОЦ с ЧПУ, полностью программа представлена в приложении Б. Обработка производится на вертикальном фрезерном обрабатывающем центре с ЧПУ – Haas DM-1.

Параметры устройства ЧПУ:

- Тип устройства -HAAS
- Программирование совместимо с G-кодом стандарта ISO.

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

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

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

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

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

Расчет координат опорных точек проводится с соблюдением технологических переходов обработки (принятых выше), необходимых для получения детали, соответствующей чертежу. Используемые подготовительные функции представлены в таблице 13.

Таблица 14 - Используемые подготовительные функции

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

В таблице 15 представлена управляющая программа для операции 005.

Таблица 15 – Карта кодирования информации

Кодирование информации, содержание кадра	Содержание перехода
%	
N005 T1 D1 M6	Выбор инструмента (фреза D300)
N010 G0 G17 G54G90 H1	Подготовительные команды и назначение корректора на длину инструмента
N015F69,6S464 M3 M8	Назначение оборотов, подачи, включение СОЖ
N020 G0 X0 Y0 Z132	Ускоренное перемещение в точку 1
N025 G1X-300	Фрезерование на рабочей подаче до точки 2
N030 G0 Z135	Ускоренный отвод из детали
N035 G80 M5 M9	Отключение СОЖ, остановка шпинделя перед сменой инструмента
N040 G0 X300 Y300 Z300	Ускоренное перемещение в точку смены инструмента
N045 T2 D2 M6	Выбор инструмента (сверло D14)
N050 G0 G17 G54G90 H1	Подготовительные команды и назначение корректора на длину инструмента
N055 F113,7S1137 M3 M8	Назначение оборотов, подачи, включение СОЖ
N060 G0 X-26 Y-95 Z135	Ускоренное перемещение к началу 1-го отверстия
N065 G1 Z112	Сверление 1-го отверстия
N070 G0 Z135	Ускоренный отвод из детали
N075 X-272	Ускоренное перемещение к началу 2-го отверстия
N080 G1 Z112	Сверление 2-го отверстия
N085 G0 Z135	Ускоренный отвод из детали
N090 Y95	Ускоренное перемещение к началу 3-го отверстия
N095G1 Z112	Сверление 3-го отверстия
N100 G0 Z135	Ускоренный отвод из детали
N105 X-26	Ускоренное перемещение к началу 4-го отверстия
N110 G1 Z112	Сверление 4-го отверстия
N115 G0 Z135	Ускоренный отвод из детали
N120 G80 M5 M9	Отключение СОЖ, остановка шпинделя
N125 G0 X300 Y300 Z300	Ускоренное перемещение в точку смены инструмента
N130M30	Конец программы
%	

3. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

В данной выпускной квалификационной работе, производится технологический процесс механической обработки детали «кронштейн» на участке механической обработки в условиях мелкосерийного производства с количеством выпускаемых готовых деталей 2000 штук в год.

3.1. Определение количества технологического оборудования

Основные характеристики технологического процесса представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Нормы времени по операциям

№ операции	Наименование операции	Модель оборудования	Штучно-калькуляционное время, <i>t_{шт.к.}</i> , мин
005	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	Вертикальный фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ – Haas DM-1	6,45
010	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	Вертикальный фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ – Haas DM-1	3,12
015	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	Горизонтальный фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ - Victor Vcenter-H400	14,82
			24,39

Количество технологического оборудования рассчитаем по формуле:

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

где t - штучно- калькуляционное время операции, мин;

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

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

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

$k_{\text{вн}} = 1,0 \div 1,2$);

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:

$$F_{\text{об}} = F_{\text{н}} \left(1 - \frac{k_{\text{р}}}{100} \right), \quad (25)$$

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 продолжительностью 8 ч). Отсюда количества рабочих часов оборудования (при трехсменной работе):

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

									Лист
									45
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата					

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

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

Определяем количество технологического оборудования:

$$q^{005} = \frac{6,45 \cdot 2000}{5268,9 \cdot 1,0 \cdot 0,75 \cdot 60} = 0,05 \text{ шт.}$$

$$q^{010} = \frac{3,12 \cdot 2000}{5268,9 \cdot 1,0 \cdot 0,75 \cdot 60} = 0,03 \text{ шт.}$$

$$q^{015} = \frac{14,82 \cdot 2000}{5268,9 \cdot 1,0 \cdot 0,75 \cdot 60} = 0,12 \text{ шт.}$$

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

$$q^{005-010} = 0,08 \text{ шт.}$$

Принимаем

$$q^{005-010} = 1 \text{ шт.};$$

$$q^{015} = 1 \text{ шт.};$$

Расчет технологического оборудования сведен в таблицу 18.

