

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**ЮРГИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**  
Федерального государственного автономного образовательного учреждения  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Институт Юргинский технологический  
Направление подготовки Машиностроение  
Профиль «Технология, оборудование и автоматизации машиностроительных  
производств»

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

Тема работы
Разработка технологического процесса изготовления корпуса КС-4372.319.507.001

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А61	Абдуназаров Некруз Адхамджонович		

УДК: 621.81-214.002

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ласуков А.А.	к.т.н., доцент		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ласуков Александр Александрович	к.т.н., доцент		

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Лизунков Владислав Геннадьевич	К.пед.н, доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Солодский Сергей Анатольевич	к.т.н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ООП Машиностроение Профиль «Технология, оборудование и авто- матизации машино- строительных произ- водств»	Сапрыкина Наталья Анатольевна	к.т.н.		

Юрга – 2020 г.

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные, математические знания, знания в области экономических и гуманитарных наук, а также понимание научных принципов, лежащих в основе профессиональной деятельности
P2	Применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.
P3	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения задач хранения и переработки информации, коммуникативных задач и задач автоматизации инженерной деятельности
P4	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, знания в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на предприятиях машиностроения и смежных отраслей.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на производственных предприятиях и в отраслевых научных организациях.
P7	Использовать законы естественнонаучных дисциплин и математический аппарат в теоретических и экспериментальных исследованиях объектов, процессов и явлений в машиностроении, при производстве иных металлоконструкций и узлов, в том числе с целью их моделирования с использованием математических пакетов прикладных программ и средств автоматизации инженерной деятельности
P8	Обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения, металлоконструкций и узлов для нефте-газодобывающей отрасли, горного машиностроения и топливно-энергетического комплекса, а также опасных технических объектов и устройств, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов и деталей.
P9	Осваивать внедряемые технологии и оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования, обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.
P10	Проводить эксперименты и испытания по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий, в том числе с использованием способов неразрушающего контроля
P11	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения, иных металлоконструкций и узлов.
P12	Проектировать изделия машиностроения, опасные технические устройства и объекты и технологические процессы их изготовления, а также средства технологического оснащения, оформлять проектную и технологическую документацию в соответствии с требованиями нормативных документов, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и с учетом требований ресурсоэффективности, производительности и безопасности.
P13	Составлять техническую документацию, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
P14	Непрерывно самостоятельно повышать собственную квалификацию, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований.

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический  
 Направление подготовки Машиностроение  
 Профиль «Технология, оборудование и автоматизации машиностроительных  
 производств»

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ Сапрыкина Н.А.  
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ  
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:		бакалаврской работы
Студенту:		
<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	
10А61	Абдуназарову Некрузу Адхамджоновичу	
Тема работы:		
Разработка технологического процесса изготовления корпуса КС-4372.319.507.001		
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 8/с от 31.01.2020г.	
Срок сдачи студентом выполненной работы:		6 июня 2020 г.

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b>  <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Чертеж детали</li> <li>2. Годовая программа выпуска детали - 1000 шт.</li> <li>3. Служебное назначение детали</li> </ol>
<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>  <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Аналитический обзор по теме ВКР</li> <li>2. Разработка технологического процесса изготовления корпуса</li> <li>3. Конструкторская часть (проектирование приспособления)</li> <li>4. Организационная часть</li> <li>5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</li> <li>6. Социальная ответственность</li> </ol>
<p><b>Перечень графического материала</b>  <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Корпус (2 листа А1)</li> <li>2. Карты наладок (1 лист А1)</li> <li>3. Карта наладки (2 лист А1)</li> <li>4. Карта наладки (2 листа А1)</li> <li>5. Приспособление сверлильно-фрезерно-расточное (1 лист А1)</li> </ol>

<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсобережение	<b>Лизунков В.Г.</b>
Социальная ответственность	<b>Солодский С.А.</b>
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
Реферат	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал руководитель:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Ласуков А.А.	к.т.н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
10А61	Абдуназаров Н.А.		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
10А61	Абдуназарову Некрузу Адхамджоновичу

<b>Институт</b>	<b>ЮТИ ТПУ</b>	<b>Направление</b>	
<b>Уровень образования</b>	бакалавр		15.03.01 «Машиностроение»/ «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

<i>1. Стоимость приобретаемого оборудования, фонд оплаты труда, производственных расходов</i>	<i>1) Стоимость приобретаемого оборудования 2850000 руб</i> <i>2) Фонд оплаты труда годовой 1419750 руб</i>
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>1) Масса заготовка 19,3 кг</i> <i>2) Масса материала на программу выпуска 19300кг</i>

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

- 1. Расчет объема капитальных вложений*
- 2. Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции*
- 3. Экономическое обоснование технологического проекта*

**Перечень графического материала** (с точным указанием обязательных чертежей)

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	23.04.2020
---	------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ЮТИ ТПУ	Лизунков В. Г.	К.пед.н. доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
10А61	Абдуназаров Н.А.		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
10А61	Абдуназарову Некрузу Адхамджоновичу

Институт	ЮТИ ТПУ	Направление	15.03.01 «Машиностроение»/ «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств»
Уровень образования	Бакалавр		

### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)</li> <li>– опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)</li> <li>– негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</li> </ul>	<p>Площадь участка 72м<sup>2</sup>. Ширина 6м, длина 12м, высота 6м. Стены кирпичные, два окна шириной 2,5м, высотой 1,5м, крыша шиферная.</p> <p>Вредные и опасные производственные факторы на участке. При анализе условий труда на механическом участке выявлены следующие вредные и опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;</li> <li>-шум, вибрации, воздействие СОТС, отлетающая стружка, опасность поражения электрическим током; движущие механизмы (механизмы станка)</li> </ul>
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (с ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>– предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</li> </ul>	<p>Выявление и анализ вредных производственных факторов и разработка мероприятий по защите от них</p> <p>Обеспечение требуемого освещения на рабочем месте</p> <p>Обеспечение оптимальных параметров микроклимата</p>
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита - источники, средства защиты);</li> <li>– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</li> </ul>	<p>Выявление и анализ опасных производственных факторов и разработка мероприятий по защите от них.</p> <p>Обеспечение заземления</p>
<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> </ul>	<p>В связи с тем, что работа на участке связана с применением СОЖ и смазочных мате-</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	риалов, вредных для окружающей среды, на участке необходимо применить специальные емкости для хранения отработанной жидкости которые идут на отработку
<p><b>4</b>Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС на объекте;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</li> </ul>	Безопасность при возникновении ЧС
<p><b>5</b>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</li> </ul>	
<b>Перечень графического материала:</b>	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ЮТИ	Солодский Сергей Анатольевич	К.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А61	Абдуназаров Н.А.		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит: 88 страниц текста, 15 таблицы, 33 источника литературы, 2 приложения, 8 листов графической части.

Тема выпускной квалификационной работы «Разработка технологического процесса изготовления корпуса КС-4372.319.507.001».

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ДЕТАЛЬ, ЗАГОТОВКА, РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, СЕБЕСТОИМОСТЬ ИЗГОТОВЛЕНИЯ, БАЗИРОВАНИЕ, ПРИПУСК.

Годовая программа выпуска 1000 штук.

В настоящей выпускной квалификационной работе на основе технико-экономического анализа разработан технологический процесс механической обработки корпуса распределителя моста изделия КС-4372.

В аналитической части рассмотрено служебное назначение детали, конструкция детали проверена на технологичность, проанализирован базовый технологический процесс.

В технологической части выбран метод получения заготовки, выбран технологический маршрут изготовления деталей и выполнен расчет припусков и режимов резания. Произведен подбор оборудования и инструмента

В конструкторской части спроектировано специальное приспособление.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» произведен расчет себестоимости изготовления детали.

В части «Социальная ответственность» рассмотрены опасные и вредные производственные факторы, возникающие при изготовлении детали, и мероприятия по улучшению условий труда.

Работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 10.0 и представлена на диске CD-R (в конверте на обороте обложки).

## ABSTRACT

The final qualification work contains: 18 pages of text, 15 tables, 33 sources of literature, 2 appendices, 8 sheets of the graphic part.

The theme of the final qualification work is “Development of the technological process of manufacturing the KS-4372.319.507.001 case”.

Keywords: TECHNOLOGICAL PROCESS, DETAIL, ZAGOZOVKA, CUTTING TOOL, TECHNOLOGICAL EQUIPMENT, COST OF MANUFACTURING, BASING, ALLOWANCE.

The annual production program of 1000 pieces.

In this final qualifying work on the basis of a feasibility study, a technological process is developed for machining the housing of the distributor of the bridge of the product KS-4372.

In the analytical part, the service purpose of the part is considered, the design of the part is checked for manufacturability, and the basic technological process is analyzed.

In the technological part, the method of obtaining the workpiece was selected, the technological route for manufacturing parts was selected, and the allowances and cutting conditions were calculated. The selection of equipment and tools

In the design part, a special device was designed.

In the section “Financial Management, Resource Efficiency and Resource Saving”, the cost of manufacturing the part is calculated.

In the “Social Responsibility” part, hazardous and harmful production factors arising in the manufacture of the part, and measures to improve working conditions are considered.

The work was done in a Microsoft Word 10.0 text editor and presented on a CD-R (in an envelope on the back cover).

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	Введение		13
1	Расчеты и аналитика		14
1.1	Аналитическая часть		15
	1.1.1 Служебное назначение детали		15
	1.1.2 Анализ базового технологического процесса		16
	1.1.3 Производственная программа выпуска и определение типа производства		18
1.2	Формулировка проектной задачи		20
	1.2.1 Наименование и область применения разработки		20
	1.2.2 Основание для разработки		20
	1.2.3 Цель и назначение разработки		20
	1.2.4 Источники разработки		20
	1.2.5 Основные разделы проекта		21
1.3	Поиск оптимального решения проектной задачи		22
	1.3.1 Цель и задачи поисковой деятельности		22
	1.3.2 Поиск оптимального варианта способа получения заготовки		22
	1.3.3 Поиск оптимального варианта технологического процесса механической обработки		22
1.4	Технологическая часть		24
	1.4.1 Анализ технологичности корпуса		24
	1.4.2 Выбор заготовки и метода ее получения		25
	1.4.3 Выбор баз		27
	1.4.4 Составление технологического маршрута обработки		31
	1.4.5 Выбор средств технологического оснащения		34
	1.4.6 Расчет припусков на механическую обработку		37
	1.4.7 Расчет режимов резания		42
1.5	Конструкторская часть		53
	1.5.1 Проектирование сверлильно-фрезерно-расточного приспособления		53
1.6	Организационная часть		56
	1.6.1 Нормирование технологического процесса механической обработки		56
	1.6.2 Расчет потребного количества оборудования и коэффициентов его загрузки		59
	1.6.3 Определение численности рабочих		60

					<i>ФЮРА.А61021.000 ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>	<i>Провер.</i>	<i>Н. Контр.</i>	<i>Утверд.</i>	<i>Абдиназаров</i>	<i>Ласиков</i>	<i>Ласиков</i>		
					<i>Разработка технологическо- го процесса изготовления корпуса КС-4372.319.507.001</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
					<i>ЮТИ ТПУ гр. 10А61</i> <sup>10</sup>			
					10	10	23	

2	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	62
2.1	Расчет объема капитальных вложений	63
2.1.1	Стоимость технологического оборудования	63
2.1.2	Стоимость вспомогательного оборудования	63
2.1.3	Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря	63
2.1.4	Стоимость эксплуатируемых помещений	64
2.1.5	Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах	64
2.1.6	Оборотные средства в незавершенном производстве	64
2.1.7	Оборотные средства в запасах готовой продукции	65
2.1.8	Оборотные средства в дебиторской задолженности	65
2.1.9	Денежные оборотные средства	65
2.2	Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции	65
2.2.1	Основные материалы за вычетом реализуемых отходов	65
2.2.2	Расчет заработной платы производственных работников	66
2.2.3	Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих	66
2.2.4	Расчет амортизации основных фондов	66
2.2.5	Отчисления в ремонтный фонд	67
2.2.6	Затраты на вспомогательные материалы при содержании оборудования	68
2.2.7	Затраты на силовую электроэнергию	68
2.2.8	Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь	69
2.2.9	Расчет заработной платы вспомогательных рабочих	69
2.2.10	Заработная плата административно-управленческого персонала	70
2.2.11	Прочие расходы	70
2.3	Экономическое обоснование технологического проекта	70
3	Социальная ответственность	72
3.1	Характеристики объекта исследования	73
3.2	Выявление и анализ вредных производственных факторов	73
3.3	Выявление и анализ опасных производственных факторов	76
3.4	Обеспечение оптимальных параметров микроклимата рабочего места. Вентиляция и кондиционирование	79
3.5	Охрана окружающей среды	81
3.6	Защита в чрезвычайных ситуациях	81
3.7	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	82
	Заключение	83
	Квалиметрическая оценка проекта	84
	Список использованных источников	85
	Приложение А Спецификация на сверлильно-фрезерно-расточное	

приспособление	87
Приложение Б Комплект документов на технологический процесс	100
Диск CD-R	В конверте на обороте обложки
ФЮРА А61021.001 Корпус. Файл Деталь.cdw в формате КОМПАС 13	
ФЮРА А61021.002 Карты наладок. Файл 015-020.cdw в формате КОМПАС 13	
ФЮРА А61021.003 Карта наладки. Файл Операция 025.cdw в формате КОМПАС 13	
ФЮРА А61021.004 Карта наладки. Файл Операция 030.cdw в формате КОМПАС 13	
ФЮРА А61021.005 Приспособление сверлильно-фрезерно-расточное. Файл Приспособление.cdw в формате КОМПАС 13	
Графический материал	На отдельных листах
ФЮРА А61021.001 Корпус	
ФЮРА А61021.002 Карты наладок	
ФЮРА А61021.003 Карта наладки	
ФЮРА А61021.004 Карта наладки	
ФЮРА А61021.005.000СБ Приспособление сверлильно-фрезерно-расточное	

## ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение традиционно является ведущей отраслью экономики. Развитие машиностроения определяется как разработкой принципиально новых конструкций машин, так и совершенных технологий их изготовления. Часто именно технологичность конструкции определяет, будет ли она широко использоваться. Экономичность производства напрямую зависит от качества разрабатываемых технологических процессов.

В современной технологии машиностроения развитие происходит по следующим направлениям:

- повышение возможностей, качества и экономичности средств технологического оснащения (высокопроизводительные станки, инструмент с повышенной стойкостью и т. д.);
- создание максимально эффективных маршрутов технологических процессов;
- использование эффективной системы управления и планирования производства;
- комплексная автоматизация производства на базе АСУП, включающая в себя разработку конструкций изделий, технологическое проектирование, календарное планирование и др.

Оправданное применение прогрессивного оборудования и инструмента способно привести к значительному снижению себестоимости продукции и трудоёмкости её производства. К таким же результатам может привести и использование совершенных методов получения заготовок с минимальными припусками под механическую обработку. В некоторых случаях целесообразно снижать технологичность изделия для повышения качества продукции, что может значительно повысить конкурентоспособность продукции и компенсировать дополнительные затраты. Стремление к технологичности в любом случае не должно приводить к ухудшению свойств изделия ниже конструктивно заданных.

Критерии построения эффективных маршрутов технологического процесса зависят от типа производства и возможностей предприятия. Одним из наиболее известных критериев является принцип постоянства баз. Маршрут должен учитывать также максимально полное использование возможностей оборудования.

Автоматизация производства на всех его этапах позволяет существенно сократить время подготовки производства, внедрения новых изделий, уменьшить и упорядочить документооборот, оперативно вносить изменения в действующие технологические процессы. Сейчас уже высокотехнологичные производства в машиностроении не могут оставаться на конкурентоспособном уровне без комплексных систем автоматизации.

В выпускной квалификационной работе решается задача по созданию эффективного технологического процесса изготовления детали. Технологический процесс разрабатывается для условий серийного производства.

## 1 РАСЧЕТЫ И АНАЛИТИКА

Студент гр. 10А61

\_\_\_\_\_  
(Подпись)

Н.А. Абдуназаров

\_\_\_\_\_  
(Дата)

Руководитель  
к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_  
(Подпись)

А.А. Ласуков

\_\_\_\_\_  
(Дата)

Нормоконтроль  
к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_  
(Подпись)

А.А. Ласуков

\_\_\_\_\_  
(Дата)

## 1.1 Аналитическая часть

### 1.1.1 Служебное назначение детали

Корпус КС – 4372.319.507.001 является основным элементом рабочей секции КС – 4372.319.507.000 и предназначен для размещения её деталей, и разводки рабочей жидкости по каналам. Корпус изготавливается из стали 38ХМ ГОСТ 4543-71.

Секция рабочая является силовым модульным распределителем с гидравлическим управлением и предназначена для управления гидроцилиндрами крана. Секция состоит из следующих основных частей: золотник; корпус; двух пружин; двух стаканов; крепёжа и арматуры.

Кроме того, в состав распределителя входят различные резиновые и полиамидные уплотнения.

В корпусе секции выполнены 4 отв.Ø19 для крепления. Набор секций выбирается конструктивно в зависимости от количества силовых элементов крана. Основным элементом корпуса является классное отверстие Ø30Н9 с обработкой Ra0,16 мкм по которому уплотняется золотник. Резьбовые отверстия М8-7Н, расположенные по торцам корпуса предназначены для установки стаканов КС – 4372.319.507.018. Отверстия Ø32 предназначены для размещения уплотнений. Отверстия, выполненные под углом и сопрягаемые с проточками 16мм, являются линиями управления. Отверстия, сопрягаемые с проточками 21мм, являются линиями напора и слива. Отверстия, сопрягаемые с проточками 13мм, являются линиями и слива.

Корпус изготавливается из легированной стали марки 38ХМ. Химический состав хромомолибденовой стали (ГОСТ 4543–71) соответствует приведённому в таблице 1.1, а физико-механические свойства соответствуют приведённым данным в таблице 1.2.

Таблица 1.1 - Химический состав стали

Марка стали	С, %	Si, %	Mn, %	Cr	S	P	Cu	Ni	Mo
				не более, %					
Сталь38ХМ	0,35÷ 0,43	0,17÷ 0,37	0,40÷ 0,70	0,8÷ 1,1	≤0,035	≤0,035	≤0,3	≤0,3	0,15÷ 0,25

Таблица 1.2 - Физико-механические свойства

Марка стали	$\sigma_T$	$\sigma_B$	$\delta$	$\psi$	КСУ	НВ, не более
	МПа	МПа	%	%	кДж/м <sup>2</sup>	-
Сталь38ХМ	884	980	11	45	686	235÷277

$\sigma_T$  – предел текучести;

$\sigma_B$  – предел прочности при растяжении;

$\delta$  – относительное удлинение при разрыве короткого образца;

$\psi$  – относительное сужение сечения;

КСУ – ударная вязкость;

НВ – твердость по Бринеллю.

Технологические свойства материала:

Свариваемость – ограниченно свариваемая. При сварке необходим подогрев и последующая термообработка.

Флокеночувствительность – чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости – не склонна.

### 1.1.2 Анализ базового технологического процесса

Технологический маршрут обработки корпуса КС-4372.319.507.001 имеет следующий вид.

005 Отрезная, станок модели 8А67;

Электромостовой кран, режущий инструмент - пила; мерительный инстр. - линейка. Штучное время 5,2мин.

010,015,020 Фрезерная. Вертикально-фрезерный станок модели 6560Ф1.

Фрезеруются поверхности в размеры  $80 \pm 1$ мм, 78h12; 140<sub>2</sub>. Применяется специальное приспособление, режущий инструмент - Фреза по ГОСТ24359 Т5К10, фреза ВК8. Мерительный инструмент: Рейсмас 280x300; штангенциркуль, линейка, набор щупов, скоба 78h12. Штучное время 2,8, 3,1, 2,6мин.

025 Слесарная, верстак.

Инструмент - круг ГОСТ22775, штучное время 2,4мин.

030. Фрезерная, фрезерный станок модели ГФ21С5.

Фрезеруется поверхность в размеры  $202 \pm 0,5$ мм, сверлятся отв. Ø7Н11 на длину  $16^{+1,5}$  мм. Применяется специальное приспособление; режущий инструмент: фреза, 2 сверла и развертка. Мерительный инструмент: штангенциркуль, пробка, калибр. Штучное время 29,2мин.

035 Слесарная, верстак.

Кран-укосина; инструмент - круг ГОСТ22775, штучное время 2,4мин.

040 Термическая обработка.

045 Сверлильная. Радиально-сверлильный станок модели 2А554.

Кондуктор; режущий инструмент: сверло, зенкер. Мерительный инструмент: шаблон, пробка. Штучное время 9,5мин.

050,055 Фрезерная, станок модели 6560Ф1.

Фрезеруется поверхность в размеры  $37,2 \pm 0,15$ мм 74,4h11. Применяется специальное приспособление; режущий инструмент: фреза Т15К6 ГОСТ24359. Мерительный инструмент: штангенциркуль, микрометр. Штучное время 1,9мин.

065,070 Шлифовальная, станок модели 3Л722В.