					ДП 44.03.04.764. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		46

Таблица 18 – Сводная ведомость оборудования

Тип оборудования	Haas DM-1	Victor Vcenter-H400
Количество станков по расчету, ед	0,08	0,12
Принимаемое количество станков	1	1
Коэффициент загрузки оборудования	0,08	0,12
Средний коэффициент загрузки оборудования	0,1	

3.2. Определение капитальных вложений

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

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

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

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

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

$n = 2$ количество операций для которых необходима программа

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

Для внедрения новой управляющей программы понадобится 26400р.

3.3. Расчет технологической себестоимости детали

В общем случае технологическая себестоимость складывается из суммы следующих элементов:

$$C = Z_{\text{м}} + Z_{\text{зп}} + Z_{\text{э}} + Z_{\text{об}} + Z_{\text{сн}} + Z_{\text{и}}, \quad (27)$$

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.

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

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.;

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

					ДП 44.03.04.764. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		48

$Z_{тр}$ – 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.:

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

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

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

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

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

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

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

Численность станочников (операторов) вычисляется по формуле:

$$Q_{см} = \frac{t \cdot N_{год} \cdot k_{мн}}{F_p \cdot 60}; \quad (30)$$

где t – штучное время операции, мин;

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

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

$k_{мн} = 1$;

					ДП 44.03.04.764. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		49

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

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

Пример расчета операции 015 Комплексная на ОЦ с ЧПУ:

$$Z_{np} = 129,87 \cdot 14,82 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,15 / 60 = 57,55 \text{ р.}$$

Пример расчета численности станочников операции 015-Комплексная на ОЦ с ЧПУ:

$$\text{Ч}_{\text{ст}}^{015} = \frac{14,82 \cdot 2000 \cdot 1,0}{1790 \cdot 60} = 0,3 \text{ чел. ;}$$

Расчет заработной платы станочников сведен в таблицу 19.

Таблица 19 – Затраты на заработную плату станочников за одну деталь

Наименование операции	Часовая тарифная ставка, р.	Штучное время, мин	Заработная плата, р.	Численность станочников, расчетная чел.	Численность станочников, принятая чел.
005-010 Комплексная на ОЦ с ЧПУ	129,87	9,57	37,16	0,2	1
015 Комплексная на ОЦ с ЧПУ	129,87	14,82	57,55	0,3	1
Итого			94,71	0,5	2

Определим затраты на заработную плату на годовую программу:

$$Ззп = 94,71 \cdot 2000 = 189\,420 \text{ р.}$$

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле:

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

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

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

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

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

$$k_{доп} = 1,05;$$

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

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

Численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда определяется по формуле:

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

где g_n – расчетное количество оборудования, согласно расчетам, составляет $g_n = 0,2$ шт.;

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

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

$$Ч_{нал} = \frac{0,2 \cdot 3}{10} = 0,06 \text{ чел. Принимаем 1 чел.}$$

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

$$Ч_{трансп.} = 0,05 \cdot 0,5 = 0,025 \text{ чел.; Принимаем 1 чел.}$$

$$Ч_{контр.} = 0,07 \cdot 0,5 = 0,035 \text{ чел. Принимаем 1 чел.}$$

										Лист
										51
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата						

Произведем вычисления заработной платы вспомогательных рабочих:

$$Z_{\text{нал}} = \frac{161,62 \cdot 1790 \cdot 0,06 \cdot 1,15 \cdot 1,05}{2000} = 10,48 \text{ р.};$$

$$Z_{\text{трансп.}} = \frac{93,09 \cdot 1790 \cdot 0,025 \cdot 1,15 \cdot 1,05}{2000} = 2,52 \text{ р.};$$

$$Z_{\text{контр.}} = \frac{123,3 \cdot 1790 \cdot 0,035 \cdot 1,15 \cdot 1,05}{2000} = 4,66 \text{ р.}$$

Данные о численности вспомогательных рабочих и заработной плате, приходящуюся на одну деталь, сводим в таблицу 20.