Шлифуются поверхности в размеры  $37 \pm 0,15$ мм,  $73,5 \pm 0,1$ мм. Режущий инструмент – круг ПП450x80x203ГОСТ2424. Мерительный инструмент: набор щупов, микрометр, штангенциркуль. Штучное время 7,6мин, 5,45мин.

075 Слесарная, верстак.

Кран-укосина; инструмент - напильник ГОСТ1465, штучное время 2,1мин.

080 Сверлильная, станок модели ГФ2171С5.

Сверлятся 4 отв.Ø8,2Н8, две фаски 0,5х45°, 4 отв.Ø19Н14, фаски 1,0х45°. Применяется специальное приспособление; режущий инструмент: сверла, зенкер, развертка, зенковка. Мерительный инструмент: штангенциркуль, пробка, микрометр. Штучное время 1,9мин.

085 Сверлильная, станок модели ИР500ПМФ-4.

Сверлятся 6 отв.Ø6,2Н8, 6 фасок 1,6х45°, нарезается резьба М8-7Н. Применяется специальное приспособление; режущий инструмент: сверло, зенкер, резец, метчик. Мерительный инструмент: щуп, шаблон, штангенциркуль, пробка, микрометр. Штучное время 60мин.

090 Контрольная, плита.

095,100 Токарная, станок модели 1740РФ3.

Обрабатываются отверстия Ø28Н12, 2 отверстия Ø40±1мм, 2 отверстия Ø32+1,6 на длину 35,5+0,25 мм, 59-0,25 мм, 83,5+0,26 мм, 114+0,36мм, 16+0,43мм, 132,5+0,4 мм, 159,6+0,4мм, 168,5-0,4мм. Применяется специальное приспособление; режущий инструмент: специальные резцы; Мерительный инструмент: штангенциркуль, штангенглубиномер, штангеннутромер. Штучное время 41мин, 35,5мин.

105 Слесарная, верстак.

Инструмент - щетка-ерш, штучное время 2,5мин.

110 Сверлильная, станок модели ИР500ПМФ-4.

Сверлятся 2 отв.Ø20Н14, Ø35,3Н11, Ø33,5Н11, нарезается резьба М33х2-7Н. Применяется специальное приспособление; режущий инструмент: сверло, фреза 25х100, фреза 20Н12, сверло 29,25 ГОСТ10903, развертка 33,5Н11-45°, развертка 31Н9-5°, метчик М33х2 ГОСТ3266. Мерительный инструмент: пробка проходная М33х2, щуп ГОСТ8926, шаблон, штангенциркуль, пробка Ø20Н14, пробка 33,5Н11, пробка 35,3Н11, шаблон Б, шаблон М. Штучное время 49мин.

115 Слесарная, верстак.

Инструмент - щетка-ерш. Штучное время 2,5мин.

120 Сверлильная, станок модели ИР500ПМФ-4.

Сверлятся 7 отв.Ø32Н11 на длину 1,85, Ø21Н14 на длину 57+1,9, Ø18Н14 и Ø29Н11 на длину 2,6. Применяется специальное приспособление; режущий инструмент: сверло, фреза 20 Т5К10, сверло 18,25 ГОСТ10903, сверло 18,5 ГОСТ10903, зенкер 21Н2. Мерительный инструмент: штангенрейсмас ШР 40-400-Пр5, специальный прибор, щуп ГОСТ8926, штангенциркуль, пробка Ø21Н14, пробка 18Н14, пробка 29Н11, пробка 32Н11, шаблон. Штучное время 10,5мин.

125 Слесарная, верстак.

Инструмент - щетка-ерш, шабер 240, оправка, притир. Штучное время 15,1мин.

130 Промывка. Камера, кран-укосина.

135,140 Контроль

142 Расточная, станок модели 2Д450.

Растачивается отв. Ø29,8Н9. Мерительный инструмент: калибры 150-2495, пробка Ø29,8Н9.

143 Слесарная, верстак.

Очистить деталь сжатым воздухом.

145 Хонинговальная, станок модели GEHRING.

Приспособление подставка. Обрабатывается отверстие Ø30Н9. Режущий инструмент - специальная хонинговальная головка. Мерительный инструмент: нутромер ГОСТ9244, индикатор 1 МИГ ГОСТ9696, набор колец, набор калибров. Штучное время 20,7мин.

150 Промывка. Кран-укосина, камера

В базовом технологическом процессе применяется в основном универсальное оборудование, четыре станка с ЧПУ.

В качестве режущего инструмента применяются как стандартные, так и специальные инструменты.

В качестве контрольных инструментов применяются стандартные штангенциркули, штангенрейсмасс, линейки, пробки, резьбовые и гладкие калибры.

Произведя анализ базового технологического процесса, можно сделать следующие выводы:

1. Используется большое количество оборудования.
2. Нет концентрации операций и переходов, т.е. процесс дифференцирован.
3. Большая длительность и трудоемкость изготовления детали.
4. Не учтена возможность применения комбинированного инструмента для одновременного сверления и зенкерования двух отверстий с образованием фасок.
5. При выполнении проточек применяются резцы расточные. В этом случае, рациональнее устанавливать деталь в специальном приспособлении с базированием по ранее выполненным отверстиям и проточки фрезеровать.

### 1.1.3 Производственная программа выпуска

Для каждого типа производства характерны свои технологические процессы изготовления деталей. Поэтому, прежде чем приступить к проектированию технологического процесса механической обработки детали, необходимо, исходя, из заданной производственной программы и характера подлежащей обработки детали установить тип производства и соответствующую ему форму организации выполнения технологического процесса.

Тип производства на данном этапе определяется ориентировочно. Программа выпуска изделий составляет 1000 шт. в год. Согласно таблице 2.1 [22] в зависимости от массы детали (12,1 кг) устанавливаем тип производства - среднесерийный. После разработки технологического процесса тип производства подлежит уточнению по коэффициенту закрепления операций.

Рассчитываем размер партии запуска деталей в производство:

$$n = \frac{N \cdot a}{F} \quad (1.1)$$

где  $N$  – годовая программа выпуска изделия;

$F_a = 248$  – число рабочих дней в году;

$a = 3, 6, 12, 24$  – периодичность запуска в днях.

$$n = \frac{1000 \cdot 12}{248} = 48$$

## 1.2 Формулировка проектной задачи

### 1.2.1 Наименование и область применения разработки

Тема представленной выпускной квалификационной работы «Проектирование технологического процесса изготовления корпуса КС4372.319.507.001». Областью применения данной разработки может быть участок цеха завода грузоподъемных машин.

### 1.2.2 Основание для разработки

Основанием для курсового проекта является задание на проектирование технологического процесса механической обработки. Также необходимо учесть стоимость получаемого изделия, правильно подобрав оборудование, технологическую оснастку, средства механизации и автоматизации оборудования.

В условиях рыночной экономики от внедрения технологических процессов требуется прогрессивность, повышенная производительность работы выпускаемого изделия, повышение качества выпускаемого изделия. Кроме того, требуется разработка технологических процессов в кратчайшие сроки, что не может быть достигнуто без применения автоматизированных средств проектирования и подготовки производства.

### 1.2.3 Цель и назначение разработки

Технологический процесс – это совокупность технологических операций, обеспечивающих обработку заготовки по технологическому маршруту.

Целью проектирования является разработка технологического процесса механической обработки корпуса, в котором должны быть устранены все недостатки, выявленные в процессе анализа базового технологического процесса, с применением оборудования, соответствующего типу производства. Разрабатываемый технологический процесс должен обеспечить требуемую по чертежу точность изготовления при минимальной себестоимости изготовления изделия.

Одной из главных задач при проектировании технологического процесса является оптимальный выбор в соответствии с годовой программой выпуска заготовки, обеспечивающей при минимальных затратах на ее изготовление минимальный объем механической обработки.

### 1.2.4 Источники разработки

Источниками разработки являются:

- действующий технологический процесс обработки детали;
- рабочий чертеж заготовки, детали и сборочной единицы;
- технические паспорта используемого оборудования;
- методические указания по выполнению выпускной квалификационной

работы;

- справочная литература и ГОСТы.

### 1.2.5 Технические требования на разработку

На каждое разработанное изделие составляют технические условия – документ, входящий в комплект технической документации на промышленную продукцию, в котором указываются комплекс технических требований к продукции, правила ее приемки и поставки, методы контроля, условия эксплуатации, транспортирования и хранения.

Технические требования определяют основные параметры и размеры, свойства или эксплуатационные характеристики изделия, показатели качества и комплектности.

Технические требования должны содержать: состав разработки и требования к содержанию; показатели надежности; требования к технологичности; требования по охране труда; эксплуатационные требования; требования к патентной чистоте; условия использования, технического обслуживания и ремонта; требования к маркировке, транспортированию, хранению и установке; дополнительные требования.

### 1.2.6 Основные разделы проекта

Стадии и этапы разработки проекта, основанные на методических указаниях по выполнению курсового проекта, следующие:

1. Аналитическая часть;
2. Формулировка проектной задачи;
3. Технологическая часть;
4. Конструкторская часть;
5. Организационная часть;
6. Экономическая часть;
7. Квалиметрическая оценка проекта.

### 1.3 Поиск оптимального решения проектной задачи

#### 1.3.1 Цель и задачи поисковой деятельности

При разработке технологических процессов машиностроительного производства перед технологом возникает задача выбора из нескольких вариантов обработки один, обеспечивающий наиболее экономичное решение поставленной задачи, тем более что современные способы механической обработки, большое разнообразие станков, новые методы обработки и получения заготовок способствуют расширению числа вариантов.

Используя сведения, полученные при анализе действующего технологического процесса механической обработки, можно сделать вывод, что базовые технологические процессы не отвечают требованиям современного производства и уровню развития техники, поэтому не могут конкурировать на рынке поставляемой продукции.

Задачей данной выпускной квалификационной работы является разработка нового технологического процесса. Необходимо применять более прогрессивные виды оборудования и технологической оснастки, тем самым добиться повышения производительности труда и уменьшения себестоимости продукции, а, следовательно, и ее конкурентоспособности.

Целью проектирования является разработка технологического процесса механической обработки корпуса распределителя, в котором должны быть устранены все недостатки, выявленные в процессе анализа базового технологического процесса, с применением оборудования, соответствующего типу производства. Разрабатываемый технологический процесс должен обеспечить требуемую по чертежу точность изготовления при минимальной себестоимости изготовления изделия.

#### 1.3.2 Поиск оптимального варианта способа получения заготовки

Целью поиска оптимального варианта метода получения заготовки является отыскание такого способа, при котором конфигурация заготовки максимально приближена к форме детали при наименьших затратах на ее изготовление.

Заготовку предполагается получать литьем в песчано-глинистые формы с машинной формовкой. Данный метод полностью удовлетворяет условиям серийного производства и конфигурации детали.

#### 1.3.3 Поиск оптимального варианта технологического процесса механической обработки

Целью данного поиска является вариант технологического процесса механической обработки, при котором готовое изделие будет соответствовать техническим требованиям при наименьших трудовых, материальных и прочих затратах на изготовление детали.

Намечая технологический маршрут обработки детали, следует придерживаться следующих правил:

- не проектировать выполнение операций на уникальных дорогостоящих станках, в случаях, когда их применение технологически и экономически не обосновано;

- использовать по возможности стандартный режущий и мерительный инструменты;

- обрабатывать наибольшее количество поверхностей за одну установку детали.

При анализе базового технологического процесса были выявлены некоторые недостатки. Для этого был введен ряд изменений в технологический процесс с целью соответствия его вышеперечисленным требованиям.

При разработке технологического процесса механической обработки был применен принцип концентрации операций, позволивший сократить количество операций, переустановок заготовки и повысить точность обработки; модернизированы приспособления; применены современные виды инструмента; будет применено многоместное приспособление, что позволит сократить время на обработку детали и вспомогательное время.

## 1.4 Технологическая часть

### 1.4.1 Анализ технологичности корпуса

Технологичность конструкции деталей обуславливается (по ГОСТ 14.201–83; 14.204–83; 14.205–83):

- а) рациональным выбором исходных заготовок и материалов;
- б) простотой формы детали;
- в) рациональной простановкой размеров;
- г) назначением оптимальной точности размеров, формы и взаимного расположения поверхностей, параметров шероховатости и технических требований.

Технологичность детали оценивается с точки зрения возможности применения простых инструментов, методов обработки и измерения, удобства и надежности базирования детали для обработки.

Технологичность – понятие комплексное. Она оценивается качественно и количественно.

Чертеж содержит пять видов детали, а также сечения и выносные элементы. Размеры на чертеже полностью определяют геометрическую форму и пространственное положение обрабатываемых поверхностей. Деталь не содержит замкнутых размерных цепей. Шероховатость, точность и допуски пространственных отклонений поверхностей назначены в соответствии с их эксплуатационным назначением. Технические требования на чертеже полностью обоснованы.

#### 1.4.1.1 Качественная оценка технологичности

Качественная оценка технологичности корпуса КС – 4372.319.507.001 показывает, что:

- конструкция детали допускает обработку плоскостей на проход;
- конструкция детали обеспечивает свободный доступ инструмента к обрабатываемым поверхностям;
- в корпусе имеются отверстия, расположенные под углами основным плоскостям проекций;
- деталь жесткая и не ограничивает режимы резания;
- в корпусе отсутствует внутренняя резьба большого диаметра;
- в конструкции детали имеются базовые поверхности, достаточные по размерам и расстоянию.

Нетехнологичным является то, что в корпусе имеются глухие отверстия, расположенные под углом.

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что с позиции качественной оценки данная деталь достаточно технологична.

Наиболее трудным в изготовлении участком являются три соосные отверстия под уплотнительное кольцо диаметрами 33,5Н11 и резьбу М33×2-7Н, и цековка Ø55. Одним из вариантов способа их изготовления является применение специального инструмента.

Способ получения заготовки – машинная газорезка из листа.

## 1.4.2 Выбор заготовки и метода ее изготовления

Себестоимость изготовления детали определяется суммой затрат на исходную заготовку и её механическую обработку, поэтому в конечном счёте важно обеспечить снижение всей суммы, а не одной её составляющих. Метод получения заготовок для деталей машин определяется назначением и конструкцией детали, материалом, серийностью производства, а также экономичностью изготовления. Исходя из конструкции детали, серийности производства, заготовку для рассматриваемой детали можно получить из проката, литьём в земляные формы и свободной ковкой. Оптимальным было бы изготовить заготовку из полосы 85x140, но ГОСТ103 ограничивает полосу по толщине (максимальная толщина 60мм), таким образом, полоса исключается. При литье возможен большой процент некачественных заготовок из-за неоднородности материала, возможны поры и флокены, что для корпуса распределителя исключено. Таким образом, производим технико-экономический расчёт двух вариантов изготовления заготовки: из листа газорезкой и метод изготовления заготовки свободной ковкой.

Произведём сравнение вариантов выбора заготовки на основе экономического расчёта по формуле технологической себестоимости детали [6]:

$$S_T^I = \frac{m_{\text{дет}}}{K_{\text{им}}} \cdot [C_{\text{заг}} + C_c \cdot (1 - K_{\text{им}})], \quad (1.2)$$

где  $K_{\text{им}}$  - проектный коэффициент использования материала заготовки;

$C_{\text{заг}}$  - стоимость 1 кг материала заготовки, руб;

$C_c = 0,495$  руб/кг – стоимость срезания 1 кг стружки при механической обработке в среднем по машиностроению.

### 1.4.2.1 Заготовка, получаемая вырезкой из листа

Заготовку получаем машинной газовой вырезкой из листа 80x1800x3500 ГОСТ19903.

Определяем припуски на заготовку [2,стр.183]

На длину 197мм припуск и допуск  $2 \cdot 6 \pm 1$ мм.

На ширину 140мм припуск и допуск  $2 \cdot 6 \pm 1$ мм.

Определяем размеры заготовки:

ширина  $140+12=152$  принимаем  $152 \pm 1$ мм;

высота  $80 \pm 1$ мм;

длина  $197+12=209$  принимаем  $209 \pm 1$ мм.

Объём заготовки:

$$V_3 = (20,9 \cdot 8 \cdot 15,2) = 2541,44 \text{ см}^3$$

Масса заготовки:  $m_3 = \rho \cdot V_3 = 7,85 \cdot 2541,44 = 19950,3$ г или 19,3 кг.

Коэффициент использования материала:

$$K_{\text{им}} = \frac{m_{\text{д}}}{m_3} = \frac{12,1}{19,3} = 0,63;$$

$C_{\text{заг}} = 12$  руб – стоимость 1 кг проката стали 38ХМ (2010г.).

$C_c = 0,495$  руб/кг – стоимость срезания 1 кг стружки при механической об-

работке в среднем по машиностроению.

Технологическая себестоимость заготовки:

$$S_T^I = \frac{12,1}{0,63} \cdot [12 + 0,495 \cdot (1 - 0,63)] = 234 \text{ руб.} \parallel$$

### 3.2.2 Заготовка, получаемая свободной ковкой

Расчет заготовки производим в соответствии с размерами детали и ГОСТ 7829-70.

Определяем основные припуски по табл.2.:

На длину 197мм припуск и допуск  $2 \cdot 11,5 \pm 2,5$  мм.

На размер 140мм припуск и допуск  $2 \cdot 4,5 \pm 3$  мм.

На толщину 74мм основной припуск и допуск  $2 \cdot 4,5 \pm 3$  мм.

Определяем размеры поковки:

размер  $140+9=149$  принимаем  $149 \pm 3$  мм;

размер  $74+9=83$  принимаем  $83 \pm 3$  мм;

длина  $197+23=220$  принимаем  $220 \pm 8$  мм.

Радиус закругления наружных углов принимаем 10 мм.

Объем заготовки:

$$V_3 = (22 \cdot 8,3 \cdot 14,9) = 2770,74 \text{ см}^2$$

Масса заготовки:  $m_3 = \rho \cdot V_3 = 7,85 \cdot 2770,74 = 21357,81$  г или 21,4 кг. С учётом радиусов скругления  $m=21,1$  кг.

Технологическая себестоимость заготовки:

$$S_T^{II} = \frac{m_{дет}}{K_{им}} \cdot [C_{заг} + C_c \cdot (1 - K_{им})], \quad (1.3)$$

Коэффициент использования материала:

$$K_{им} = \frac{m_d}{m_3} = \frac{12,1}{21,4} = 0,57;$$

$C_{заг} = 12$  руб – стоимость 1 кг стали 38ХМ.

$C_c = 0,495$  руб/кг – стоимость срезания 1 кг стружки при механической обработке в среднем по машиностроению.

$$S_T^{II} = \frac{12,1}{0,57} \cdot [12 + 0,495 \cdot (1 - 0,57)] = 259,3 \text{ руб.}$$

### 1.4.2.3 Оценка экономической эффективности заготовки

Таким образом, при приблизительно равной цене заготовка, получаемая вырезкой из листа экономически более выгодна, чем заготовка, получаемая свободной ковкой. При приблизительно равных затратах материала, затраты на изготовление заготовки из листа очевидно меньше, чем затраты на производство поковки. Примерную экономическую прибыль от получения заготовки свободной ковкой определяем по формуле:

$$(S_T^I - S_T^{II}) \cdot N, \quad (1.4)$$

где  $N=1000$  годовая программа выпуска, шт.

$$(259,3 - 234) \cdot 1000 = 25300 \text{ руб.}$$

Окончательно принимаем первый метод получения заготовки как базовый.

### 1.4.3 Выбор баз

Большое значение при проектировании технологического процесса, с точки зрения обеспечения заданной точности, имеет выбор баз.

Под базированием понимают придание заготовке или изделию требуемого положения относительно выбранной системы координат. При механической обработке заготовки на станке базирование принято считать придание заготовке требуемого положения относительно элементов станка, определяющих траекторию движения подачи обрабатывающего инструмента.

Известно, что для полного исключения подвижности тела в пространстве необходимо лишить его шести степеней свободы.

При выборе баз необходимо руководствоваться принципом совмещения баз, т.е. следует за технологические базы по возможности применять измерительные базы. Обработка заготовки обычно начинается с создания технологических баз. Вначале за технологическую базу приходится применять черновые поверхности. Выбранная черновая база должна обеспечивать равномерность снятия припуска при последующей обработке поверхностей с базированием на обработанную базу и наиболее точное взаимное положение поверхностей детали. При построении маршрута обработки следует соблюдать принцип постоянства баз, т.е. на всех основных операциях использовать в качестве баз одни и те же поверхности заготовки.

Для проектируемого технологического процесса.

Операция 005 Вертикально- фрезерная

Заготовка базируется по плоскостям в тисках.

На все линейные размеры измерительная и технологическая базы совпадают, поэтому погрешность базирования равна нулю,  $\epsilon_6=0$ .