Таблица 20 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Численность, чел.		Затраты на изготовление одной детали, р.
		расчетная	принятая	
Наладчик станков	161,62	0,06	1	10,48
Транспортный рабочий	93,02	0,025	1	2,52
Контролер ОТК	123,3	0,035	1	4,66
Итого:			3	17,66

Определим затраты на заработную плату за год:

$$Z_{\text{зп}} = 17,66 \cdot 2000 = 35\,320 \text{ р.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле:

$$Z_{\text{зп}} = 189\,420 + 35\,320 = 224\,740\text{р.}$$

Отчисления в социальный фонд.

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

$$224\,740 \cdot 0,3 = 67\,422\text{ р.}$$

Затраты на электроэнергию

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

					ДП 44.03.04.764. ПЗ	Лист
						53
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

Производим расчеты по формуле:

$$Z_3(005,010) = \frac{20 \cdot 0,3 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 1,06 \cdot 9,57}{0,75 \cdot 1,02 \cdot 60} \cdot 4,3 = 2,85 \text{ р};$$

$$Z_3(015) = \frac{18,5 \cdot 0,3 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 1,06 \cdot 14,82}{0,75 \cdot 1,02 \cdot 60} \cdot 4,3 = 4,08 \text{ р};$$

Результаты расчета сводим в таблицу 21.

Таблица 21 – Затраты на электроэнергию

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч	Затраты на электроэнергию, р.
Haas DM-1	20	0,16	2,85
Victor Vcenter-H400	18,5	0,25	4,08
Итого			6,93

Определим затраты на электроэнергию за год:

$$Z_3 = 6,93 \cdot 2000 = 13\ 860 \text{ р.}$$

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования.

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле:

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

где $C_{\text{рем}}$ – 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:

$$C_{\text{ам}} = \frac{Ц_{\text{об}} \cdot H_{\text{ам}} \cdot t_{\text{шт-к}}}{F_{\text{об}} \cdot k_3 \cdot k_{\text{вн}} \cdot 60}, \quad (35)$$

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

$H_{\text{ам}}$ – норма амортизационных отчислений для станков с ЧПУ, (12%);

t – штучно-калькуляционное время, мин;

$F_{\text{об}}$ – годовой действительный фонд работы оборудования, $F_{\text{об}} = 5268,9$ ч;

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

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

Производим расчеты по формуле:

$$C_{\text{ам}}(005,010) = \frac{5500000 \cdot 0,12 \cdot 9,57}{5268,9 \cdot 0,85 \cdot 1,02 \cdot 60} = 23,04 \text{ р.};$$

$$C_{\text{ам}}(015) = \frac{6500000 \cdot 0,12 \cdot 14,82}{5268,9 \cdot 0,85 \cdot 1,02 \cdot 60} = 42,17 \text{ р.};$$

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

Вычисления производим по формуле:

					ДП 44.03.04.764. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		55

(36)

Производим вычисление затрат на текущий ремонт оборудования по формуле:

$$C_{\text{рем}}(005,010) = \frac{5500000 \cdot 0,04 \cdot 9,57}{5268,9 \cdot 0,85 \cdot 1,02 \cdot 60} = 7,68 \text{ р.}$$

$$C_{\text{рем}}(015) = \frac{6500000 \cdot 0,04 \cdot 14,82}{5268,9 \cdot 0,85 \cdot 1,02 \cdot 60} = 14,06 \text{ р.}$$

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

Таблица 21 – Затраты на содержание и эксплуатацию на технологическое оборудование

Модель станка	Стоимость, тыс. р.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, ч	Амортизационные отчисления, р.	Затраты на ремонт, р.
Haas DM-1	5 500	2000	12	9,57	23,04	7,68
Victor Vcenter-H400	6 500	200	12	14,82	42,17	14,06
Итого					65,21	21,74

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

$$Z_{\text{п}} = (65,21 + 21,74) \cdot 2000 = 173\,900 \text{ р.}$$

Затраты на эксплуатацию инструмента

Затраты на эксплуатацию инструмента со сменными пластинами определяются по формуле:

					ДП 44.03.04.764. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		56

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

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

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

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

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

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

T_m - машинное время, мин;

T - нормативная стойкость инструмента, мин.