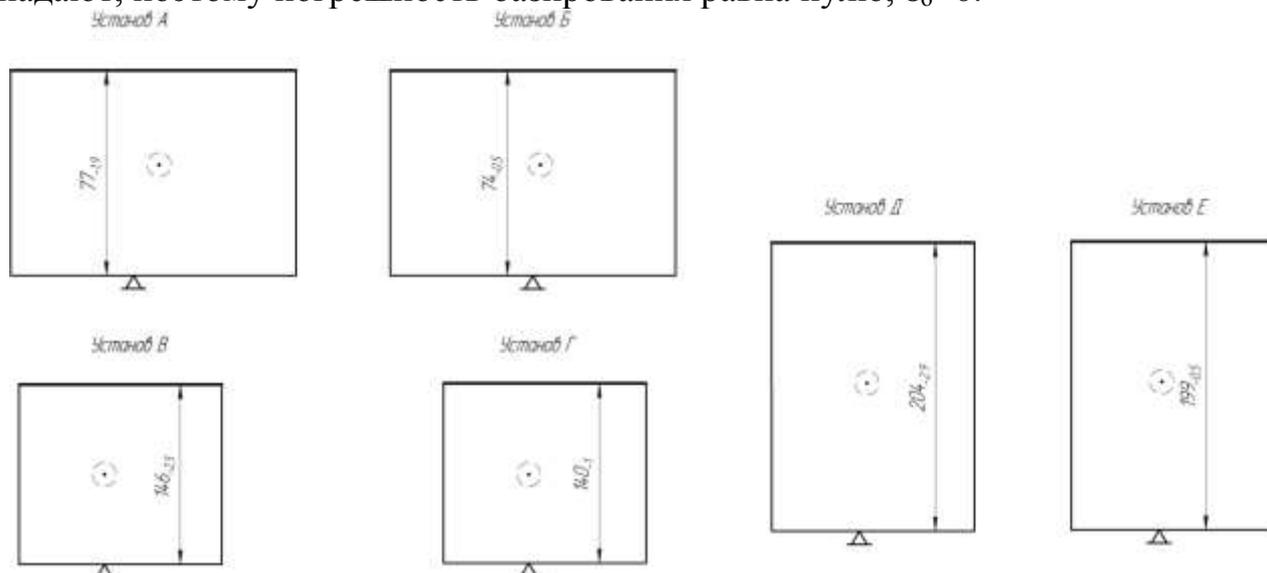


Рисунок 1.1

Операция 015 Плоскошлифовальная

Заготовка базируется по плоскости на магнитной плите стола станка. Погрешность базирования  $\epsilon_6=0$ .

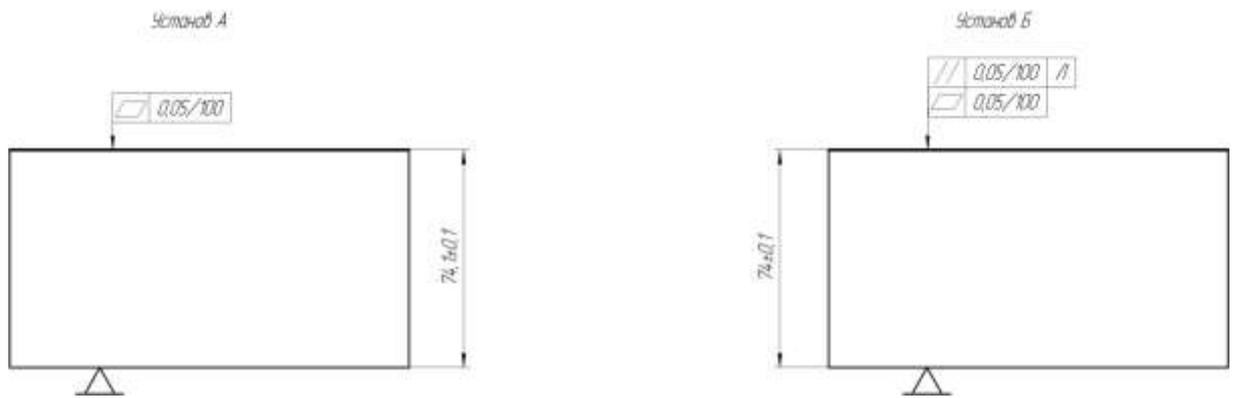


Рисунок 1.2

### Операция 020 Вертикально – сверлильная

Заготовка базируется по трём плоскостям в специальном приспособлении. Погрешность на размеры  $18 \pm 0,5$ ;  $100 \pm 0,1$ ;  $9 \pm 0,3$ ;  $182 \pm 0,1$   $\epsilon_6 = 0$ . Погрешность базирования на размеры  $16^{+1,5}$  и  $12^{+1}$   $\epsilon_6 = 0,2$  мм (допуск на толщину заготовки после шлифования)

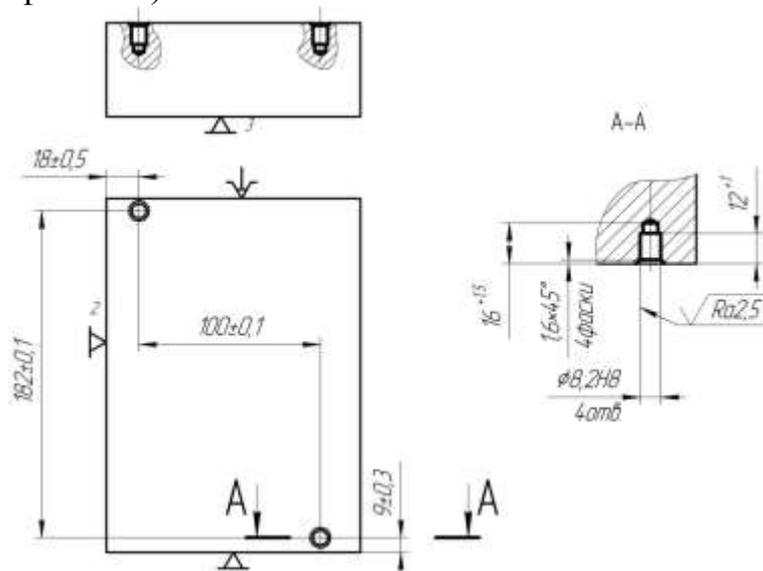


Рисунок 1.3

### Операция 025 Сверлильно-фрезерно-расточная

Заготовка базируется по плоскости цилиндрическому пальцу и срезанному пальцу в специальном приспособлении.

Погрешность базирования на диаметральные и линейные размеры:

Деталь базируется отверстием  $\varnothing 8,2^{+0,022}$ , на палец  $\varnothing 8,2f9 \begin{pmatrix} -0,013 \\ -0,049 \end{pmatrix}$

$$\epsilon_D = S_{\min} + \delta_A + \delta_B, \quad (1.5)$$

где  $\delta_A$  – допуск на размер базового отверстия;

$\delta_B$  – допуск на размер пальца (оправки);

$S_{\min}$  – минимальный гарантированный зазор

$$\delta_A = 22 \text{ мм}, \quad \delta_B = 36 \text{ мм}, \quad S_{\min} = 13 \text{ мкм}$$

$$\epsilon_D = 13 + 22 + 36 = 71 \text{ мкм}$$

$$\epsilon_h = 42 + 25 + 105 = 172 \text{ мкм}$$

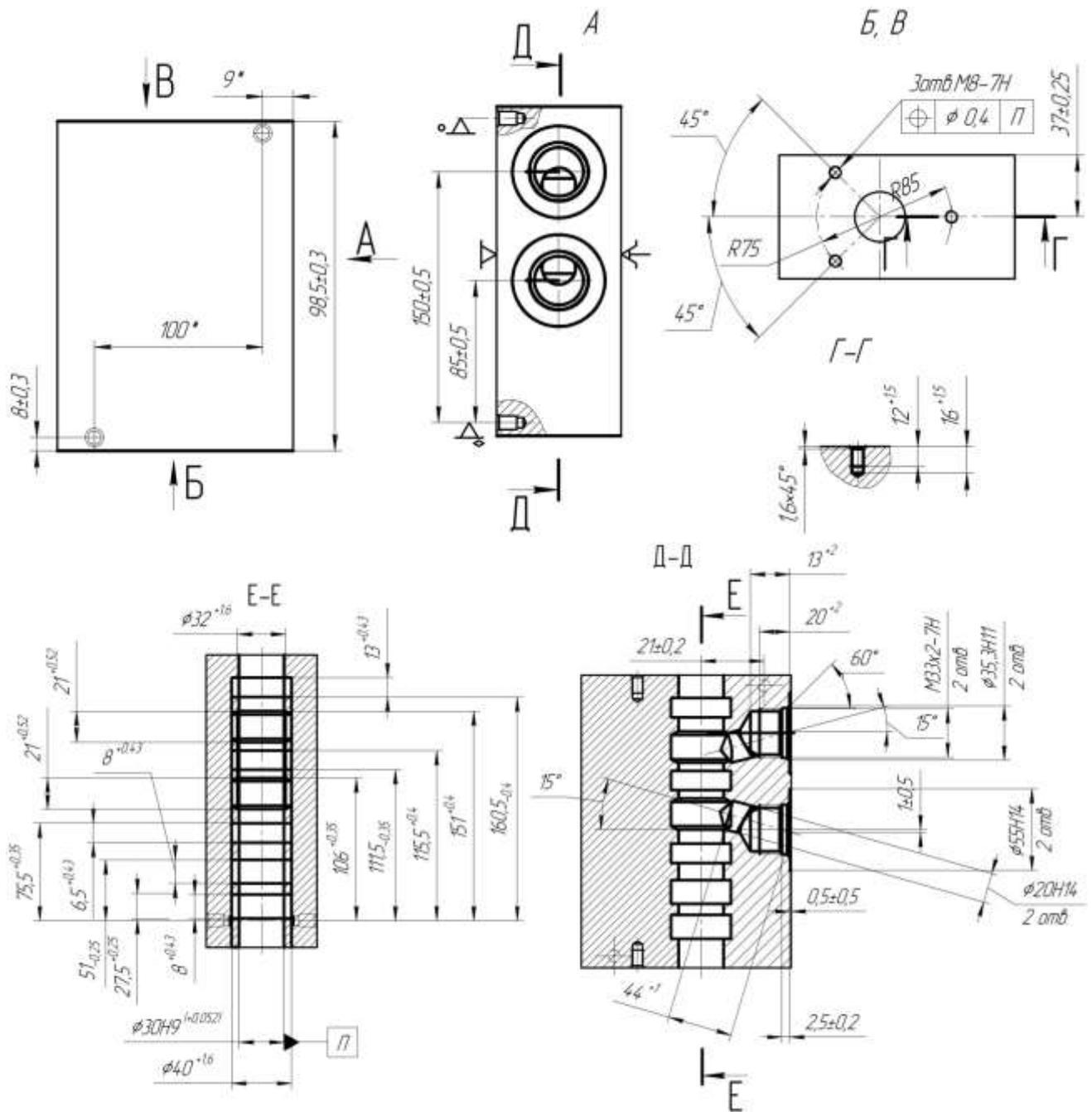


Рисунок 1.4

Операция 030 Сверлильно-фрезерно-расточная

Заготовка базируется по плоскости цилиндрическому пальцу и срезанному пальцу в специальном приспособлении.

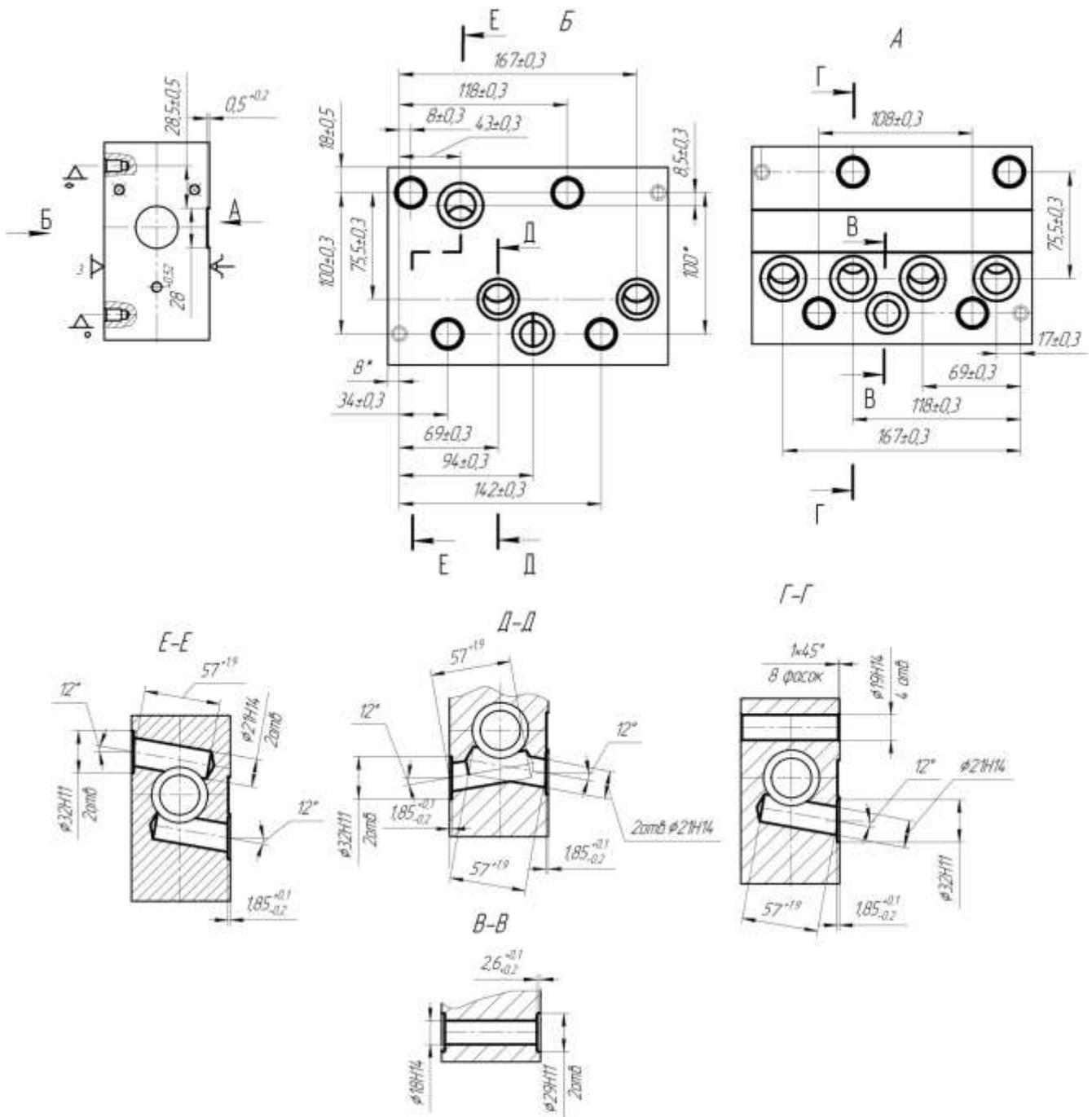


Рисунок 1.5

### Операция 035 Хонинговальная

Заготовка базируется по плоскости цилиндрическому пальцу и срезанному пальцу в специальном приспособлении. Погрешность базирования на выполняемый размер  $\varepsilon_6=0$

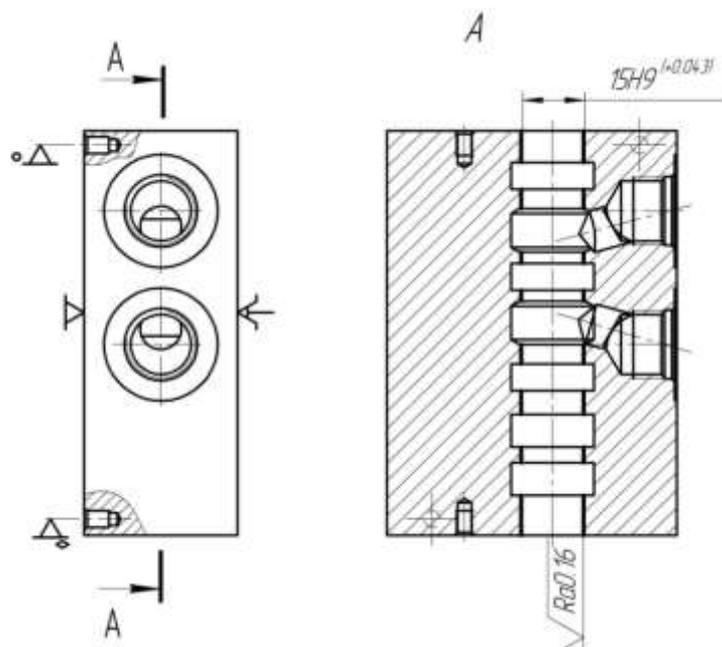


Рисунок 1.6

#### 1.4.4 Составление технологического маршрута обработки

Порядок технологического процесса (ТП) устанавливаем в зависимости от характера продукции и типа производства. Он приведен в таблице 1.3

Таблица 1.3 – Технологический маршрут обработки

Номер операции	Наименование и краткое содержание операции	Наименование станка
1	2	3
005	<p>Фрезерная Установ А: Фрезеровать поверхность в размер <math>77_{-1,9}</math></p> <p>Установ Б: Фрезеровать поверхность в размер <math>75_{-0,5}</math></p> <p>Установ В: Фрезеровать поверхность в размер <math>146_{-2,5}</math></p> <p>Установ Г: Фрезеровать поверхность в размер <math>140_{-1,0}</math></p> <p>Установ Д: Фрезеровать поверхность в размер <math>204_{-2,9}</math></p> <p>Установ Е: Фрезеровать поверхность в размер <math>199_{-0,5}</math></p>	Вертикально-фрезерный 6P13
010	Слесарная	
015	<p>Плоскошлифовальная Установ А: Шлифовать поверхность в размер <math>74_{1-0,1}</math></p> <p>Установ Б: Шлифовать поверхность в размер <math>74 \pm 0,1</math></p>	Плоскошлифовальный 3E711B

Продолжение таблицы 1.3

1	2	3
020	<p>Вертикально-сверлильная Установ А:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Центровать 2отв. с образованием двух фасок <math>0,5 \times 45^\circ</math></li> <li>2. Сверлить 2отверстия <math>\varnothing 6^{+0,3}</math> в размеры <math>18 \pm 0,5</math>; <math>9 \pm 0,3</math>; <math>182 \pm 0,1</math>; <math>100 \pm 0,1</math></li> <li>3. Развернуть 2 отверстия в размер <math>\varnothing 8,2H9</math></li> </ol> <p>Установ Б: Повторить переходы 1-4 с установа А</p>	<p>Вертикально-сверлильный 2P135Ф2-1</p>
025	<p>Сверлильно - фрезерно - расточная Позиция I</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Фрезеровать поверхность в размер <math>8 \pm 0,3</math></li> <li>2. Центровать 3 отверстия <math>\varnothing 10H12</math> с углом конуса <math>90^\circ</math>, в размеры <math>42 \pm 0,2</math>; <math>37 \pm 0,25</math>; (<math>\varnothing 75</math> и <math>\varnothing 85</math> под <math>45^\circ</math>)</li> <li>3. Сверлить 3 отверстия <math>\varnothing 6,2H12</math> на глубину <math>16^{+1,5}</math></li> <li>4. Нарезать резьбу М8-7Н в трёх отверстиях, глубиной <math>12^{+1,5}</math></li> <li>5. Сверлить отверстие <math>\varnothing 28H14</math> на длину 100мм</li> </ol> <p>Позиция II Поворот заготовки на <math>90^\circ</math></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>6. Сверлить 2 отверстия <math>\varnothing 28H14</math> на глубину <math>26^{+2}</math></li> <li>7. Зенкеровать 2 гнезда <math>\varnothing 30H11</math> глубиной <math>26^{+2}</math>; <math>\varnothing 33,5H11</math> глубиной <math>5 \pm 0,2</math> и фаской <math>45^\circ</math>; <math>\varnothing 35,3H11</math> фаской <math>60^\circ</math>; <math>\varnothing 55H14</math> на глубину <math>1 \pm 0,5</math> комбинированным инструментом</li> <li>8 Фрезеровать резьбу М33×2-7Н в двух отверстиях, глубиной <math>20^{+2}</math></li> </ol> <p>Позиция III Поворот заготовки на <math>90^\circ</math></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>9. Фрезеровать поверхность в размер <math>197 \pm 0,3</math></li> <li>10. Центровать три отверстия <math>\varnothing 10H12</math> с углом конуса <math>90^\circ</math>, в размеры <math>42 \pm 0,2</math>; <math>37 \pm 0,25</math>; (<math>\varnothing 75</math> и <math>\varnothing 85</math> под <math>45^\circ</math>)</li> <li>11. Сверлить 3 отверстия <math>\varnothing 6,2H12</math> на глубину <math>16^{+1,5}</math></li> <li>12. Нарезать резьбу М8-7Н в трёх отверстиях, глубиной <math>12^{+1,5}</math></li> <li>13. Сверлить отверстие <math>\varnothing 28H14</math> на длину</li> </ol>	<p>Сверлильно-фрезерно-расточной ИР320ПМФ4</p>