Стоимость твердосплавных пластин представлена в таблице 23.

Таблица 23 – Стоимость твердосплавных пластин, руб.

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

Определим затраты на эксплуатацию фрезы SECO с ромбической пластиной:

$$Z_{инс} = \frac{6 \times 500 + 6500/250}{180 \times 0,9 \times 4} \cdot 3,88 = 16,1 \text{ р}$$

Затраты на эксплуатацию перетачиваемого инструмента определяются по формуле:

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

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

β_n - число переточек;

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:

$$C_{инс} = \frac{1500 + 2 \cdot 150}{45 \cdot (2 + 1)} \cdot 0,7 \cdot 1,15 = 10,74 \text{ руб}$$

Аналогичным образом рассчитаем затраты на остальной инструмент, результаты расчетов заносим в таблицу 24.

Таблица 24 – 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.
1	2	3	4	5	6	7	8
Державка наружная правая СЗ-SCLCR-2204-09	3500	-	-			1	
Пластина ССМТ 09Т304 -FF1 Сплав ТР2500	500			30	1,84	1	8,76
Державка внутренняя правая С5-SDUCR-11070-07	3500	-	-			1	
Пластина ДСМТ 11Т032-FF1 Сплав ТР2500	500			30	4,37	1	20,81
Фреза торцовая Ø100 R220.53 – 0100-12-3А.	6500					1	
Пластина 1204АFTN-M15. Сплав МК3000	500			180	2,6	6	12,17
Фреза торцовая Ø300 R220.53 – 0300-12-3А.	6500					1	
Пластина 1204АFTN-M15. Сплав МК3000	500			180	3,88	6	16,1
Фреза концевая Ø30 R217.69 – 1030.0.0-06-2АН.	6500					1	
Пластина ХОМХ 060202R – М05. Сплав МР3000	500			180	0,32	6	1,49
Фреза концевая Ø20 R217.69 – 1020.0.0-06-2АН.	6500					1	
Пластина ХОМХ 060202R – М05. Сплав МР3000	500			180	0,15	6	0,7
Фреза для врезного фрезерования Ø144 R217.79-16144.RE-09-5АН.	6500					1	
Пластина ХОМХ 090304TR – ME06	500	-	-	180	0,1	6	0,4

ДП 44.03.04.764. ПЗ

Лист

58

Изм. Лист № Документа Подпись Дата

Сверло Ø16 SD203A-C45-16-16.5-16R1. Покрытие TiAlN+TiN	1500	2	150	45	0,4	1	6,09
Сверло Ø10,5 SD203A-C45-10,5-16.5-12R1. Покрытие TiAlN+TiN	1500	2	150	45	0,54	1	8,28
Сверло Ø30 SD503A-30-90-32R7. Покрытие TiAlN+TiN	1500	2	150	45	0,42	1	6,44
Сверло Ø8,5 SD203A-C25,5-8,5-16.5-12R1. Покрытие TiAlN+TiN	1500	2	150	45	0,93	1	14,26
Сверло Ø14 SD203A-C45-14-16.5-14R1. Покрытие TiAlN+TiN	1500	2	150	45	0,7	1	10,74

Окончание таблицы 24

1	2	3	4	5	6	7	8
Фреза резьбовая ТМ-М10Х1,25ISO-10R5. Сплав CP500	2500	-	-	60	0,67	1	37,92
Фреза резьбовая ТМ-М12Х1,5ISO-10R5. Сплав CP500	2500	-	-	60	0,05	1	2,83
Спиральная фреза Ø17 R217.69-25100.3S-012-09.2N. Пластина ХОМХ 090304TR – ME06. Сплав MP3000	6500 500	-		180	0,05	1 12	0,23
Зенковк Ø16 SD203A-C45-16-16.5-8R1. Покрытие TiAlN+TiN	1500	2	150	45	0,03	1	0,05
Итого							147,27

Результат расчета технологической себестоимости выпуска одной детали сводим в таблицу 25.

Таблица 25 – Технологическая себестоимость обработки детали

Статьи затрат	Сумма, руб.
Заработная плата с начислениями	146,07
Затраты на технологическую электроэнергию	6,93
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	86,96
Затраты на инструмент	147,28
Затраты на УП	13,1
Итого	400,43

Анализ уровня технологии производства.

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

Удельный вес каждой операции определяется по формуле:

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

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

T – суммарное штучно-калькуляционное время обработки детали.

Производим расчеты удельного веса операции по формуле:

$$Y_{\text{оп}} (005) = \frac{6,45}{24,39} \cdot 100\% = 26\% .$$

$$Y_{\text{оп}} (010) = \frac{3,12}{24,39} \cdot 100\% = 13\% .$$

$$Y_{\text{оп}} (015) = \frac{14,82}{24,39} \cdot 100\% = 61\% .$$

Доля прогрессивного оборудования

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

Удельный вес по количеству прогрессивного оборудования определяется по формуле:

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

где $g_{\text{пр}}$ – количество единиц прогрессивного оборудования, $g_{\text{пр}} = 2$ шт.;

g_{Σ} – общее количество использованного оборудования, $g_{\Sigma} = 2$ шт.

					ДП 44.03.04.764. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		60

$$Y_{\text{пр}} = \frac{2}{2} \cdot 100\% = 100\%.$$

Определим производительность труда на программной операции:

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

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

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

t – штучно-калькуляционное время, мин.

Производительность труда в разработанном техпроцессе:

$$B_{\text{пр. 005,010}} = \frac{1790 \cdot 1,2 \cdot 60}{9,57} = 11057 \text{ шт} / \text{чел.год}$$

$$B_{\text{пр. 015}} = \frac{1790 \cdot 1,2 \cdot 60}{14,82} = 8696 \text{ шт} / \text{чел.год}$$

В таблице 26 представлены технико-экономические показатели проекта.

Таблица 26 - Техничко-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Ед. изм.	Значения показателей
Годовой выпуск деталей	шт.	2000
Количество оборудования	шт.	2
Количество производственных рабочих	чел.	2
Количество вспомогательных рабочих	чел.	3
Трудоёмкость обработки одной детали	н/ч	0,41
Технологическая себестоимость одной детали, в том числе:		400,43
- затраты на инструмент	руб.	147,27

					ДП 44.03.04.764. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		61

- заработная плата рабочих		146,08
Доля прогрессивного оборудования	%	100
Производительность труда	шт/чел.год	8696
Коэффициент загрузки оборудования		0,2

ВЫВОДЫ:

Технологическая себестоимость одной детали составляет 400,43 рублей. На всю партию деталей затраты составят 800 860 рублей.

Так как средняя загрузка станков 20%, чтобы исключить простои оборудования, станки будут догружаться другими одностипными деталями.

4. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1. Система подготовки рабочих

Операторов станков с числовым программным управлением готовят в учебном центре предприятия, так как потребность в этих рабочих не покрывается полностью, выпускниками профессионально-технических училищ и техникумов.

Программы подготовки операторов станков с ЧПУ составлены так, чтобы по ним можно было обучать оператора станков с ПУ непосредственно на рабочем месте в процессе выполнения им различных производственных заданий.

Операторы станков с ЧПУ (токарных, сверлильных, фрезерных и расточных) выполняют следующие основные функции:

- непосредственное обслуживание станка (подготавливают рабочее место и уборку в конце рабочего дня, делают установку и съем детали, производят уход за станком);

- производство контрольно-измерительных операций (осмотр заготовки, детали и режущего инструмента, измерение, контроль обработанных деталей);

					ДП 44.03.04.764. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		62

- наладку станка на новую партию деталей (подготовку и установку рабочих органов станка, режущего инструмента и приспособлений для обработки деталей).

4.2. Требования к знаниям, умениям и навыкам операторов станков с ЧПУ

К концу обучения каждый рабочий должен уметь выполнять работы, предусмотренные квалификационной характеристикой, в соответствии с техническими условиями и нормами, установленными на предприятии.