Продолжение таблицы 1.3

1	2	3
	<p>100мм            14. Расточить отверстие Ø29,8H11 напроход            15. Развернуть отверстие Ø30H9 (<sup>+0,052</sup>)            16. Фрезеровать две канавки 16<sup>+0,43</sup> в размеры 27,5<sup>+0,25</sup>; 51<sub>-0,25</sub>            17. Фрезеровать три канавки 13<sup>+0,43</sup> в размеры 75,5<sup>+0,35</sup>; 160,5<sub>-0,4</sub>; 115,5<sup>+0,4</sup>            18. Фрезеровать две канавки 21<sup>+0,52</sup> в размеры 151<sup>+0,4</sup>; 106<sup>+0,35</sup>; Ø32<sup>+16</sup>; 30°;            Позиция IV            Поворот заготовки на 255°            19. Центровать отверстие Ø10H14 с углом конуса 90°, в размеры 1±0,5; 37±0,25            20. Сверлить отверстие Ø20H14 на глубину 44<sup>+1</sup>            Позиция V            Поворот заготовки на 30°            21. Центровать отверстие Ø10H14 с углом конуса 90°, в размеры 1±0,5; 37±0,25            22. Сверлить отверстие Ø20H14 на глубину 44<sup>+1</sup></p>	
030	<p>Сверлильно - фрезерно - расточная            Позиция I            1. Центровать пять отверстий Ø10H12 с углом конуса 90°, в размеры 8±0,3; 118±0,3; 34±0,3; 100±0,3; 142±0,3; 94±0,3            2. Сверлить отверстие Ø18H14 на проход            3. Сверлить четыре отверстия Ø19H14            4. Зенковать четыре фаски 1×45°            5. Цековать три отверстия Ø32H11, глубиной 1,85<sup>+0,1</sup><sub>-0,2</sub>, в размеры 17±0,3; 69±0,3; 118±0,3; 167±0,3; 75,5±0,3            6. Цековать отверстие Ø29H11, глубиной 2,6<sup>+0,1</sup><sub>-0,2</sub>, в размеры 100±0,3; 94±0,3            Позиция II            Поворот заготовки на 12°            7. Центровать два отверстия Ø10H12 с углом конуса 90°, в размеры 17±0,3; 69±0,3; 118±0,3; 167±0,3; 75,5±0,3            8. Сверлить два отверстия Ø21H14 на</p>	Сверлильно-фрезерно-расточной ИР320ПМФ4

Продолжение таблицы 1.3

1	2	3
	<p>глубину <math>57^{+1,9}</math>                      Позиция III                      Поворот заготовки на минус <math>24^\circ</math>                      9. Центровать отверстие <math>\varnothing 10H12</math> с углом конуса <math>90^\circ</math>, в размеры <math>8,5 \pm 0,3</math>; <math>43 \pm 0,3</math>                      10. Сверлить отверстие <math>\varnothing 21H14</math> на глубину <math>57^{+1,9}</math>                      Позиция IV                      Поворот заготовки на <math>168^\circ</math>                      11. Зенковать четыре фаски <math>1 \times 45^\circ</math>                      12. Цековать отверстие <math>\varnothing 29H11</math>, глубиной <math>2,6^{+0,1}_{-0,2}</math>, в размеры <math>100 \pm 0,3</math>; <math>94 \pm 0,3</math>                      13. Цековать четыре отверстия <math>\varnothing 32H11</math>, глубиной <math>1,85^{+0,1}_{-0,2}</math>, в размеры <math>8,5 \pm 0,3</math>; <math>43 \pm 0,3</math>; <math>69 \pm 0,3</math>; <math>167 \pm 0,3</math>; <math>75,5 \pm 0,3</math>                      14. Фрезеровать паз <math>28^{+0,52}</math> в размеры <math>0,5 \pm 0,2</math>; <math>28,5 \pm 0,5</math> на всю длину                      Позиция V                      Поворот заготовки на <math>12^\circ</math>                      15. Центровать 4 отверстия <math>\varnothing 10H12</math> с углом конуса <math>90^\circ</math>, в размеры <math>69 \pm 0,3</math>; <math>167 \pm 0,3</math>; <math>75,5 \pm 0,3</math>                      16. Сверлить 4 отверстия <math>\varnothing 21H14</math> на глубину <math>57^{+1,9}</math></p>	
035	Хонинговальная Хонинговать отверстие $\varnothing 30H9$ на всю глубину	Хонинговальный 3E820Д-2
040	Слесарная	
045	Контроль	

#### 1.4.5 Выбор средств технологического оснащения

##### 1.4.5.1 Выбор оборудования

005 Вертикально фрезерный станок модели 6P13

Размеры рабочей поверхности стола ,мм	1600x400
Наибольшие перемещения стола ,мм:	
Ось X	1000
Ось Y	300
Ось Z	420
Наибольшие перемещения гильзы со шпинделем ,мм	80
Внутренний конус шпинделя-	50
Число скоростей шпинделя-	18

Частота вращения шпинделя ,об/мин	31,5-
1600	
Число подач стола	18
Подача, мм/мин	25-1250
Скорость быстрого перемещения, мм/мин	3000
Мощность электродвигателя привода, кВт	11
Габаритные размеры, мм:	
Длина	2560
Ширина	2260
Высота	2120
Масса, кг	4200
015 Плоскошлифовальный станок 3E711B	
Размеры рабочей поверхности стола (ширина×длина), мм	630×200
Наибольшие размеры обрабатываемых заготовок, мм	630×200×320
Масса обрабатываемых заготовок, кг, не более	220
Наибольшее расстояние от оси шпинделя до зеркала стола, мм	445
Наибольшее перемещение стола и шлифовальной бабки, мм :	
продольное	700
поперечное	250
вертикальное	320
Размеры шлифовального круга (наружный диаметр×высота×внутренний диаметр) или тип и размеры шлифовальных сегментов	
250×40×76	
Частота вращения шпинделя шлифовального круга, об/мин	35
Скорость продольного перемещения стола, м/мин	б/с
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	4
Габарит станка (длина×ширина×высота),мм	
2730×1801×1915	
Масса станка, кг	3200 кг
020 Вертикально-сверлильный станок 2P135Ф2-1	
Наибольший условный диаметр сверления в стали, мм	35;
Рабочая поверхность стола, мм	400х710
Наибольшее расстояние от нижнего торца шпинделя до рабочей поверхности стола, мм	60
Вылет шпинделя, мм	450
Наибольшее вертикальное перемещение сверлильной (револьверной) головки, мм	560
Конус Морзе отверстия шпинделя	4
Число скоростей шпинделя	12
Частота вращения шпинделя, об/мин	45...2000
Число подач шпинделя	18
Подача шпинделя, мм/мин	10...50
Мощность электродвигателя привода главного движения	3,7
Габаритные размеры, мм:	

длина	1800
ширина	2170
высота	2700
Масса, кг	4700
025 и 030 Сверлильно–фрезерно–расточной станок ИР320ПМФ4	
Класс точности станка	П
Размеры рабочей поверхности стола, мм	320×320
Наибольшая масса изделия	150
Наибольшие габаритные размеры детали, мм	
300×250×250	
Наибольший диаметр сверления в стали, мм	20
Наибольший диаметр торцевой фрезы, мм	150
Диаметр растачиваемого отверстия, мм	200
Диапазон частот вращения шпинделя, об/мин	13...5000
Наибольший крутящий момент на шпинделе, Н·м	200
Количество инструментов в магазине	36
Время смены инструмента, с	14
Габариты станка, мм	
3840×2300×2507	
Масса станка, кг	10000
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	7,5
035 Хонинговальный станок 3Е820Д-2	
Диаметр хонингования х ход шпинделя, мм, не более	50х70
Частота вращения шпинделя, об/мин	80...800
Скорость движения инструментальной головки, м/мин	
и ил дв. ход/мин...:	до16* (* подача, мм, на двойной ход)
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	2,2х2
Габарит станка (длина×ширина×высота),мм	
1990×26351×2370	
Масса станка, кг	3160
1.4.5.2 Выбор инструмента и средств технологического оснащения	
005 Фрезерная	
Приспособление - тиски гидравлические;	
Режущий инструмент: Фреза 2214-0192 Т5К10 ГОСТ 5493-70 (торцовая насадная с механическим креплением пятигранных твёрдосплавных пластин).	
Мерительный инструмент: Штангенциркуль ШЦ I-250-0,1 ГОСТ 166-80;	
015. Плоскошлифовальная	
Приспособление – плита магнитная	
Режущий инструмент: Круг ПП 250х40х76 25А 20 С2 2 К5 ГОСТ 2424-83;	
Мерительный инструмент: Штангенциркуль ШЦ I-250-0,1 ГОСТ 166-80;	
020 Вертикально – сверлильная	
Приспособление специальное;	
Режущий инструмент: Сверло 2300-0181 ГОСТ10903-77; Сверло 2φ=90°;	
Развертка 2363-3462 Н9 ГОСТ 1672-80.	

Мерительный инструмент: Пробка ПР 8,2Н9 СТП 406-4308-76; Пробка НЕ 8,2Н9 СТП 406-4308-76; Штангенглубиномер Шг I-160-0,1 ГОСТ 162-80; Калибр комплексный.

Очки 0 ГОСТ 12.4.013-85;

025 Сверлильно-фрезерно-расточная

Приспособление специальное;

Режущий инструмент: Сверло 90°; Сверло 2300-0183 ГОСТ10903-77; Сверло 2301-3307 ГОСТ10903-77; Сверло 2301-3312 ГОСТ10903-77; Сверло 2301-3267 ГОСТ10903-77; Зенкер 2323-0524 Н11 ГОСТ 12489-71; Зенкер 2323-0528 Н11 ГОСТ 12489-71; Фреза дисковая В=13 специальная; Фреза дисковая В=16 специальная; Фреза дисковая В=21 специальная; Метчик 2640-0285 ГОСТ1604-71; Фреза 2214-0192 Т5К10 ГОСТ 5493-70 (торцовая насадная с механическим креплением пятигранных твёрдосплавных пластин); Зенкер комбинированный; Фреза резьбовая 2672-0207 7Н ГОСТ 1336-77 (Ø25мм); Патрон предохранительный для метчика.

Мерительный инструмент: Калибр соосности; Пробка ПР 33,5Н11 СТП 406-4308-76; Пробка НЕ 33,5Н11 СТП 406-4308-76; Пробка ПР М33х2 8211-4182 ГОСТ 17763-75; Пробка НЕ М33х2 8211-4183 ГОСТ 17763-75; Штангенциркуль ШЦ I-250-0,1 ГОСТ 166-80; Штангенглубиномер Шг I-160-0,1 ГОСТ 162-80; Пробка 30Н9 СТП 406-4307-82; Пробка 20Н14 СТП 406-4307-82

030 Сверлильно-фрезерно-расточная

Приспособление специальное;

Режущий инструмент: Сверло 90°; Сверло 2301-3459 ГОСТ10903-77; Сверло 2301-3464 ГОСТ10903-77; Сверло 2301-3475 ГОСТ10903-77; Зенковка 2353-0061 ГОСТ 14953-80; Цековка Ø29; Цековка Ø34; Фреза 2235-0125 Т15К6 ГОСТ6396-78.

Мерительный инструмент: Пробка ПР 29Н11 СТП 406-4308-76; Пробка НЕ 29Н11 СТП 406-4308-76; Пробка ПР 34Н11 СТП 406-4308-76; Пробка НЕ 34Н11 СТП 406-4308-76; Пробка Ø18Н14 СТП 406-4308-76; Пробка Ø19Н14 СТП 406-4308-76; Шаблон специальный; Штангенциркуль ШЦ I-250-0,1 ГОСТ 166-80

035 Хонинговальная

Приспособление специальное;

Режущий инструмент: Хонинговальная головка.

Мерительный инструмент: Пробка ПР, НЕ 30Н9 СТП 406-4308-76

#### 1.4.6 Расчет припусков на механическую обработку

Расчёт припусков производится по методике, изложенной в [10] .

Для удобства расчета данным методом предусмотрено заполнение специальной таблицы (см. таблицу 1.4).

Последовательность заполнения таблицы:

1) Заполняем первый столбец таблицы, в котором указываем технологические переходы в принятой последовательности;

- 2) Для каждого перехода находим значения каждой составляющей формулы.
- 3) По вышеуказанной формуле находим  $Z_{\min}$  для всех переходов;
- 4) Для конечного перехода записываем наименьший предельный размер по чертежу;
- 5) Для предшествующих переходов определяем расчетный размер, прибавляя к нему  $Z_{\min}$ ;
- 6) Записываем минимальные предельные размеры по всем переходам, округляя их увеличением до знака допуска;
- 7) Определяем максимальные предельные размеры, прибавляя допуск на соответствующий размер;
- 8) Определяем  $Z_{\max}$  как разность максимальных размеров,  $Z_{\min}$  как разность минимальных размеров.
- 9) Определяем общий максимальный и минимальный припуск;
- 10) Проверяем правильность расчета по правилу: разница допусков должна быть равна разнице припусков.

Рассчитаем припуск аналитическим методом на отверстие  $\varnothing 30H9(^{+0.052})$ .

Отверстие  $\varnothing 30H9(^{+0.052})$ .

Заготовка		Rz 40	h = 260мкм
Сверление (12кв.)	28H12( $^{+0.21}_0$ )	Rz 32	h=40мкм
Растачивание (10кв.)	29.8H10( $^{+0.084}_0$ )	Rz 25	h = 25мкм
Развертывание	30H9( $^{+0.052}_0$ )	Rz 20	h=20мкм
Хонингование (9кв.)	30H9( $^{+0.052}_0$ )	Rz 0,16	

где Rz – высота неровностей профиля, мкм.

h – глубина дефектного поверхностного слоя, мкм.

Суммарное значение пространственных отклонений для заготовки [32]:

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{(\Delta_y \cdot l)^2 + C_0^2}, \quad (1.6)$$

где  $\Delta_y = 0,7$  мкм на 1 мм длины отверстия – величина увода оси сверла; [32]

l – длина просверливаемого отверстия, мм

$C_0=25$  мм – смещение оси отверстия.

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{(0,7 \cdot 100)^2 + 2500^2} = 2500 \text{ мкм.}$$

Остаточная величина пространственного отклонения после предварительной обработки:

$$\Delta_{\text{ост}} = K_y \cdot \Delta_{i-1}$$

где  $K_y$  – коэффициент уточнения формы [32];

$K_{y1} = 0,06$  – для растачивания;

$K_{y2} = 0,04$  – для развертывания;

$K_{y3} = 0,02$  – для хонингования.

$$\Delta_1 = K_{y1} \cdot \Delta_{\Sigma} = 0,06 \cdot 2500 = 150 \text{ мкм}$$

$$\Delta_2 = K_{y2} \cdot \Delta_1 = 0,04 \cdot 150 = 6 \text{ мкм.}$$

$$\Delta_3 = K_{y3} \cdot \Delta_2 = 0,02 \cdot 6 = 0,12 \text{ мкм.}$$

Погрешность установки  $E = 0$ .

Производится расчёт минимальных значений межоперационных припусков:

$$2Z_{\min} = 2 \cdot \left( Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + E_i^2} \right); \quad (1.7)$$

где  $Rz_{i-1}$  – высота неровностей профиля на предшествующем переходе, мкм

$h_{i-1}$  – глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем переходе, мкм

$\Delta_{i-1}$  – суммарные отклонения расположения поверхностей, мкм

$E_i$  – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе, мкм.

Минимальный припуск под сверление:

$$2Z_{\min} = 2 \cdot \left( 40 + 260 + \sqrt{2500^2 + 0^2} \right) = 5612 \text{ мкм}$$

Минимальный припуск под растачивание

$$2Z_{\min} = 2 \cdot \left( 32 + 40 + \sqrt{150^2 + 0^2} \right) = 444 \text{ мкм}$$

Минимальный припуск под развертывание

$$2Z_{\min} = 2 \cdot \left( 25 + 25 + \sqrt{6^2 + 0^2} \right) = 112 \text{ мкм}$$

Минимальный припуск под хонингование

$$2Z_{\min} = 2 \cdot \left( 20 + 20 + \sqrt{0,12^2 + 0^2} \right) = 80 \text{ мкм}$$

Графа «расчётный размер» ( $d_p$ ) заполняется, начиная с конечного, в данном случае чертёжного размера, последовательным вычитанием расчётного минимального припуска каждого технологического перехода.

$d_p = 30,052$  мм – для хонингования;

$d_p = 30,052 - 0,08 = 29,972$  мм - для развертывания;

$d_p = 29,972 - 0,112 = 29,86$  мм – для растачивания;

$d_p = 29,86 - 0,444 = 29,416$  мм – для сверления;

$d_p = 29,416 - 5,612 = 23,804$  мм – для заготовки.

Округляем рассчитанные максимальные размеры до знака допуска  $Td$  и заносим в таблицу.

Определяем минимальный предельный размер вычитанием из максимального размера поля допуска  $Td$ :

$$d_{\min} = d_{\max} - Td ;$$

$d_{\min} = 30,052 - 0 = 30,052$  мм – для хонингования;

$d_{\min} = 30,052 - 0,052 = 30,0$  мм - для развертывания;

$d_{\min} = 29,86 - 0,084 = 29,776$  мм – для растачивания;

$d_{\min} = 29,416 - 0,21 = 29,206$  мм – для сверления;

Полученные предельные припуски:

$2Z_{\min} = 30,052 - 30,052 = 0$  мм – для хонингования;

$2Z_{\min} = 30,052 - 29,86 = 0,192$  мм - для развертывания;

$2Z_{\min} = 29,86 - 29,42 = 0,44$  мм - для растачивания.

$2Z_{\max} = 30,052 - 30,0 = 0,052$  мм – для хонингования;

$2Z_{\max} = 30,0 - 29,776 = 0,224$  мм - для развертывания;

$2Z_{\max} = 29,776 - 29,21 = 0,566$  мм - для растачивания.

Расчёт общих припусков:

$Z_{\max} = 0,052 + 0,224 + 0,566 = 0,842$  мм – общий максимальный припуск;

$Z_{\min} = 0 + 0,192 + 0,44 = 0,632$  мм - общий минимальный припуск.

Проверка правильности расчётов:

$Z_{\max} - Z_{\min} = T_{\text{дзаг}} - T_{\text{ддет}}$

$0,842 - 0,632 = 0,262 - 0,052$

$0,21 = 0,21$  следовательно расчёт припусков произведён верно.

Полученные выше значения заносим в таблицу 1.4.

Таблица 1.4

Элементарная поверхность детали и технологический маршрут ее обработки	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{\min p}$ , мкм	Расчетный максимальный размер $d_p$ , мм	Допуск на изготовление Td, мм	Принятые размеры по переходам, мм		Полученные предельные припуски, мкм	
	Rz	h	$\Delta$	E				$d_{\max}$	$d_{\min}$	$2Z_{\max}$	$2Z_{\min}$
Ø30H9. Заготовка	40	260	2500	-	--	23,804	-	-	-	--	--
Сверление	32	40	150	-	5612	29,416	0,21	29,42	29,21	-	+
Растачивание	25	25	6	-	444	29,860	0,084	29,860	29,776	0,566	0,44
Развертывание	20	20	0,12	-	112	29,972	0,052	30,052	30,0	0,224	0,192
Хонингование	0,16	-	-	-	80	30,052	-	30,052	30,052	0,052	0

#### 1.4.7 Расчет режимов резания

005 Фрезерная.

Установ А: Фрезеровать плоскость с обеспечением размера 79<sub>-1,9</sub> на проход.

Инструмент: фреза 2210 – 0085 ГОСТ 17026-71 (Ø200, z=12).

Материал режущей части Т5К10

1. Глубина фрезерования  $t = 3$  мм; ширина фрезерования  $B = 152$  мм;

2. Подача на один зуб фрезы:  $S_z = 0,2$  мм/зуб [10]

3. Скорость резания [10]:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v, \quad (1.8)$$

где  $C_v = 332$ ;  $q = 0,2$ ;  $x = 0,1$ ;  $y = 0,4$ ;  $u = 0,2$ ;  $p = 0$ ;  $m = 0,2$ ; [10]

$T = 240$  мин – период стойкости инструмента [10]

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания [12]:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{UV}, \quad (1.9)$$

где  $K_{MV} = K_r \cdot \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$  – коэффициент на обрабатываемый материал [10]

( $K_r = 0,85$ ;  $n_v = 1,0$  [10])

$$K_{MV} = 0,85 \cdot \left( \frac{750}{980} \right)^{1,0} = 0,65$$

$K_{ПВ} = 0,9$  – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки [10]

$K_{UV} = 0,65$  – коэффициент на инструментальный материал [10]

$$K_v = 0,65 \cdot 0,9 \cdot 0,65 = 0,38$$

$$V = \frac{332 \cdot 200^{0,2}}{240^{0,2} \cdot 3,0^{0,1} \cdot 0,2^{0,2} \cdot 152^{0,2}} \cdot 0,38 = 55,07 \text{ м/мин};$$

4. Частота вращения шпинделя:

$$n_{\text{фр}} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 55,07}{3,14 \cdot 200} = 87,6 \text{ об/мин};$$

Принимаем  $n_{\text{ст}} = 80$  об/мин.

5. Действительная скорость:

$$V_{\text{ф}} = \frac{n_{\text{ст}} \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{80 \cdot 3,14 \cdot 200}{1000} = 50,2 \text{ м/мин.}$$

6. Сила резания [10]:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP}, \quad (1.10)$$

где  $C_p = 825$ ;  $x = 1,0$ ;  $y = 0,75$ ;  $u = 1,1$ ;  $q = 1,3$ ;  $w = 0,2$  [10];

$$K_{\text{мп}} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n; \text{ где } n = 0,3 \text{ [10]}$$

$$K_{\text{мп}} = \left( \frac{980}{750} \right)^{0,3} = 1,08$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 3,0^{1,0} \cdot 0,2^{0,75} \cdot 152^{1,1} \cdot 12}{200^{1,3} \cdot 80^{0,2}} \cdot 1,08 = 10233,5 \text{ Н};$$

7. Крутящий момент [10]:

$$M_{\text{кр}} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{10233,5 \cdot 200}{2 \cdot 100} = 10233,5 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

8. Мощность резания [10]:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{10233,5 \cdot 50,2}{1020 \cdot 60} = 8,39 \text{ кВт}$$

9. Проверка на достаточность привода станка:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{шп}},$$

где  $N_{\text{шп}}$  – мощность привода станка;

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{ст}} \cdot \eta = 11 \cdot 0,85 = 9,24 \text{ кВт},$$

где  $\eta = 0,85$  – КПД привода;

$$8,39 < 9,24.$$

10. Основное время [17]:

$$T_o = \frac{L_1}{S_M} \cdot i,$$

где  $S_M = S_z \cdot z \cdot n = 0,2 \cdot 12 \cdot 80 = 192 \text{ мм/мин}$  – минутная подача;

$$S_{M \text{ ст}} = 200 \text{ мм/мин}$$

$L_1$  – длина обработки;

$$L_1 = l_1 + (l_1 + l_2); \quad l_1 + l_2 = 44 \text{ – длина врезания и перебега};$$

$$L_1 = 209 + 44 = 253;$$

$$T_o = \frac{253}{200} \cdot 1 = 1,27 \text{ мин}$$

Расчет режимов резания на остальные переходы данной операции аналогичен предыдущему переходу. Результаты расчета сводим в таблицу 1.5

Таблица 1.5 – Режимы резания

Наименование перехода	t, мм	$S_z$ , мм/зуб	V, м/мин	n, об/мин	$S_{\text{мин}}$ , мм/мин	$P_z$ , Н	N, кВт	$T_o$ , мин
Установ Б	3	0,2	50,2	80	200	10233,5	8,39	1,27
Установ В	6	0,2	62,8	100	250	8867,4	9,1	1,01
Установ Г	6	0,2	62,8	100	250	8867,4	9,1	1,01
Установ Д	4	0,2	78,5	125	250	5653,6	7,25	1,01
Установ Е	4	0,2	78,5	125	250	5653,6	7,25	1,01

Суммарное основное время на операцию:

$$\Sigma T_0 = 2 \cdot 1.27 + 4 \cdot 1.01 = 6.58 \text{ мин}$$

015 Плоскошлифовальная.

Установ А: Шлифовать поверхность в размер  $74,1_{-0,1}$

Припуск  $h=0,4$  мм,

1. Определяем скорость круга

$$V_k = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_k}{1000 \cdot 60}, \quad (1.11)$$

где  $n_k=2500$  об/мин частота вращения круга.

$$V_k = \frac{\pi \cdot 250 \cdot 2500}{1000 \cdot 60} = 32,7 \text{ м/с}$$

$$V_3 = 20 \text{ м/мин [10]}$$

2. Глубина шлифования

$$t = 0,015 - 0,04 \text{ мм [10]}$$

3. Продольная подача шлифовального круга [10]:  $S=40$  мм/ход.

4. Определим мощность резания [20]:  $N_{\text{рез}} = N_T \cdot K_1 \cdot K_2$ ,

где  $K_1=1,0$  – поправочный коэффициент давления от твердости круга,

$K_2=1,0$  – поправочный коэффициент давления от обрабатываемого мате-

риала.

Тогда  $N_{\text{рез}} = N_T = 3$  кВт; [37].

5. Проверка по мощности

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{пр}}$$

$$N_{\text{пр}} = N_{\text{эл.д.}} \cdot \eta = 4 \cdot 0,85 = 3,5 \text{ кВт} \quad 3 < 3,5$$

Условие выполняется.

6. Определим основное время [20]:

$$T_o = \frac{L_n \cdot L \cdot h \cdot K}{1000 \cdot t \cdot S \cdot V_3}, \quad (1.12)$$

где  $L_n=197$  мм - ширина шлифования, мм

$L=140$  мм - длина шлифования, мм

$h$  – припуск на обработку, мм,

$K=1,2 \div 1,5$  – поправочный коэффициент.

$$T_o = \frac{197 \cdot 140 \cdot 0,4 \cdot 1,3}{1000 \cdot 0,02 \cdot 40 \cdot 20} = 0,9 \text{ мин}$$

Установ Б: Шлифовать поверхность в размер  $74 \pm 0,1$

Режимы резания аналогичны установу А. Основное время ( $t=0,1$  мм):

$$T_o = \frac{197 \cdot 140 \cdot 0,1 \cdot 1,3}{1000 \cdot 0,02 \cdot 40 \cdot 20} = 0,22 \text{ мин}$$

Суммарное основное время на операцию:

$$\Sigma T_0 = 0,9 + 0,22 = 1,12 \text{ мин}$$

020 Вертикально-сверлильная.

Установ А:

Переход 2. Сверлить 2 отверстия  $\varnothing 7,9^{+0,3}$  в на глубину  $16^{+1,5}$

1. Глубина сверления:  $t=0,5 \cdot D=0,5 \cdot 6=3$  мм.

2. Подача:  $S=0,10 \dots 0,15$  мм/об;  $S=0,13$  мм/об [10]

3. Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (1.13)$$

где  $T=25$  мин. - период стойкости сверла [10]

$C_v=7,0$ ;  $q=0,4$ ;  $y=0,7$ ;  $m=0,2$  – показатели степени [10]

$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv}$  - поправочный коэффициент на скорость резания [10]

$$K_{mv} = K_r \cdot \left( \frac{750}{\sigma_b} \right)^{n_v}, \quad (1.14)$$

где  $K_r=0,8$ ;  $n_v=0,9$  [10]

$$K_{mv} = 0,8 \cdot \left( \frac{750}{980} \right)^{0,9} = 0,63; \quad K_{uv}=1,0; \quad K_{lv}=1,0;$$

$$K_v = 1,0 \cdot 0,63 \cdot 1,0 = 0,63;$$

$$V = \frac{7,0 \cdot 7,9^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,13^{0,7}} \cdot 0,63 = 19,78 \text{ м/мин.}$$

4. Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 19,78}{\pi \cdot 7,9} = 1050 = \text{об/мин.}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя в соответствии с паспортными данными станка:  $n_{ст} = 1000$  об/мин.

5. Фактическая скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{ст}}{1000} = \frac{\pi \cdot 7,9 \cdot 1000}{1000} = 18,84 \text{ м/мин.}$$

6. Крутящий момент и осевая сила:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \quad P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (1.15)$$

где  $C_m=0,0345$ ;  $q=2,0$ ;  $y=0,8$ ;  $C_p=68$ ;  $q=1,0$ ;  $y=0,7$  [10]

$$K_p = K_{mp} = \left( \frac{\sigma_b}{750} \right)^n; \quad n=0,75 \text{ [10]}$$

$$K_p = \left( \frac{980}{750} \right)^{0,75} = 1,1;$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 7,9^{2,0} \cdot 0,13^{0,8} \cdot 1,1 = 2,67 \text{ Н·м;}$$

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 7,9^{1,0} \cdot 0,13^{0,7} \cdot 1,1 = 1076 \text{ Н.}$$

7. Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n_{ст}}{9750} = \frac{2,67 \cdot 1000}{9750} = 0,3 \text{ кВт.}$$

8. Проверка на достаточность привода станка:

$$N_e < N_{шп} = 3,7 \cdot 0,85 = 3,15 \text{ кВт.}$$

$$0,3 < 3,15$$

9. Основное время [17]:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S_o} \cdot i,$$

где  $L=1+l_1$  – длина обработки,

$l_1=2$  мм – величина врезания [17]

$i=2$  – число проходов (2отверстия).

$$L=16+2=18 \text{ мм};$$

$$T_o = \frac{18}{1000 \cdot 0,13} \cdot 2 = 0,28 \text{ мин.}$$

Переход 3. Развернуть 2 отверстия  $\varnothing 8,2H9$

1. Глубина резания:  $t=0,5 \cdot (D-d)=0,5 \cdot (8,2-8)=0,1$  мм.

2. Подача:  $S = 0,8$ мм/об [10]

3. Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (1.16)$$

где  $T=25$ мин – период стойкости развертки [10];

$C_v = 10,5$ ;  $q = 0,3$ ;  $y = 0,65$ ;  $m = 0,4$ ;  $x = 0,2$  [10];

$K_v = 0,63$  (см. переход1).

$$V = \frac{10,5 \cdot 8,2^{0,3}}{25^{0,4} \cdot 0,1^{0,2} \cdot 0,8^{0,65}} \cdot 0,63 = 6,3 \text{ м/мин.}$$

4. Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 6,3}{\pi \cdot 8,2} = 247,2 \text{ об/мин.}$$

Принимаем частоту вращения станка  $n_{ст} = 250$  об/мин.

5. Действительная скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{ст}}{1000} = \frac{\pi \cdot 8,2 \cdot 250}{1000} = 6,4 \text{ м/мин.}$$

6. Крутящий момент:

$$M_{кр} = \frac{C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot D \cdot z}{2 \cdot 100}, \quad (1.17)$$

где  $C_p = 200$ ;  $y = 0,75$ ;  $x = 1,0$  [10];

$S_z = S/z = 0,8/8 = 0,1$ мм/зуб – подача на зуб.

$$M_{кр} = \frac{200 \cdot 0,1^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 8,2 \cdot 8}{2 \cdot 100} = 1,17 \text{ Н·м};$$

7. Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n_{ст}}{9750} = \frac{1,17 \cdot 250}{9750} = 0,03 \text{ кВт.}$$

8. Проверка на достаточность привода станка:

$$N_{шп} > N_e, \quad 3,15 \text{ кВт} > 0,03 \text{ кВт.}$$

9. Основное время [17]:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S_o} \cdot i,$$

$$T_0 = \frac{15}{250 \cdot 0,8} \cdot 2 = 0,15 \text{ мин}$$

Установ Б:

Режимы резания см. установ А.

Суммарное основное время на операцию:

$$\Sigma T_0 = 2 \cdot 0,28 + 2 \cdot 0,15 + 2 \cdot 0,15 + 2 \cdot 0,15 = 1,46 \text{ мин}$$

020 Сверлильно-фрезерно-расточная

Переход 4

Нарезать резьбу М8-7Н в 3 отверстиях

Инструмент: метчик М8; Р6М5.

1. Глубина резания:  $t = 0,5 \cdot (D - d) = 0,5 \cdot (8 - 6,8) = 0,6 \text{ мм}$ .

2. Подача:  $S = P = 1,25 \text{ мм/об}$

3. Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (1.18)$$

где  $T = 90 \text{ мин}$  – период стойкости метчика [10]

$C_v = 64,8$ ;  $q = 1,2$ ;  $y = 0,5$ ;  $m = 0,9$  [10]

$K_v = 0,74$ ;

$$V = \frac{64,8 \cdot 8^{1,2}}{90^{0,9} \cdot 1,25^{0,5}} \cdot 0,63 = 7,72.$$

4. Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 7,72}{\pi \cdot 8} = 307 \text{ об/мин.}$$

Принимаем частоту вращения станка  $n_{ст} = 300 \text{ об/мин}$ .

5. Крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot P^y \cdot K_p, \quad (1.19)$$

где  $C_m = 0,013$ ;  $q = 1,4$ ;  $y = 1,5$  [10];

$K_p = K_{мп} = 1$ ;

$M_{кр} = 10 \cdot 0,013 \cdot 8^{1,4} \cdot 1,25^{1,5} \cdot 1 = 3,3 \text{ Н·м}$

6. Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n_{ст}}{9750} = \frac{3,3 \cdot 300}{9750} = 0,1 \text{ кВт.}$$

7. Проверка на достаточность привода станка:

$N_{шп} > N_e$ ,

$N_{шп} = 7,5 \cdot 0,8 = 6 \text{ кВт} > 0,1 \text{ кВт}$ .

8. Основное время [17]:

$$T_0 = \frac{L + L_{всп}}{n \cdot P} \cdot i,$$

где  $L = l + l_1$  – длина обработки;

$l_1 = 3P = 3 \cdot 1,25 = 3,75 \text{ мм}$  – длина врезания;

$L = 12 + 3,75 = 15,75 \text{ мм}$ ;

$$L_{\text{всп.}} = L = 15,75\text{мм};$$

$$T_0 = \frac{15.75 + 15.75}{300 \cdot 1.25} \cdot 3 = 0,25\text{мин.}$$

Остальные расчеты сведены в таблицу 1.6

Таблица 1.6 – Режимы резания

Наименование перехода	t, мм	S, мм/об	V, м/мин	n, об/мин	P, Н	M <sub>кр</sub> , Н·м	N, кВт	T <sub>0</sub> , мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Позиция I								
1. Фрезеровать торец напроход	1	276 мм/мин	72,2	115	1458	1458	1,72	0,67
2. Центровать 3отв.	3	0,13	23,5	750	-	-	0,57	0,27
3. Сверлить 3отв. Ø6,2 на глубину 16мм	3,1	0,13	18,8	1000	1076	2,67	0,3	0,42
4. Нарезать резьбу М8-7Н в трёх отверстиях, глубиной 12 <sup>+1,5</sup>	0,6	1,25	7,72	300	-	3,3	0,1	0,25
5. Сверлить отв. Ø28 на длину 100мм	14	0,15	120	1360	6071	44,2	6,16	0,49
Позиция II								
6. Сверлить 2 отверстия Ø28Н14 на глубину 26 <sup>+2</sup>	14	0,15	120	1360	6071	44,2	6,16	0,25
7. Зенкеровать 2 гнезда Ø30Н11 глубиной 26 <sup>+2</sup>	1	0,2	18,8	200	-	-	1	1,46

Продолжение таблицы 1.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8. Фрезеровать резьбу в двух отв.	1	350 мм/мин	42,4	450	-	-	-	0,61
Позиция III								
9. Фрезеровать торец напроход	1	276 мм/мин	72,2	115	1458	1458	1,72	0,67
10. Центровать 3отв.	3	0,13	23,5	750	-	-	0,57	0,27
11. Сверлить 3отв. Ø6,2 на глубину 16мм	3,1	0,13	18,8	1000	1076	2,67	0,3	0,42
12. Нарезать резьбу М8-7Н в трёх отверстиях, глубиной 12 <sup>+1,5</sup>	0,6	1,25	7,72	300	-	3,3	0,1	0,25
13. Сверлить отв. Ø28 на длину 100мм	14	0,15	120	1360	6071	44,2	6,16	0,49
14. Расточить отв. Ø29,8 напроход	0,9	0,18	129,2	1380	392,2	-	0,83	0,82
15. Развернуть отв. Ø30Н9	0,1	1	4,7	50	-	5,05	0,03	4,04
16. Фрезеровать две канавки 16 <sup>+0,43</sup> в размеры по чертежу	5,1	120 мм/мин	15,7	200	3433	429	0,88	2,17
17. Фрезеровать три канавки 13 <sup>+0,43</sup> в размеры по чертежу	5,1	120 мм/мин	15,7	200	3124	398	0,85	3,26
18. Фрезеровать две канавки 21 <sup>+0,52</sup> в размеры по чертежу	5,1	120 мм/мин	15,7	200	3615	442	0,98	2,17

Продолжение таблицы 1.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Позиция IV								
19. Центровать отв.	3	0,13	23,5	750	-	-	0,57	0,09
20. Сверлить отв. Ø20Н14	10	0,1	30,1	480	3228	24,0 3	1,18	1,02
Позиция V								
21. Центровать отв.	3	0,13	23,5	750	-	-	0,57	0,09
22. Сверлить отв. Ø20Н14	10	0,1	30,1	480	3228	24,0 3	1,18	1,02

Суммарное основное время на операцию:

$$\Sigma T_0 = 21,2 \text{ мин}$$

030 Сверлильно-фрезерно-расточная

Методика расчета всех переходов данной операции была изложена выше.

Поэтому основные данные заносим в таблицу 1.7

Таблица 1.7

Наименование перехода	t, мм	S, мм/об	V, м/мин	n, об/мин	P, Н	M <sub>кр</sub> , Н·м	N, кВт	T <sub>0</sub> , мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Позиция I								
1. Центровать 5отв.	3	0,13	23,5	750	-	-	0,57	0,45
2. Сверлить отв. Ø18Н14 напроход	9	0,1	27,1	480	3228	24,03	1,18	1,65
3. Сверлить 4 отв. Ø19Н14 напроход	9,5	0,1	27,1	480	3228	24,03	1,18	6,58
4. Зенковать четыре фаски 1×45°	0,5	0,5	10	400	-	-	-	0,2
5. Цековать три отверстия Ø32Н11, глубиной 1,85 <sup>+0,1</sup> <sub>-0,2</sub> , в размеры по чертежу	16	0,1	25,1	250	-	-	0,83	0,23
6. Цековать отверстие Ø29Н11, глубиной 2,6 <sup>+0,1</sup> <sub>-0,2</sub> ,	14,5	0,1	22,8	250	-	-	-	0,1

Продолжение таблицы 1.7

Позиция II								
7. Центровать 2отв.	3	0,13	23,5	750	-	-	0,57	0,18
8. Сверлить два отверстия Ø21Н14 на глу- бину 57 <sup>+1,9</sup>	10, 5	0,1	31,7	480	3134	26,5	1,31	2,5
Позиция III								
9. Центровать отв.	3	0,13	23,5	750	-	-	0,57	0,09
10. Сверлить отв. Ø21Н14 на глубину 57 <sup>+1,9</sup>	10, 5	0,1	31,7	480	3134	26,5	1,31	1,25
Позиция IV								
11. Зенковать четыре фаски 1×45°	0,5	0,5	10	400	-	-	-	0,2
12. Цековать отверстие Ø29Н11, глу- биной 2,6 <sup>+0,1</sup> <sub>-0,2</sub> ,	14, 5	0,1	22,8	250	-	-	-	0,1
13. Цековать 4отв. Ø32Н11, глубиной 1,85 <sup>+0,1</sup> <sub>-0,2</sub> , в размеры по чертежу	16	0,1	25,1	250	-	-	0,83	0,31
14. Фрезеро- вать паз 28 <sup>+0,52</sup> напроход	0,5	1350 мм/ми н	131,9	1500	689	96,5	0,21	0,17
Позиция V								
15. Центровать 4отв.	3	0,13	23,5	750	-	-	0,57	0,36
16. Сверлить 4отв. Ø21Н14 на глубину 57 <sup>+1,9</sup>	10, 5	0,1	31,7	480	3134	26,5	1,31	5

Суммарное основное время на операцию:

$$\Sigma T_0 = 19.37 \text{ мин}$$

035 Хонинговальная

Хонинговать отверстие Ø30Н9 на всю глубину

Определение припуска:

Припуск на предварительное хонингование:

$$t_{\text{п}}=0,1 \cdot 75/100=0,075 \text{ мм. [20]}$$

Припуск на окончательное хонингование:

$$T_0=0,1-0,075=0,025 \text{ мм. [20]}$$

Определяем длину рабочего хода хонинговальной головки:

$$L=l_{\text{отв}} + 2l_{\text{пер}} - l_{\text{бр}}$$

$$l_{\text{отв}}=197 \text{ мм;}$$

$$l_{\text{пер}}=1/3 l_{\text{бр}}=1/3 \cdot 98,5=32,8 \text{ мм.}$$

$$l_{\text{бр}}=0,5 \cdot 197=98,5 \text{ мм.}$$

$$L=197+2 \cdot 32,8-98,5=164,1 \text{ мм.}$$

Определяем скорость движения хонинговальной головки.

$$V_{\text{ок}}=\pi d \cdot n_1/1000\text{-скорость вращательного движения;}$$

$$V_{\text{вп}}=2L \cdot n_1/1000\text{-скорость возвратно-поступательного движения;}$$

$$V_{\text{ок пред}}=80 \text{ м/мин; } V_{\text{вп пред}}=20 \text{ м/мин; } V_{\text{ок окон}}=40 \text{ м/мин; } V_{\text{вп окон}}=15 \text{ м/мин}$$

[20]

Угол скрещивания траекторий движения режущих зерен на обрабатываемой поверхности:

$$\lambda = V_{\text{ок}} / V_{\text{вп}} \text{ [20]}$$

$$\lambda_{\text{пред}}= 80/ 20=4;$$

$$\lambda_{\text{окон}}= 40/ 15=2,7$$

Удельное давление брусков:

$$\text{Предварительное хонингование } P_{\text{уд}}=1,2 \text{ МПа;}$$

$$\text{Чистовое хонингование } P_{\text{уд}}=0,6 \text{ МПа;}$$

Смазочно-охлаждающая жидкость:

Состав СОЖ [20]: Триэтаноламин-1,8%; Нитрит натрия-0,6%; Глицерин-0,6%; Вода-97%.