Срок обучения 2 месяца.

Для работы на ОЦ с ЧПУ при изготовлении детали «кронштейн» необходима подготовка рабочих по профессии «Оператор станков с ЧПУ» 3,4,5 разрядов.

					ДП 44.03.04.764. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		63

4.3. Анализ учебного плана и программы профессиональной подготовки (повышения квалификации) рабочих по профессии «Оператор станков с программным управлением» 3-5-го разрядов.

Таблица 28 – Теоретическое обучение. Специальный курс

№ п/п	Содержание	Кол. часов
Теоретическое обучение. Специальный курс		
	Введение. Кодекс корпоративной этики	1
1.1	Теория резания и режущий инструмент	3
1.2	Устройство металлорежущих станков с программным управлением	3
1.3	Технологический процесс обработки на станках с программным управлением	5
1.4	Выполнение под наладки отдельных узлов и механизмов в процессе работы	3
1.5	Техническое обслуживание станков с числовым программным управлением и манипуляторов	3
1.6	Контроль качества обработки поверхности детали	1
	Экзамен	4
	ИТОГО	32

Таблица 29 - Производственное обучение. Специальный курс для операторов станков с программным управлением 3-4 –го разрядов

№	Содержание				Кол.
	ДП 44.03.04.764. ПЗ				Лист
					64
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	

п/п		часов
Теоретическое обучение. Специальный курс		
2.1	Инструктаж по технике безопасности и ознакомление с производством. Охрана труда	2
2.2	Освоение работ, выполняемых оператором станков с программным управлением 3-4-го разрядов	11
2.3	Самостоятельное выполнение работ оператором станков с программным управлением 3-4-го разрядов	11
2.4	Квалификационная (пробная) работа	8
Экзамен		8
ИТОГО		40

Таблица 30 - Производственное обучение. Специальный курс для операторов станков с программным управлением 5 –го разряда

№ п/п	Содержание	Кол. часов
Теоретическое обучение. Специальный курс		
3.1	Инструктаж по технике безопасности и ознакомление с производством. Охрана труда	2
3.2	Освоение работ, выполняемых оператором станков с программным управлением 5-го разрядов	11
3.3	Самостоятельное выполнение работ оператором станков с программным управлением 5-го разрядов	11
3.4	Квалификационная (пробная) работа	8
Экзамен		8
ИТОГО		40

4.4. Разработка перспективно-тематического плана

Перспективно-тематическое планирование формирует профессиональные и над профессиональные качества будущих специалистов. Методика перспективно-тематического планирования становится наиболее актуальной в связи с повышением требований к качеству подготовки специалистов.

В структуру перспективно-тематического планирования заложены методы, формы, приемы и способы обучения, учитывающие поэтапное и

параллельное формирование профессиональной компетентности специалиста через реализацию содержания специальных дисциплин. Одновременное формирование профессиональных и над профессиональных качеств повышает интерес обучаемых к учебному процессу и саморазвитию личности.

Перспективно-тематический план учебного процесса по дисциплине – организация и методическая разработка системы уроков по всему учебному предмету направленная на обеспечение связи с теоретическим обучением и производственным обучением, которое имеет широкое применение средств, методов и форм обучения, влияющие на повышение самостоятельности и активности. Контроль выполнения программы.

Структура перспективно-тематического плана: тема по программе, тема урока, № урока, цели обучения, формы организации обучения, организация

деятельности учащихся на уроке, виды сам. Работы учащихся, методы обучения, учебно-методическая справочная литература, наглядные пособия дидактические материалы, программные средства, межпредметные и внутрепредметные связи, связь с производственным обучением, домашнее задание (таблица 31).

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

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

					ДП 44.03.04.764. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		66

Внутрипредметной связью (ВПС) называется связь по содержанию,

№ занятия	Форма проведения занятия	Тема занятия	Цели занятия	Методы проведения занятия	Средства обучения		Методы контроля ЗУН	Средства контроля	
					дидактические	Технологические		дидактические	Технологические
1	Лекция	Резьбонарезной инструмент для станков с ПУ	<p>В результате обучения студент должен:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Знать методы нарезания резьбы на станках с ПУ • Различать виды и типы резьбонарезного инструмента • Знать материалы пластин режущего инструмента • Различать конструктивные элементы метчика. • давать характеристику и принцип работы каждого инструмента. 	Объяснение Консультация	учебники, презентация	ПЭВМ IBM PC	Тестирование	Пед. тесты	ПЭВМ IBM PC

логике построения и изучения учебного материала одного предмета.