## 1.5 Конструкторская часть

### 1.5.1 Проектирование сверлильно-фрезерно-расточного приспособления

На операцию 030 проектируется специальное приспособление. Приспособление предназначено для установки детали типа «Корпус» при обработке на станке модели ИР-320ПМФ4. Базирование детали осуществляется по плоскости и двум пальцам (цилиндрическому и ромбическому).

Приспособление состоит из корпуса сварного 1, на котором установлены установочные пальцы 13, 14 и две опорные пластины 4 и 5, по которым базируется заготовка.

Зажим осуществляется посредством подпружиненных Г-образных прихватов 6, установленных на шпильках 9. Вращением гайки 12 производится закрепление заготовки.

#### 1.5.1.1 Силовой расчет приспособления

Схема сил, действующих на приспособление, показана на рисунке 1.7.

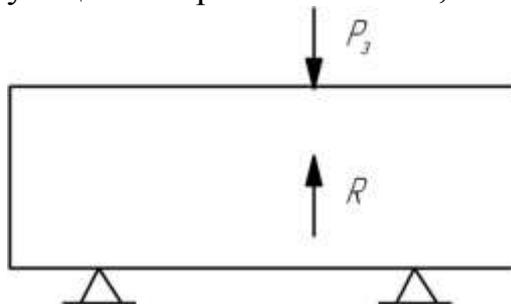


Рисунок 1.7 Схема сил

На данной операции осуществляется, в основном, сверление отверстий. В расчете участвует только сила резания  $R$ , направленная в противоположную сторону силе зажима, которая стремится оторвать заготовку от опор (она возникает при сверлении заготовки с тыльной стороны приспособления). Т. к. при зажиме заготовки применяются Г-образные прихваты с винтовыми механизмами, то сила зажима определяется по формуле:

$$P_3 = \frac{K \cdot R \cdot J_2}{J_1 + J_2}, \quad (1.20)$$

где  $J_1$  и  $J_2$  – жесткости зажимных механизмов и опор соответственно (в проектных расчетах можно принять  $\frac{J_2}{J_1 + J_2} = 0.6 \div 0.7$ );

$R$  – сила резания (в нашем случае  $R=3228\text{Н}$ );

$K$  – коэффициент запаса, учитывающий нестабильность силовых воздействий на заготовку, который рассчитывается по формуле:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (1.21)$$

где  $K_0=1,5$  – коэффициент гарантированного запаса,

$K_1 = 1,2$  – коэффициент неровностей;

$K_2 = 1,3$  – характеризует увеличение сил резания из-за затупления инструмента;

$K_3 = 1,0$  – характеризует увеличение сил резания при прерывистом реза-

нии;

$K_4 = 1,3$  – т. к. зажим ручной;

$K_5 = 1,0$  – коэффициент, характеризующий эргономику приспособления;

$K_6 = 1,0$  – т.к. заготовка установлена на пальцы.

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 3,04.$$

Сила, необходимая для зажима:

$$P_3 = 3228 \cdot 3,04 \cdot 0,65 = 6380 \text{ Н.}$$

В приспособлении применяется два прихвата, поэтому сила, которая обеспечивается одним прихватом:  $P_3 = 3190 \text{ Н}$ . Силы, действующие на Г-образном прихвате, изображены на рисунке 1.8.

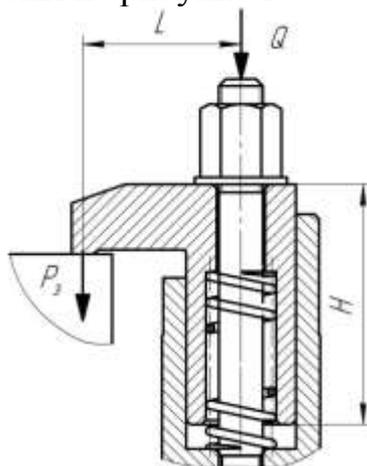


Рисунок 1.8

Сила, действующая на гайке:

$$Q = \frac{P_3}{1 - 3 \cdot f \cdot \frac{L}{H}}, \quad (1.22)$$

где  $f$  – коэффициент трения на торце гайки ( $f = 0,1 \div 0,15$ );

$L$  и  $H$  – конструктивные элементы прихвата ( $L = 72 \text{ мм}$ ,  $H = 110 \text{ мм}$ ).

$$Q = \frac{3190}{1 - 3 \cdot 0,15 \cdot \frac{76}{110}} = 4650 \text{ Н}$$

По [28] определяем необходимые параметры резьбы: резьба М18, шаг резьбы  $P = 2,5 \text{ мм}$ ,  $d_1 = D_1 = 15,294 \text{ мм}$ ,  $d_2 = D_2 = 16,376 \text{ мм}$ .

Момент затяжки:

$$M = 0,5 \cdot Q \cdot \left\{ d_2 \cdot \text{tg}(\alpha + \varphi_{\text{пр}}) + f \cdot (D_{\text{н.т.}}^3 - d_{\text{н.т.}}^3) / [3 \cdot (D_{\text{н.т.}}^2 - d_{\text{н.т.}}^2)] \right\}$$

где  $d_2$  – средний диаметр резьбы;

$\alpha = \text{arctg}\left(\frac{t}{\pi \cdot d_2}\right)$  – угол подъёма резьбы;

$t$  – шаг резьбы;

$\varphi_{\text{пр}}$  – приведённый коэффициент трения для заданного профиля резьбы,

$$\varphi_{\text{пр}} = \text{arctg}\left(\frac{f}{\cos \beta}\right);$$

$\beta$  – половина угла при вершине профиля витка резьбы;

$D_{н.т.}$ ,  $d_{н.т.}$  – наружный и внутренний диаметры опорного торца гайки ( $D_{н.т.}=27\text{мм}$ ,  $d_{н.т.}=15,3\text{мм}$ ).

Для треугольной резьбы (ГОСТ 9150–59)  $\beta=30$ .

$$\alpha = \arctg\left(\frac{2,5}{3,14 \cdot 16,376}\right) = 2,78^\circ \quad \varphi_{пр} = \arctg\left(\frac{0,15}{\cos 30}\right) = 9,82^\circ,$$

$$M = 0,5 \cdot 4650 \cdot 10^{-3} \left\{ 16,376 \cdot \text{tg}(2,78 + 9,82) + \right. \\ \left. + 0,15 \cdot (27^3 - 15,3^3) / [3 \cdot (27^2 - 15,3^2)] \right\} = 12,3 \text{Н} \cdot \text{м}$$

Длина гаечного ключа  $L=175\text{мм}$ . При данной длине ключа усилие, развиваемое на рукоятке равно  $75\text{Н}$ . Максимально допустимая сила зажима на рукоятке для приспособлений с ручным зажимом  $250\text{Н}$ , следовательно, ручной зажим для данного приспособления может быть применён.

#### 1.5.1.2 Расчет приспособления на точность

Для определения точности спроектированного приспособления необходимо суммировать все составляющие погрешности, влияющие на точность приспособления [8]. Методика такая же как для сверлильного приспособления.

$$\varepsilon_{пр} = K \cdot \sqrt{(K_1 \cdot \varepsilon_6)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{уст}^2 + \varepsilon_{п}^2 + \varepsilon_{изн}^2 + \Delta_y^2 + \Delta_{и}^2 + \Delta_{н}^2 + \Sigma \Delta_{ф}^2 + \Delta_{т}^2}, \quad (1.23)$$

где  $K = 1,2$ ;

$K_1$  – принимается если присутствует погрешность базирования,  $K_1=0,8 \dots 0,85$ ;  $\varepsilon_6$  – погрешность базирования:

$$\varepsilon_6 = 2\Delta + \delta_1 + \delta_2 = 0,005 + 0,022 + 0,009 = 0,036$$

$\varepsilon_3 = 0,02$ ;  $\varepsilon_{уст} = 0,02$ ;  $\varepsilon_{п} = 0$ , т. к. отсутствуют направляющие элементы приспособления;  $\varepsilon_{изн} = 0,04$ ;

Составляющие  $\Delta_y$ ,  $\Delta_{и}$ ,  $\Delta_{н}$ ,  $\Sigma \Delta_{ф}$ ,  $\Delta_{т}$  в расчёте учитывать не будем.

$$\varepsilon_{пр} = 1,2 \cdot \sqrt{0,82 \cdot 0,036^2 + 0,02^2 + 0,02^2 + 0,04^2} = 0,071 \text{мм}$$

Заданная точность обработки на данном приспособлении обеспечивается.

## 1.6 Организационная часть

### 1.6.1 Нормирование технологического процесса механической обработки

Штучно-калькуляционное время [19]:

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п-з}}}{n}, \text{ мин}, \quad (1.24)$$

где  $T_{\text{шт}}$  – норма штучного времени, мин;

$T_{\text{п-з}}$  – норма подготовительно-заключительного времени, мин.

Для станков с ЧПУ [19]:

$$T_{\text{шт}} = (T_{\text{ца}} + T_{\text{в}} \cdot K_{\text{ив}}) \cdot \left( 1 + \frac{A_{\text{обс}} + A_{\text{отд}}}{100} \right), \quad (1.25)$$

где  $T_{\text{ца}} = T_{\text{о}} + T_{\text{мв}}$ , - время цикла автоматической работы станка по программе, мин;

$T_{\text{мв}}$  – машинно-вспомогательное время по программе (на подвод детали или инструмента от исходных точек в зоны обработки и отвод; установку инструмента на размер, смену инструмента, изменение величины и направления подачи, время технологических пауз.), мин;

$T_{\text{в}}$  – вспомогательное время, мин;

$K_{\text{ив}}$  – поправочный коэффициент вспомогательного времени;

$A_{\text{обс}}$  – время на обслуживание рабочего места, %;

$A_{\text{отд}}$  – время на отдых и личные надобности, %.

$$T_{\text{в}} = T_{\text{уст}} + T_{\text{опер}} + T_{\text{изм}}, \quad (1.26)$$

где  $T_{\text{уст}}$  – время на установку и снятие детали, мин;

$T_{\text{опер}}$  – время, связанное с операцией, мин;

$T_{\text{изм}}$  – время на измерение, мин.

$$T_{\text{п-з}} = T_{\text{п-з1}} + T_{\text{п-з2}} + T_{\text{п-з.обр}}, \quad (1.27)$$

где  $T_{\text{п-з1}}$  – время на организационную подготовку, мин;

$T_{\text{п-з2}}$  – время на наладку станка, мин;

$T_{\text{п-з.обр}}$  – нормы времени на пробную обработку, мин.

Для универсальных станков:

$$T_{\text{шт}} = (T_{\text{о}} + T_{\text{в}} \cdot K_{\text{ив}}) \cdot \left( 1 + \frac{A_{\text{обс}} + A_{\text{отд}}}{100} \right). \quad (1.28)$$

Результаты нормирования рассчитаны на основе литературы [20] и приведены в таблице 1.8.

Таблица 1.8 – Нормирование технологического процесса

№ оп	Содержание работы	Источник	Время, мин
1	2	3	4
005	<u>Фрезерная</u> 1. Основное время	Карта 6	6.58

Продолжение таблицы 1.8

1	<u>2</u>	3	4
	2. Вспомогательное время: время на установку и снятие детали  время, связанное с переходом  Время на измерение:  Коэффициент на вспомогательное время Суммарное вспомогательное время 3. Время на обслуживание рабочего места 4. Время перерывов на отдых и личные надобности 5. Подготовительно-заключительное время на партию деталей (суммарное) Штучное время Штучно-калькуляционное время	поз. 50 Карта 44 поз. 68 Карта 86 поз. 26  Карта 45, поз. 1	2,2  0,9·6  0,37·6  1,0 9,82 9% 4%  23 18,53 19,01
015	<u>Плоскошлифовальная</u> 1. Основное время 2. Вспомогательное время: время на установку и снятие детали  время, связанное с переходом  Время на измерение:  Коэффициент на вспомогательное время Суммарное вспомогательное время 3. Время на обслуживание рабочего места 4. Время перерывов на отдых и личные надобности 5. Подготовительно-заключительное время на партию деталей (суммарное) Штучное время Штучно-калькуляционное время	Карта 6 поз. 50 Карта 44 поз. 68 Карта 86 поз. 26  Карта 45,	1.12  1,0 1,8  0,74  1,0 3,54 9% 4%  28 5.26 5,85
020	<u>Вертикально-сверлильная</u> 1. Основное время 2. Вспомогательное время: время на установку и снятие детали  время, связанное с переходом  Время на измерение:	Карта 6 поз. 50 Карта 44 поз. 68  Карта 86 поз. 26	1,26  4,4 Карта 44 поз. 68  0,37·6

Продолжение таблицы 1.8

1	2	3	4
	Коэффициент на вспомогательное время Суммарное вспомогательное время 3. Время на обслуживание рабочего места 4. Время перерывов на отдых и личные надобности 5. Подготовительно-заключительное время на партию деталей (суммарное) Штучное время Штучно-калькуляционное время	Карта 45	1,0 12,02 9% 4% 23 15,7 16,18
025	<u>Сверлильно-фрезерно-расточная</u> 1. Основное время 2. Вспомогательное время: время, связанное с операцией время на установку и снятие изделия машинно-вспомогательное время по программе Коэффициент на вспомогательное время Суммарное вспомогательное время 3. Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности 5. Подготовительно-заключительное время на партию деталей (суммарное) Время цикла автоматической работы станка по программе Штучное время Штучно-калькуляционное время	Карта 14, поз.1-6 Карта 13, поз. 3 Карта 16 Поз.39 Карта 26,	21,2 3,3 1,2 5,5 1,0 10,0 14% 39,3 43,04 47,54 48,36
030	<u>Сверлильно-фрезерно-расточная</u> 1. Основное время 2. Вспомогательное время: время, связанное с операцией время на установку и снятие изделия машинно-вспомогательное время по программе Коэффициент на вспомогательное время Суммарное вспомогательное время 3. Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности 5. Подготовительно-заключительное время на партию деталей (суммарное) Время цикла автоматической работы станка по программе	Карта 14, поз.1-6 Карта 13, поз. 3 Карта 16 Карта 26	19,37 3,3 1,0 6,5 1,0 11,8 14% 39,3 20,24

Продолжение таблицы 1.8

1	2	3	4
	Штучное время		25,54
	Штучно-калькуляционное время		26,36
035	<u>Хонинговальная</u> 1. Основное время 2. Вспомогательное время: время на установку и снятие детали  время, связанное с переходом  Время на измерение:  Коэффициент на вспомогательное время Суммарное вспомогательное время 3. Время на обслуживание рабочего места 4. Время перерывов на отдых и личные надобности 5. Подготовительно-заключительное время на партию деталей (суммарное) Штучное время Штучно-калькуляционное время	   Карта 6 поз. 50  Карта 44 поз. 68  Карта 86 поз. 26          Карта 45	  8,2  2,2  0,9  0,37·5  1,0 4,95 9% 4%  28 14,85 15,44

### 1.6.2 Определение необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки

Расчетное количество станков для обработки годовой программы деталей определяется по формуле [10]:

$$C_p = \frac{T_{шт-к} \cdot N}{60 \cdot F_d}, \quad (1.29)$$

где  $C_p$  – расчётное количество станков данного типа, шт;

$K_{вн}$  – коэффициент выполнения нормы,  $K_{вн} = 1,04$ ;

$F_d$  – действительный годовой фонд времени работы оборудования, час:

$$F_d = F_n \cdot K_n,$$

где  $F_n$  – номинальный годовой фонд времени работы оборудования, час;

$K_n = 0,97$  – коэффициент, учитывающий потери времени при ремонте оборудования.

Коэффициент загрузки оборудования:

$$K_{зо} = \frac{C_p}{C_{п}} 100, \quad (1.30)$$

где  $C_{п}$  – принятое число станков.

Результаты расчёта приведены в таблице 1.9.

Таблица 1.9 - Определение количества оборудования и коэффициентов его загрузки

№ операции	F <sub>д</sub>	C <sub>р</sub>	C <sub>п</sub>	K <sub>зо</sub> , %
005	1930	0,17	1	17
015	1930	0,05	1	5
020	1930	0,14	1	14
025	1930	0,42	1	42
030	1930	0,23	1	23
035	1930	0,13	1	13

Для выполнения 025 и 030 операций можно принять один станок. Тогда коэффициент загрузки станка ИР-320ПМФ4 до 65%.

Средний коэффициент загрузки K<sub>зо. ср.</sub> = 22,8%.

Уточняем серийность производства по коэффициенту закрепления операций:

$$K_{зо} = F_{д} \cdot 60 / N \cdot T_{шт-к. ср.} = 1930 \cdot 60 / 1000 \cdot 21,87 = 5,29$$

### 1.6.3 Определение численности рабочих

Численность рабочих определяем по формуле [35]:

$$Ч_{осн} = \sum_{i=1}^M (C_{пi} \cdot n_{смi}), \quad (1.31)$$

где n<sub>смi</sub> - количество смен работы оборудования на i-й операции

$$Ч_{осн} = (1 \cdot 1) + (1 \cdot 1) + (1 \cdot 1) + (1 \cdot 1) + (1 \cdot 1) = 5 \text{ чел.}$$

1) вспомогательные рабочие [22]:

$$Ч_{всп} = Ч_{осн} \cdot \frac{k_{всп}}{100}, \quad (1.31)$$

где k<sub>всп</sub> = 60% - коэффициент численности вспомогательных рабочих.

$$Ч_{всп} = 5 \cdot \frac{60}{100} = 3 \text{ чел.}$$

2) специалисты [22]:

$$Ч_{спец} = (Ч_{осн} + Ч_{всп}) \cdot \frac{k_{спец}}{100}, \quad (1.32)$$

где k<sub>спец</sub> = 8...12% - коэффициент численности специалистов.

$$Ч_{спец} = (5 + 3) \cdot \frac{12}{100} = 0,96$$

Численность специалистов принимаем равной 1 чел.

3) Служащие [22]:

$$Ч_{служ} = (Ч_{осн} + Ч_{всп} + Ч_{спец}) \cdot \frac{k_{служ}}{100}, \quad (1.33)$$

где k<sub>служ</sub> = 2...4% - коэффициент численности служащих.

$$\mathbf{Ч}_{\text{служ}} = (5 + 3 + 1) \frac{4}{100} = 0,32$$

Численность служащих принимаем равной 1 чел.

4) Руководители [22]:

$$\mathbf{Ч}_{\text{рук}} = (\mathbf{Ч}_{\text{осн}} + \mathbf{Ч}_{\text{всп}} + \mathbf{Ч}_{\text{спец}} + \mathbf{Ч}_{\text{служ}}) \frac{k_{\text{рук}}}{100}, \quad (1.34)$$

где  $k_{\text{рук}} = 1,5 \dots 2\%$  - коэффициент численности руководителей.

$$\mathbf{Ч}_{\text{рук}} = (5 + 3 + 1 + 1) \frac{2}{100} = 0,2$$

Численность руководителей принимаем равной 1 чел.

Общая численность работников подразделения составляет

$$\mathbf{Ч}_{\text{общ}} = \mathbf{Ч}_{\text{осн}} + \mathbf{Ч}_{\text{всп}} + \mathbf{Ч}_{\text{спец}} + \mathbf{Ч}_{\text{служ}} + \mathbf{Ч}_{\text{рук}} = 5 + 3 + 1 + 1 + 1 = 11 \text{ чел.}$$

## 2 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Студент гр. 10А61

\_\_\_\_\_  
(Подпись)

Н.А. Абдуназаров

\_\_\_\_\_  
(Дата)

Руководитель  
Доцент ЮТИ ТПУ

\_\_\_\_\_  
(Подпись)

В.Г. Лизунков

\_\_\_\_\_  
(Дата)

Нормоконтроль  
к.т.н., доцент ЮТИ ТПУ

\_\_\_\_\_  
(Подпись)

А.А. Ласуков

\_\_\_\_\_  
(Дата)

## 2.1 Расчет объема капитальных вложений

Цель данного раздела ВКР – обосновать технологическое решение, предложенное на основе расчёта себестоимости продукции (корпус КС–4372.319.507.001) при заданном объёме производства 1000шт. и капитальных вложений в предлагаемый инженерный проект.

### 2.1.1 Стоимость технологического оборудования

Стоимость технологического оборудования ( $K_{то}$ ) представляет собой сумму произведения количества оборудования и его цены по всем операциям технологического процесса:

$$K_{то} = \sum_{i=1}^m Q_i \times C_i, \quad (2.1)$$

где  $m$  – количество операций технологического процесса изготовления изделий;

$Q_i$  – принятое количество единиц оборудования, занятого выполнением  $i$ -ой операции;

$C_i$  – балансовая стоимость единицы оборудования, занятого выполнением  $i$ -ой операции.