Так как на станках при изготовлении заданной детали производится нарезание резьбы то составим перспективно-тематический план по теме: «Инструменты для нарезания резьбы».

Тематический план представлен в таблице 31.

Таблица 31– Перспективно-тематический план по теме «Инструменты для нарезания резьбы»

2	Лабораторная работа	Выбор инструмента для нарезания резьбы	В результате обучения студент должен: Выбирать инструмент для конкретных условий обработки.	Выполнение лабораторной работы	Учебное пособие	-	Отчет по лабораторной работе	Инструкция к лабораторной работе	-
---	---------------------	--	--	--------------------------------	-----------------	---	------------------------------	----------------------------------	---

4.5. Разработка занятия теоретического обучения

Тема: «Инструменты для нарезания резьбы».

Тип занятия: усвоение новых знаний

Цели и задачи: ознакомить с основными видами инструментов для нарезания резьбы

В результате освоения темы учебной дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- основные виды инструментов для нарезания резьбы
- основные типы инструментов для нарезания резьбы

Уметь:

- различать виды инструментов;
- давать характеристику каждого инструмента.

Ход занятия

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

Ход занятия представлен в таблице 31.

Таблица 31 - Ход занятия

					ДП 44.03.04.764. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		68

Деятельность преподавателя (вопросы)	Время (мин)	Наглядные средства ТСО	Деятельность обучаемых (предполагаемые ответы)
1. Организационная часть	5		1.1. Проверка присутствующих по журналу. 1.2. Организация рабочих мест 1.3. Подготовка к опросу
2. Подготовка к изучению нового материала 2.1. Коллективный разбор выполнения домашнего задания	15	Плакаты	2.1. Ответы на вопросы
2.2. Актуализация знаний по пройденному материалу Тестовый опрос 2.3. Сообщение темы и цели занятия		Тесты и бланки ответов Доска, цветные мелки	2.2. Ответы на вопросы теста 2.3. Запись номера урока и темы
3. Изучение нового материала и закрепление с использованием презентации 3.1 Виды резьбонарезного инструмента 3.2 Точение резьбы 3.3 Фрезерование резьбы 3.4 Нарезание резьбы метчиком	40	Презентация «Резьбонарезной инструмент»	Просматривают презентацию, пишут конспект.
4. Подведение итогов занятия	5		Ответы на вопросы по закреплению нового учебного материала Формулирование выводов по теме
5. Домашнее задание	5	Конспект	Запись домашнего задания

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

Таблица 32 – Оценочная шкала

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	Балл (оценка)	Вербальный аналог
86 - 100	5	отлично
76 - 85	4	хорошо
52 - 75	3	удовлетворительно
Менее 51	2	не удовлетворительно

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью выпускной квалификационной работы являлся технологический процесс механической обработки детали «Кронштейн».

В результате работы было:

- проанализировано служебное назначение детали и ее технологичность;
- выбран среднесерийный тип производства;
- выбран метод получения заготовки;

					ДП 44.03.04.764. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		70

- выбраны технологические базы;
- выбрано оборудование с ПУ;
- подобран инструмент к выбранному оборудованию и назначены режимы обработки;
- разработан комплект документации технологического процесса.

Составлен фрагмент управляющей программы для обработки детали. Произведены экономические расчеты. Разработана методика подготовки рабочих в условиях предприятия для работы на станках с ЧПУ.

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

					ДП 44.03.04.764. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		71

специальностей высших технических заведений. – М.: Машиностроение, 1992 – 528с.

4. Белкин И.М. Средства линейно-угловых измерений. Справочник. – М.: Машиностроение, 1987. – 386с. (Серия справочников для рабочих).

5. Вороненко В.П., Схиртладзе А.Г., Брюханов В.Н. Машиностроительное производство: Учеб. для сред. спец. учеб. заведений / Под ред. Ю.М. Соломенцева. М.: Высш. школа, Издательский центр «Академия», 2001. – 304с.

6. Высокопроизводительная обработка металлов резанием. М.: Издательство «Полиграфия», 2003. – 301с.

7. ГОСТ 7505-89 Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски

8. Грибов В.Д., Грузилов В.П. Экономика предприятия. – М.: Финансы и статистика, 1997. – 368с.

9. Данилевский В.В. Технология машиностроения. – М.: Машиностроение, 1994. – 220 с.

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

11. Единые ведомственные нормативы времени на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Часть II / И.И. Романов, И.Г. Прудников, В.А. Крутов, и др. – М.: ЦНИС, 1980. – 250 с., ил.

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.

					ДП 44.03.04.764. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		72

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
19. Клепиков В.В., Бодров А.Н. Технология машиностроения: Учебник.– М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2004.–860с.: ил.
20. Ковшов А.Н. Технология машиностроения: Учебник для вузов / А.Н. Ковшов. – Машиностроение, 1987. – 320с.
21. Козлова Т.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 2001. –169с.
22. Ловыгин А. А., Теверовский Л. В. - Современный станок с ЧПУ и САД/САМ-система. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 279 с.: ил.
23. Маталин А.А. Технология машиностроения: учебник для вузов / А.А. Маталин. – Л.: Машиностроение, 1980. – 512 с.
24. Методика профессионального обучения. Схемы, таблицы, комментарии [Текст]: учеб. пособие для вузов / И.В. Осипова, О.В. Тарасюк, Ю.В. Осколкова, В.С. Локтина. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.- пед. ун-та, 2010. 148 с. (Б-ка высш. проф.-пед. образования).
25. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. ред. А.А. Панова. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2004. – 784 с., ил
26. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: справочник:/ под ред. В.И. Баранчикова. – М.: Машиностроение, 1990. – 376с.

					ДП 44.03.04.764. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		73

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

28.Сорокин В.Г., Волосникова А.В., Вяткин С.А. и др. Марочник сталей и сплавов. – М: Машиностроение, 1989. – 640 с.

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

30. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х т. Т1 / Под ред. А.Г. Косиловой, А.Г. 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.

										Лист
										74
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.764. ПЗ					

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Перечень листов графических документов

№ п/п	Наименование документа	Формат
1	Кронштейн	A1
2	Кронштейн. Отливка	A1
3	Иллюстрация техпроцесса. Операция 005	A1
4	Иллюстрация техпроцесса. Операция 010	A1
5	Иллюстрация техпроцесса. Операция 015	A1
6	Управляющая программа на операцию 005	A1
7	Технико-экономические показатели проекта	A1

					ДП 44.03.04.764. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		75

	Итого листов формата А1 – 7	
--	-----------------------------	--

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Фрагмент управляющей программы

Кодирование информации, содержание кадра	Содержание перехода
%	
.....	
N100 T1 D1 M6	Выбор инструмента (сверло D14)
N105 G0 G17 G54G90 H1	Подготовительные команды и назначение корректора на длину инструмента
N110 F113,7S1137 M3 M8	Назначение оборотов, подачи, включение СОЖ
N115 G0 X-26 Y-95 Z135	Ускоренное перемещение к началу 1-го отверстия
N120 G1 Z112	Сверление 1-го отверстия
N125 G0 Z135	Ускоренный отвод из детали
N130 X-272	Ускоренное перемещение к началу 2-го отверстия

					ДП 44.03.04.764. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		76

N135 G1 Z112	Сверление 2-го отверстия
N140 G0 Z135	Ускоренный отвод из детали
N145 Y95	Ускоренное перемещение к началу 3-го отверстия
N150 G1 Z112	Сверление 3-го отверстия
N155 G0 Z135	Ускоренный отвод из детали
N160 X-26	Ускоренное перемещение к началу 4-го отверстия
N165 G1 Z112	Сверление 4-го отверстия
N170 G0 Z135	Ускоренный отвод из детали
N175 G80 M5 M9	Отключение СОЖ, остановка шпинделя перед сменой инструмента
N180 G0 X300 Y300 Z300	Ускоренное перемещение в точку смены инструмента
.....	
N270 M30	Конец программы
%	