Таблица 2.1 – Стоимость технологического оборудования

№ операции	Модель станка	$C_i$ , руб.	$Q_i$ , шт.	$K_{тоi}$ , руб.
005	6P13	250000	1	250000
015	3E711B	350000	1	350000
020	2P135Ф2-1	250000	1	250000
025, 030	ИР320ПМФ4	1800000	1	1800000
030	3E820Д-2	200000	1	200000
Всего:				2850000

### 2.1.2 Стоимость вспомогательного оборудования

К вспомогательному оборудованию отнесем машины и оборудование (двигатели, вычислительная техника, лабораторное оборудование, транспортные средства и т.д.), неучтенное в стоимости основного технологического оборудования п.9.1.1, но принимающее непосредственное участие в технологическом процессе.

Стоимость вспомогательного оборудования ( $K_{во}$ ) определим приближенно – 30% от стоимости технологического оборудования.

$$K_{во} = K_{то} \times 0,30 = 2850000 \times 0,3 = 855000 \text{ руб.}$$

### 2.1.3 Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря

Стоимость инструментов и инвентаря ( $K_{ин}$ ) по предприятию может быть установлена приближенно в размере 10-15% от стоимости технологического оборудования.

В данном случае учитывается стоимость:

-инструментов всех видов (режущие, мерительные) и прикрепляемые к

машинам приспособления для обработки изделия (зажимы, тиски и т.д.);

-производственного инвентаря для обеспечения производственных процессов (рабочие столы, верстаки, инвентарь для хранения жестких и сыпучих тел, охраны труда и т.д.);

-хозяйственного инвентаря (шкафы, столы, инвентарь конторского назначения и т.д.)

$$K_{\text{ии}} = K_{\text{то}} \times 0,15 = 2850000 \times 0,15 = 427500 \text{ руб.}$$

#### 2.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений

Стоимость эксплуатационных помещений может быть рассчитана при разных формах владения: собственные помещения или арендованные.

В нашем случае общая стоимость помещений рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{п}}'' = (S_{\text{пп}} \times A_{\text{пп}} + S_{\text{сп}} \times A_{\text{сп}}) \times T, \quad (2.2)$$

где  $S_{\text{пп}}$ ,  $S_{\text{сп}}$  – соответственно производственная и складская площадь,  $\text{м}^2$ ;

$A_{\text{пп}}$ ,  $A_{\text{сп}}$  – арендная плата  $1\text{м}^2$  за месяц,  $\text{руб}/\text{м}^2$ ;

$T$  – отчетный период ( $T=12$  мес.)

$$C_{\text{п}}'' = (120 \cdot 200 + 60 \cdot 200) \cdot 12 = 432000 \text{ руб.}$$

#### 2.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах

Данные средства рассчитываются по формуле:

$$K_{\text{пзм}} = \frac{N_{\text{м}} \times N \times C_{\text{м}}}{360} \times T_{\text{обм}} = \frac{19,3 \times 1000 \times 45}{360} \times 30 = 72375 \text{ руб.}$$

где  $N_{\text{м}}=19,3$  кг/ед - норма расхода материала;

$N=1000$ шт - годовой объем производства продукции;

$C_{\text{м}}=45$ - цена материала сталь 38ХМ,  $\text{руб.}/\text{кг}$ ;

$T_{\text{обм}}$  - продолжительность оборота запаса материалов (1 месяц) в днях.

#### 2.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве

Стоимость незавершенного производства ( $K_{\text{нзп}}$ ) может быть установлена из следующего выражения:

$$K_{\text{нзп}} = \frac{N \times T_{\text{ц}} \times C' \times k_{\text{г}}}{360}, \quad (2.3)$$

где  $T_{\text{ц}}=0,5$  длительность производственного цикла при двухсменном режиме работы, дни;

$C'$ - себестоимость единицы готовой продукции на стадии предварительных расчетов,  $\text{руб.}$ ;

$k_{\text{г}}$ - коэффициент готовности.

Себестоимость единицы готовой продукции на стадии предварительных расчетов определяется по формуле:

$$C' = \frac{N_{\text{м}} \times C_{\text{м}}}{k_{\text{м}}}, \quad (2.4)$$

где  $k_{\text{м}}$ - коэффициент, учитывающий удельный вес стоимости основных материалов в себестоимости изделия ( $k_{\text{м}}=0,8 \div 0,85$ ).

Коэффициент готовности:

$$k_r = (k_m + 1) \times 0,5 = (0,83 + 1) \times 0,5 = 0,915.$$

$$C' = \frac{19,3 \times 45}{0,83} = 1046,39, \text{ руб.}$$

$$K_{\text{нзп}} = \frac{1000 \times 0,5 \times 1046,39 \times 0,915}{360} = 1329,78 \text{ руб.}$$

2.1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции

Стоимость запаса готовой продукции определяется по формуле:

$$K_{\text{гп}} = \frac{C' \times N}{360} \times T_{\text{гп}} = \frac{1046,39 \times 1000}{360} \times 30 = 87199,17 \text{ руб.}$$

где  $T_{\text{гп}}=30$  дней - продолжительность оборота готовой продукции на складе

2.1.8 Оборотные средства в дебиторской задолженности

Дебиторская задолженность определяется по формуле:

$$K_{\text{дз}} = \frac{B_{\text{рп}}}{360} \times T_{\text{дз}}, \quad (2.5)$$

где  $B_{\text{рп}}$  - выручка от реализации продукции на стадии предварительных расчетов, руб.;

$$B_{\text{рп}} = C' \times N(1 + p/100), \quad (2.6)$$

где  $T_{\text{дз}}$  - продолжительность дебиторской задолженности ( $T_{\text{дз}}=7 \div 40$ ), дней;  
 $p$  - рентабельность продукции ( $p=15 \div 20\%$ ).

Выручка от реализации продукции на данном этапе расчета устанавливается приближенным путем.

$$B_{\text{рп}} = 1046,39 \times 1000 \times (1 + 15/100) = 1203348,5 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{дз}} = \frac{1203348,5}{360} \times 10 = 33426,35 \text{ руб.}$$

2.1.9 Денежные оборотные средства

Для нормального функционирования предприятия необходимо иметь денежные средства на текущие расходы. Сумма денежных средств приближенно можно принять 10% от суммы материальных оборотных средств.

$$C_{\text{обс}} = K_{\text{пзм}} \times 0,10 = 72375 \times 0,10 = 7237,5 \text{ руб.}$$

2.2 Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции

2.2.1 Основные материалы за вычетом реализуемых отходов

Затраты на основные материалы ( $C_m$ ) рассчитываются по формуле:

$$C_m = N \cdot (\Pi_m \cdot H_m \cdot K_{\text{тзр}} - \Pi_0 \cdot H_0), \quad (2.7)$$

где  $K_{\text{тзр}}$  - коэффициент транспортно-заготовительных расходов ( $K_{\text{тзр}}=1,04$ );

$\Pi_0$  - цена возвратных отходов, руб/кг;

$H_0$  - норма возвратных отходов кг/шт;

Норма возвратных отходов определяется:

$$H_0 = m_3 - m_0 = 19,3 - 12,1 = 7,2 \text{ кг,}$$

где  $m_3$  и  $m_0$  - масса заготовки и изделия соответственно, кг.

$$C_m = 1000 \times (45 \times 19.3 \times 1,04 - 45 \times 7.2) = 579240 \text{ руб.}$$

Таблица 2.2 - Затраты на основные материалы

№ детали	Затраты на материалы, руб.	Возвратные отходы, руб.	$C_{mi}$ , руб.
ФЮРА А61021.001	903240	324000	579240
Всего:			579240

### 2.2.2 Расчет заработной платы производственных работников

Основная заработная плата предусматривает оплату труда за проработанное время. Рассчитывается она в зависимости от формы и системы оплаты труда.

В выпускной квалификационной работе предусматривается сдельно-премиальная оплата труда. В соответствии с этой системой заработная плата рассчитывается по формуле:

$$C_{zo} = \sum_{i=1}^m \frac{t_{шги} \times C_{чacj}}{60} \times k_n \times k_p \times N, \quad (2.8)$$

где  $m$  – количество операций технологического процесса;

$t_{шги}$  - норма времени на выполнение  $i$ -ой операции, мин/ед;

$C_{чacj}$ - часовая ставка  $j$ -го разряда, руб./час;

$k_n$ - коэффициент, учитывающий премии и доплаты ( $k_n \approx 1,5$ );

$k_p$ - районный коэффициент ( $k_p=1,3$ ).

Таблица 2.3 - Расчёт фонда заработной платы

Профессия рабочего	$t_{шги}$ , мин	Разряд	Количество	$C_{чacj}$ , руб.	$C_{zoi}$ , руб
Фрезеровщик	19,01	3	1	118,6	73274
Шлифовщик	5,85	3	1	118,6	22548,8
Оператор станков с ЧПУ	16,18	3	1	118,6	62365,8
Оператор станков с ЧПУ	74,72	4	1	132,6	322005,8
Шлифовщик	53,28	4	1	132,6	229610,2
Фонд заработной платы всех рабочих					709804,6

### 2.2.3 Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих

Отчисление на социальные нужды:

$$C_{oco} = C_{zo} \times (\alpha_1 + \alpha_2) = 709804,6 \times (0,26 + 0,4) = 468471 \text{ руб.}$$

где  $\alpha_1$  - обязательные социальные отчисления ( $\alpha_1 = 0,26$ ), руб/год

$\alpha_2$  - социальное страхование по проф. заболеваниям и несчастным случаям ( $\alpha_2=0,3 \div 1,7$ ), руб/год

## 2.2.4 Расчет амортизации основных фондов

### 2.2.4.1 Расчет амортизации оборудования

В расчетах выпускной работы годовую норму амортизации каждого оборудования определяем по следующей схеме, используя линейный метод:

$$a_{ни} = \frac{1}{T_o} \times 100\% = \frac{1}{12} \times 100\% = 8,3\%.$$

где  $T_o$  – срок службы оборудования ( $T_o=3 \div 12$  лет)

При небольшом объеме производства и неполной загрузке оборудования (оборудование загружено производством других видов продукции) необходим расчет амортизационных отчислений, приходящихся на 1ч работы оборудования:

$$A = \sum_{i=1}^n \frac{Ц_i \times a_{ни}}{F_d \times K_{вpi}} \cdot K_{зоi}, \quad (2.9)$$

где  $n$  – количество оборудования;

$K_{вpi}$  – коэффициент загрузки  $i$ -го оборудования по времени;

$F_d$  – действительный годовой фонд времени работы оборудования,

$F_d=1987$  час.

Таблица 2.4 - Расчёт амортизационных отчислений

№ операции	Ц <sub>i</sub> , руб.	a <sub>ни</sub> , %	F <sub>дi</sub> , ч	K <sub>зоi</sub> , руб.	A <sub>оп</sub> , руб.
005	250000	8,3	1987	0,17	61,4
015	350000	8,3	1987	0,05	292,4
020	250000	8,3	1987	0,14	74,6
025, 030	1800000	8,3	1987	0,228	329,8
030	200000	8,3	1987	0,23	36,3
Вспомог. оборуд.	855000	5,3	1987	0,13	175,4
Амортизационные отчисления для всех станков (A <sub>ч</sub> )					969,9

### 2.2.4.2 Расчет амортизационных отчислений зданий

Стоимость амортизации эксплуатируемых площадей входит в стоимость арендной платы за помещения.

### 2.2.5 Отчисления в ремонтный фонд

Эти затраты включают в себя затраты по всем видам ремонта (капитального, текущего и др.). Затраты на ремонт оборудования определяются по формуле:

$$C_{ч.р} = \frac{100 \times (\omega_{mi} \times R_{mi} + \omega_{эi} \times R_{эi})}{T_{рц} \times \beta_M \times \beta_{тп} \times \beta_p \times \beta_T} + t_{р.эл} \times C_{р.эл}, \quad (2.10)$$

где  $R_{mi}$  и  $R_{эi}$  – группы ремонтпригодности механической и электрической части  $i$ -го оборудования соответственно;

$\omega_{mi}$  и  $\omega_{эi}$  – затраты на все виды планово-предупредительного ремонта за ремонтный цикл, приходящиеся на единицу  $i$ -ой ремонтной техники;

$T_{рц}$  – длительность ремонтного цикла основной части оборудования, ч;

$\beta_M, \beta_{ТП}, \beta_P, \beta_T$  – коэффициенты, влияющие на длительность ремонта соответственно от обрабатываемого материала, типа производства, значений параметров оборудования, массы станка;

$t_{р.Эл}$  – трудоёмкость ремонта электронной части станков, Н/ч;

$C_{р.Эл}$  – стоимость ремонта;

$T_{рем. работ}$  – трудоёмкость ремонтных работ.

По [6] принимаем:

$T_{рц} = 23000$  ч;  $\beta_M = 0,85$ ;  $\beta_{ТП} = 1,5$ ;  $\beta_P = 1$ ;  $\beta_T = 1$ ;  $C_{р.Эл} = 52$  руб/час.

Таблица 2.5 - Затраты на ремонт оборудования по технологическому процессу

№ операции	$t_{р.Эл}$	$R_{Mi}$ , руб.	$R_{Эi}$ , руб.	$\omega_{Mi}$ , н.ч.	$\omega_{Эi}$ , н.ч.	$C_{ч.рi}$ , руб/час	$C_{общ}$ , руб
005	-	15	7	34,5	40,2	2,72	862,69
010	-	8	8	29,7	40,2	1,91	185,92
015	93	10	6	29,7	40,2	1,84	494,92
020, 025	94	11	9	29,7	40,2	2,35	2926,53
030	-	9	6	29,7	40,2	1,73	446,22
Суммарные затраты на ремонт всех станков							4916,28

2.2.6 Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования

2.2.6.1 Затраты на СОЖ определяются по формуле:

$$C_{СОЖ} = n \times N \times g_{ох} \times c_{ох} = 5 \times 1000 \times 0,03 \times 33 = 4950 \text{ руб.}$$

где  $g_{ох}$  – средний расход охлаждающей жидкости для одного станка ( $g_{ох} = 0,03$  кг/дет);

$c_{ох}$  – средняя стоимость охлаждающей жидкости,  $c_{ох} = 33$  руб/кг;

$n$  – количество станков.

9.2.6.2 Затраты на сжатый воздух рассчитываются по формуле:

$$C_{возд} = \frac{g_{возд} \times C_{возд} \times N_{г}}{60} \times \sum t_{oi} = \frac{0,7 \times 0,75 \times 1000}{60} \times 57,73 = 505,15 \text{ руб.}$$

где  $g_{возд}$  – расход сжатого воздуха,  $g_{возд} = 0,7$  м<sup>3</sup>/ч;

$C_{возд}$  – стоимость сжатого воздуха,  $C_{возд} = 0,75$  руб.

2.2.7 Затраты на силовую электроэнергию

Расчёт затрат на электроэнергию:

$$C_{чЭ} = \sum_{i=1}^m N_{yi} \times K_N \times K_{вр} \times K_{од} \times \frac{K_{\omega}}{\eta} \times C_{э}, \quad (2.11)$$

где  $N_{yi}$  – установленная мощность электродвигателей оборудования, занятого выполнением  $i$ -ой операции, кВт;

$K_N, K_{вр}$  – средние коэффициенты загрузки электродвигателя по мощности и времени, принимаем  $K_N = 0,7$ ;  $K_{вр} = 0,5$ ;

$K_{од}$  – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей,  $K_{од} = 0,6 \div 1,3$ , принимаем  $K_{од} = 0,85$ ;

$K_{\omega}$  – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети завода,

принимая  $K_{\omega} = 1,06$ ;

$\eta$  – КПД оборудования, принимаем  $\eta = 0,7$ ;

$\Pi_{\text{Э}}=3,43$  средняя стоимость электроэнергии (по данным городской электросети), руб.

Таблица 2.6 - Затраты на электроэнергию технологического процесса

№ операции	$N_{yi}$ , кВт	$C_{\text{ЭЭ}}$ , руб/ч	$C_{\text{общ. э.}}$ руб
005	11	16,9	5361,8
010	4	6,3	618,8
015	3,7	5,7	1548,3
020, 025	7,5	11,8	14677,4
030	2,2	3,5	894,4
Затраты на электроэнергию для всех операций			23100,7

### 2.2.8 Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь

Стоимость инструментов и инвентаря по предприятию установлена приближенно, поэтому их учтем как плановый показатель (5-7% от стоимости инструментов, приспособлений, инвентаря)  $K_{\text{ин}}=21375$  руб. и включим в себестоимость произведенной продукции.

### 2.2.9 Расчет заработной платы вспомогательных рабочих

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{звр}} = \sum_{i=1}^k C_{\text{эмj}} \times Ч_{\text{врj}} \times 12 \times k_{\text{нj}} \times k_{\text{рj}} \times k_{\text{y}}, \quad (2.12)$$

$$C_{\text{зврВСП}} = 13500 \times 5 \times 12 \times 1,3 \times 1,3 \times 0,1 = 136890 \text{ руб.}$$

где  $k$  – количество вспомогательных рабочих;

$Ч_{\text{врj}}$  – численность рабочих по соответствующей профессии;

$C_{\text{эмj}}$  – месячная тарифная ставка рабочего соответствующего разряда;

$k_{\text{нj}}$  – коэффициент, учитывающий премии и доплаты для вспомогательных рабочих ( $k_{\text{нj}} = 1,2 \div 1,3$ );

$k_{\text{рj}}$  – районный коэффициент ( $k_{\text{рj}} = 1,3$ );

$k_{\text{y}}$  – коэффициент участия вспомогательных рабочих в производственном процессе при изготовлении детали.

Отчисления на социальные цели вспомогательных рабочих:

$$C_{\text{овр}} = C_{\text{звр}} \times 0,26 = 136890 \times 0,26 = 35591,4 \text{ руб.}$$

где  $C_{\text{овр}}$  – сумма отчислений за год, руб./год

### 2.2.10 Заработная плата административно-управленческого персонала

$$C_{\text{зауп}} = \sum_{i=1}^k C_{\text{эмj}} \times Ч_{\text{аупj}} \times 12 \times k_{\text{рj}} \times k_{\text{ндj}} \times k_{\text{y}}, \quad (2.13)$$

$$C_{\text{ЗАУП}} = 13500 \times 1 \times 12 \times 1,3 \times 1,3 \times 0,2 = 54756 \text{ руб.}$$

где  $C_{\text{зупj}}$  – месячный оклад работника административно-управленческого персонала, руб.;

$Ч_{\text{аупj}}$  – численность работников административно-управленческого персонала должности, чел.

$k_{\text{пдj}}$  – коэффициент, учитывающий премии и доплаты административно-управленческого персонала;

$k_y$  - коэффициент участия административно-управленческого персонала в производственном процессе при изготовлении детали.

Отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала:

$$C_{\text{оауп}} = C_{\text{зауп}} \times 0,26 = 54756 \times 0,26 = 14236,6 \text{ руб.}$$

где  $C_{\text{оауп}}$  – сумма отчислений за год, руб./год.

### 2.2.11 Прочие расходы

В прочие затраты входят разнообразные и многочисленные расходы: налоги и сборы, отчисления в специальные фонды, платежи по обязательному страхованию имущества и за выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду, командировочные и представительские расходы, оплата работ по сертификации продукции, спец одежда рабочих, вознаграждения за изобретательства и рационализацию, и др.

Прочие расходы рассчитаем как плановые условно:

$$C_{\text{проч}} = \text{ПЗ} \times N \times 0,7, \quad (2.14)$$

$$C_{\text{проч}} = 1975,1 \times 1000 \times 0,7 = 1382570, \text{ руб.}$$

где ПЗ – прямые затраты единицы продукции, руб.

## 2.3 Экономическое обоснование технологического проекта

Таблица 2.7 - Смета затрат по экономическим элементам

Затраты	Сумма, руб./ед	Сумма, руб./год
1	2	3
Прямые затраты:	1975,1	1975080,2
основные материалы за вычетом реализуемых отходов	796,8	796804,6
заработная плата производственных рабочих	709,8	709804,6
отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих	468,5	468471
Косвенные затраты:	2111,9	2111861,03
амортизация оборудования предприятия	0,97	969,9
арендная плата эксплуатируемых помещений	432	432000
отчисления в ремонтный фонд	4,9	4916,28
вспомогательные материалы на содержание оборудования	5,5	5455,15
затраты на силовую электроэнергию	23,1	23100,7
износ инструмента	21,4	21375

Продолжение таблицы 2.7

1	2	3
заработная плата вспомогательных рабочих	136,9	136890
отчисление на социальные цели вспомогательных рабочих	35,6	35591,4
заработная плата административно-управленческого персонала	54,8	54756
отчисление на социальные цели административно-управленческого персонала	14,2	14236,6
прочие расходы	4087	4086941,23

При годовой программе выпуска (1000шт.) изделия КС 4372.319.507.001 и разработанном технологическом процессе себестоимость изделия составляет 4087руб. При реализации изделия по цене 4904руб. предполагаемая прибыль составит 817400руб. при заданной программе выпуска, что говорит о рентабельности капитальных вложений и безубыточности производства.

### 3 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Студент гр. 10А61

\_\_\_\_\_  
(Подпись)

Н.А. Абдуназаров

\_\_\_\_\_  
(Дата)

Руководитель  
доцент

\_\_\_\_\_  
(Подпись)

С.А. Солодский

\_\_\_\_\_  
(Дата)

Нормоконтроль  
к.т.н., доцент кафедры ТМС

\_\_\_\_\_  
(Подпись)

А.А. Ласуков

\_\_\_\_\_  
(Дата)

### 3.1 Характеристика объекта исследования

Реальные производственные условия характеризуются, как правило, наличием некоторых опасных и вредных факторов.

В данной ВКР разрабатывается технологический процесс обработки корпуса секции рабочей КС – 4372.319.507.001.

Материалом корпуса является сталь 38ХМ ГОСТ 4543–71, масса заготовки – 12,1кг. На предприятиях в соответствии с ГОСТ12.3.020-80 перемещение грузов массой более 20кг в технологическом процессе должно производиться с помощью подъёмно – транспортных устройств или средств механизации. Следовательно, для установки заготовки на станок не требуются подъёмно-транспортные устройства.

Корпус изготавливается на сверлильно-фрезерно-расточном, шлифовальном и хонинговальном оборудовании.

Обработка в основном ведётся на станках с ЧПУ, которые расположены таким образом, чтобы на участке около 72м<sup>2</sup> максимально уменьшить встречный и перекрещивающийся грузопотоки деталей.

### 3.2 Выявление и анализ вредных производственных факторов

#### 3.2.1 Шум

Шум – любой нежелательный звук, воспринимаемый органом слуха человека. Представляет собой беспорядочное сочетание звуков различной интенсивности и частоты. В соответствии с классификацией шумов, установленной СН 2.2.4/2.1.8.562-96, шумы бывают: широкополосные; тональные; постоянные; непостоянные; прерывистые; колеблющиеся; импульсные.

Источником шума на участке являются металлорежущее оборудование, электродвигатели, краны и т.п.

Шум ослабляет внимание человека, увеличивает расход энергии, замедляет скорость психических реакций, в результате повышается вероятность несчастных случаев. Предельно допустимый уровень шума на рабочих местах установлен СН 2.2.4/2.1.8.562-96 и составляет 85 Дб.

В борьбе с производственным шумом применяются методы:

- уменьшение шума (совершенствование технологических операций и применяемого оборудования);
- ослабление на пути следования шума (проводится акустическая обработка помещений, основанная на явлении поглощения звука волокнисто-пористыми материалами);

Предельно допустимый уровень шума на рабочих местах установлен СН 2.2.4/2.1.8.562-96 и составляет 85Дб. Шум большинства металлорежущих станков лежит в средне- и высокочастотной областях – 500...8000Гц с допустимыми уровнями звукового давления 83...74дБ соответственно, что не превышает предельно допустимого уровня.

### 3.2.2 Вибрации

Вибрация – механические колебания упругих тел или колебательные движения механических систем. По характеру действия на организм человека вибрацию подразделяют на общую (действует на всё тело) и местную (действует только на руки рабочего).

Вибрация может привести к развитию виброболезни и утомляемости.

Источником вибрации являются металлорежущее оборудование (особенно станки, работающие с высокими скоростями резания), электродвигатели, краны и т.п.

Необходимо отметить, что особо опасной является вибрация с частотой 6...9 Гц, которая близка к собственной частоте колебаний внутренних органов человека; при её воздействии возникает резонанс, который увеличивает колебания внутренних органов, расширяя их или сужая, что весьма вредно. Чем больше амплитуда колебаний, тем больше энергия колебательных движений и тем сильнее на них реакция человека.

Для уменьшения уровня вибрации применяют виброизоляцию. Между источником и объектом помещаются упругие элементы – амортизаторы. В данном случае для уменьшения передачи вибрации от станка к рабочему через основание станки установлены на виброопорах. Также дополнительно под ноги рабочего подкладывается деревянная решетка.

### 3.2.3 Недостаточное освещение

Свет (видимое излучение) представляет собой излучение, непосредственно вызывающее зрительное ощущение. В производственных помещениях используется три вида освещения:

естественное (источником является солнце);

искусственное (используются лампы накаливания, газоразрядные);

смешанное (естественное + искусственное).

Различают следующие виды искусственного освещения: общее (равномерное или локализованное), местное (стационарное или переносное); и комбинированное (общее + местное).

Недостаточное освещение может ухудшить зрение человека, а также косвенно влияет на безопасность труда и качество продукции. Кроме того, недостаточное освещение часто является причиной несчастных случаев и заболеваний зрительных органов.

Нормальные условия работы в производственных помещениях могут быть обеспечены лишь при достаточном освещении рабочих зон, проходов, проездов. Естественное и искусственное освещение должно соответствовать требованиям СНиП 23–05–95. Величина коэффициента естественного освещения (КЕО) для различных помещений лежит в пределах 0,1...12%:

$$\text{КЕО} = \frac{E}{E_0} \times 100\% ,$$

(3.1)

где  $E$  – освещённость на рабочем месте, лк;

$E_0$  – освещённость на улице (при среднем состоянии облачности), лк.

Для местного освещения применяются светильники, устанавливаемые на металлорежущих станках, и отрегулированы так, чтобы освещённость была не ниже значений, установленных санитарными нормами. Качество выпускаемой продукции в значительной степени зависят от качества освещения помещений и рабочих мест.

На участке, где происходит технологический процесс изготовления детали, естественное освещение осуществляется верхним светом через световые призмы – фонари. Так как освещённость, создаваемая естественным светом, изменяется в зависимости от времени дня, года, метеорологических факторов, то для поддержания постоянного уровня освещённости применяется комбинированное освещение – естественное и искусственное. Искусственное общее освещение – лампы накаливания располагаются в верхней зоне помещения и на колоннах.

На участке предусмотрено искусственное освещение при помощи светильников типа «Универсаль» с лампами накаливания, в прозрачной колбе.

Рассчитаем требуемое количество светильников.

Из таблицы 4.6 [37] определяем наименьшую высоту подвеса  $h_2=3$ м. По приложению 4.1 определяем значение нормируемой освещённости рабочих поверхностей участка  $E=200$ лк для общего освещения и  $E=400$ лк всего. По таблице 4.8 определяем коэффициент запаса  $k=1,5$ . Осуществим размещение светильников. Высота подвеса светильников:

$$h=h_2-h_1=3-1=2\text{м,}$$

где  $h_1=1$  – высота рабочей поверхности.

Из таблицы 4.9  $\lambda = 1,8$

$$L = \lambda \cdot h = 1,8 \cdot 2 = 3,6\text{м}$$

Исходя из размеров участка  $A=12$ м,  $B=6$ м выбираем число светильников равное шести.

Индекс помещения:

$$i = \frac{S}{h \cdot (A + B)},$$

(3.2)

где  $S=72\text{м}^2$  – площадь участка.

$$i = \frac{72}{2 \cdot 18} = 2$$

Коэффициенты отражения стен и потолка  $\rho_c$  и  $\rho_{\Pi}$  определяем по таблице 4.15  $\rho_c=0,3$ ,  $\rho_{\Pi} = 0,5$ . По таблице 4.11 определяем коэффициент использования светового потока  $\eta = 0,4$ .

Световой поток лампы  $\Phi$  (лк) определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta},$$

(3.3)

где  $E$  – заданная минимальная освещённость, лк;

$K_3$  – коэффициент запаса;  
 $S$  – освещаемая площадь, м<sup>2</sup>;  
 $z$  – коэффициент минимальной освещенности;  
 $N$  – количество светильников, шт;  
 $\eta$  – коэффициент использования светового потока.

$$\Phi = \frac{200 \cdot 1,5 \cdot 72 \cdot 1,375}{6 \cdot 0,4} = 12375 \text{ лм}$$

По таблице 4.1 выбираем характеристики лампы  $N=700\text{Вт}$ ,  $u=220\text{В}$ .

Таким образом, участок должен освещаться шестью светильниками «Универсаль» 700Вт построенных в два ряда по три светильника

Для нормальной освещенности необходимо: регулярная замена вышедших из строя ламп, периодическая очистка от пыли (СН и П 23–06–95 «Естественное и искусственное освещение»).

### 3.2.4 Смазывающе-охлаждающие технологические средства (СОТС)

В виду возникновения при обработке резанием большого количества тепла возникает необходимость применения СОТС (в частности, в данной работе СОЖ – смазывающе-охлаждающая жидкость). СОТС (СОЖ) может привести при попадании на кожу к развитию кожных заболеваний.

Допустимая концентрация вредных веществ для здоровья человека соответствует ГОСТ 12.0.004–79. Периодичность замены СОТС устанавливается по результатам контроля не реже одного раза в месяц, эмульсий – одного раза в неделю, полусинтетических жидкостей – одного раза в две недели. Не реже одного раза в неделю должен производиться анализ СОТС на отсутствие микробов, вызывающих кожные заболевания. Дополнительно контроль может проводиться при появлении запаха или раздражении кожи.

Хранить и транспортировать СОТС необходимо в чистых стальных резервуарах, изготавливаемых из белой жести, оцинкованного листа или пластмасс. СОТС хранится в соответствии с требованиями СНиП 11–106–72.

В нашей работе СОТС выбрана с учетом разрешения министерства здравоохранения РФ в соответствии с ГОСТ 12.3.025–80:

МР–3 (ТУ 38.201254–76) – маловязкое минеральное масло;

ВЕЛС–I (ТУ 38.00145843017–94) – полусинтетическая эмульсия.

## 3.3 Выявление и анализ опасных производственных факторов

### 3.3.1 Движущиеся рабочие органы станков

Движущиеся рабочие органы станков могут нанести травму работнику.

На станках с ЧПУ такие движения как подвод – отвод инструмента, его смена выполняется с высокой скоростью. Эти перемещения выполняются согласно программе и момент их совершения трудно предсказуем. Это увеличивает степень риска травмирования станочника. Данный фактор требует повышенного внимания рабочего и соблюдения инструкций по управлению станка. Кроме того, т. к. обработка ведётся на станках с ЧПУ, существует вероятность

получения травмы при смене инструмента, т. к. смена инструмента производится с большой скоростью и может быть для рабочего неожиданной.

С целью защиты все двигающиеся части: зубчатые колеса, валы, вращающиеся детали и т.д, представляющие собой опасность для рабочих, заблокированы концевыми выключателями так, чтобы при незакрепленном ограждении станок не выключался или во время работы станка при снятии или отключении ограждения – станок отключался. В данном случае на всех станках рабочая зона закрыта кожухами.

Не допускается работать на станках в расстёгнутой одежде. Рабочие, имеющие длинные волосы должны убирать их под головной убор.

### 3.3.2 Электрический ток

В связи с тем, что приходится иметь дело с оборудованием, подключенному к электросети, возникает вероятность поражения электрическим током.

Поражение электрическим током может привести к серьёзным травмам и даже к смерти человека;

Для защиты от данного вредного фактора все станки должны быть заземлены. Все электрошкафы снабжены концевыми выключателями для исключения случайного попадания человека в зону действия электрического тока. Также помогает деревянная решетка под ногами рабочего.

В качестве примера произведем расчёт заземления.

Защитное заземление является простым, эффективным и широко распространённым способом защиты человека от поражения электрическим током. Обеспечивается это снижением напряжения оборудования, оказавшегося под напряжением и землёй до безопасной величины.

Конструктивными элементами защитного заземления являются заземлители – металлические проводники, находящиеся в земле, и заземляющие проводники, соединяющие заземляемое оборудование с заземлителем.

На участке применяются искусственные заземлители – вертикальные стальные трубы длиной 2,5м и диаметром 40мм.

Сопrotивление заземляющего устройства для электроустановок мощностью до 100 кВт и напряжением до 1000В должно быть не более 10 Ом.

На проектируемом участке применено контурное заземляющее устройство, которое характеризуется тем, что его одиночные заземлители размещают по контуру площадки, на которой находится заземляемое оборудование.

Для связи вертикальных электродов используем полосовую сталь сечением 4×40 мм. В качестве заземляющих проводников, предназначенных для соединения заземляющих частей с заземлителями, применяют полосовую сталь.

Сущность расчёта защитного сопротивления сводится к определению числа вертикальных заземлителей и длины соединительной полосы.

Глубина заземления составляет 0,8м, почва - суглинок.

Сопrotивление одиночного заземлителя  $R_3$ , вертикально установленного в землю, определяется по формуле [37]:

$$R_3 = \frac{\rho_3}{2 \cdot \pi \cdot l_m} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot h_r}{d}\right), \quad (3.4)$$

где  $d$  – диаметр трубы-заземлителя, см;

$\rho_3$  – удельное сопротивление грунта, Ом·см;

$l_m$  – длина трубы, см;

$h_m$  – глубина погружения трубы в землю, равная расстоянию от поверхности земли до середины трубы, см.

$d = 4\text{см}$ ;  $\rho_3 = 10^4$  Ом·см;  $l_m = 250\text{см}$ ;  $h_m = 205\text{см}$ .

$$R_3 = \frac{10^4}{2 \cdot \pi \cdot 250} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot 205}{4}\right) = 34 \text{ Ом.}$$

Определяем требуемое число заземлителей по формуле [37]:

$$\Pi = \frac{R_3}{R \cdot \eta}, \quad (3.5)$$

где  $\eta$  – коэффициент использования группового заземлителя,  $\eta = 0,8$ .

$$\Pi = \frac{34}{5 \cdot 0,8} = 8,5 \text{ шт.}, \text{ принимаем } \Pi = 9 \text{ шт.}$$

Длину соединительной полосы определяем по формуле:

$$l_n = 1,05 \cdot a \cdot (\Pi - 1) \quad (3.6)$$

где  $a$  – расстояние между заземлителями, м.

$$l_n = 1,05 \cdot 5 \cdot (9 - 1) = 42 \text{ м.}$$

Сопротивление соединительной полосы определяем по формуле [37]:

$$R_n = \frac{\rho_n}{2 \cdot \pi \cdot l_n} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot l_n^2}{h_n \cdot b}\right), \quad (3.7)$$

где  $b$  – ширина полосы, см;

$l_n$  – длина полосы, см;

$\rho_n$  – удельное сопротивление грунта, Ом·см;

$h_n$  – глубина погружения трубы в землю, см.

$b = 1,2$  см;  $\rho_n = 10^4$  Ом·см;  $l_n = 4200$  см;  $h_n = 80$  см.

$$R_n = \frac{10^4}{2 \cdot \pi \cdot 4200} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot 4200^2}{80 \cdot 1,2}\right) = 4,8 \text{ Ом}$$

Результирующее сопротивление по всей системе с учётом соединительной полосы и коэффициентов использования определяется по формуле:

$$R_c = \frac{R_3 \cdot R_n}{R_3 \cdot \eta_n + R_n + \eta_3 \cdot \Pi}, \quad (3.8)$$

где  $\eta_3$  – коэффициент использования труб контура,  $\eta_3 = 0,8$ ;

$\eta_n$  – коэффициент использования полосы,  $\eta_n = 0,7$ .

Подставив значения в формулу, получим:

$$R_c = \frac{34 \cdot 4,8}{34 \cdot 0,7 + 4,8 + 0,8 \cdot 9} = 4,6 \text{ Ом} < 10 \text{ Ом}$$

Сопротивление заземляющего устройства для установок напряжением до 1кВ и мощностью до 100кВА должно быть не более 10 Ом. Предельно допу-

стимое значение заземляющего устройства зависит от характеристики электроустановки и заземляющего объекта, а также от удельного сопротивления грунта  $\rho$ , выраженного в Ом·м. Оно должно быть в следующих пределах; при использовании заземляющего устройства одновременно для электроустановок до 1000В:

- при удельном сопротивлении грунта до 500 Ом·м –  $125/J_p$ , где  $J_p$  – расчётная сила тока замыкания на землю, А;
- более 500 Ом·м –  $0,25\rho / J_p$ .

Размещаем заземление по контуру и соединяем между собой соединительной полосой.

### 3.3.3 Отлетающая стружка

При обработке металлов резанием образуется стружка, которая подразделяется на стружку скалывания и сливную. Стружка скалывания образуется при операциях фрезерования. Сливная стружка образуется при точении, растачивании, сверлении. Она сходит в виде непрерывной ленты и может острыми краями нанести работнику тяжелую травму в виде порезов и попадания в глаза.

Защитой от стружки скалывания применены экраны и щитки, предохраняющие работающего. Станки снабжены пылестружкоотсасывающими системами. При помощи мощной насосной станции отсасывается пыль и стружка из зоны резания и транспортируется по трубопроводу в циклон. Циклон устанавливается на подставке. Между станками поставлены ограждения от летящей стружки.

Рабочие станочники в качестве индивидуальных средств защиты от летящей стружки используют очки. Уборка стружки руками запрещена. Если не механизирована уборка стружки, то применяют крючки, щетки-сметки. Также под ноги рабочего уложена деревянная решетка, чтобы стружка проваливалась через нее. Рабочему выдается специальная обувь на толстой подошве.

## 3.4 Обеспечение оптимальных параметров микроклимата рабочего места. Вентиляция и кондиционирование

Микроклимат на рабочем месте в производственных помещениях определяется температурой воздуха, относительной влажностью, скоростью движения воздуха, барометрическим давлением.

Температура воздуха поддерживается постоянной: зимой – за счёт отопительных систем, летом – за счёт вентиляции.

Вентиляция – это организованный воздухообмен в помещениях. По способу перемещения воздуха вентиляция подразделяется на естественную (аэрация, проветривание) и механическую (приточная, приточно-вытяжная).

По характеру охвата помещений различают общеобменную и местную вентиляцию.

По времени действия вентиляция делится на постоянно действующую и аварийную.

Работа вентиляционной системы создаёт на постоянных рабочих местах метеорологические условия и чистоту воздушной среды, соответствующие действующим санитарным нормам СанПиН 2.2.4.548096.

Применяется приточно-вытяжная вентиляция, т. к. при технологическом процессе обработки идёт малое выделение вредных веществ. У ворот цеха предусмотрена воздушная тепловая завеса, которая образуется при помощи специальной установки путём создания струй воздуха.

По периметру располагают воздуховод, имеющий приточный вентилятор. В нижней части воздуховода имеется щель, под которой на полу располагается решетка канала вытяжки. Струя приточного воздуха, выходя из щели со скоростью не более 25м/с, пронизывает всё воздушное пространство до решетки, где захватывается потоком воздуха вытяжного канала.

Воздушная тепловая завеса используется в холодное время года (ниже - 15°С) и препятствует проникновению холодного воздуха

Микроклимат производственного помещения обработки материалов резанием соответствует СанПиН 2.2.4.548096 и ГОСТ 12.1.005-88.

Основные параметры микроклимата приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1

Параметр	Величина параметра	
	оптимальная	Допустимая
Температура воздуха, С°	16...18	13...19
Относительная влажность воздуха, %	40...60	Не более 75
Скорость движения воздуха, м/с	Не более 0,3	Не более 0,5

Предельно допустимый уровень интенсивности теплового излучения при интенсивности облучения поверхности тела:

50% и более	- 35Вт/м <sup>2</sup>
от 25 до 50%	- 70Вт/м <sup>2</sup>
не более 25%	- 100Вт/м <sup>2</sup>

Фактические значения параметров микроклимата устанавливаются в результате замеров на участке и равны:

- Температура - от 14 С° зимой до 24 С° летом;
- Относительная влажность – от 50% зимой до 80% летом;
- Скорость движения воздуха – 0,15м/с;

Уровень интенсивности теплового излучения при интенсивности облучения поверхности тела от 25 до 50% - 65Вт/м<sup>2</sup>

Вывод: Параметры микроклимата участка механической обработки не превышают или близки к основным допустимым параметрам микроклимата. Следовательно, со стороны микроклимата производственного помещения на участников технологического процесса вредное воздействие не оказывается.

### 3.5 Охрана окружающей среды

Проблема защиты окружающей среды одна из важнейших задач современности. Выбросы промышленных предприятий, энергетических систем и транспорта в атмосферу, водоёмы достигают больших размеров.

Данное производство, т. е. разработанный технологический процесс обработки, не является вредным, нет значительных выбросов вредных веществ, пыли в атмосферу. Выбросы соответствуют допустимым по ГОСТ 17.2.302–78, поэтому их очистка не предусмотрена.

В процессе производства образуется большое количество отходов, которые при соответствующей обработке могут быть использованы, как сырьё для промышленной продукции. Отработанная СОЖ необходимо собирается в специальные ёмкости. Водную и масляную фазу можно использовать в качестве компонентов для приготовления эмульсий. Масляная фаза эмульсий может поступать на регенерацию или сжигаться. Концентрация нефтепродуктов в сточных водах при сбросе их в канализацию соответствует требованиям СНИП II-32-74. Водную фазу СОЖ очищают до ПДК или разбавляют до допустимого содержания нефтепродуктов и сливают в канализацию. Масляная мелкая стружка и пыль сплава по мере накопления подлежат сжиганию или захоронению на специальных площадках. Крупная стружка вывозится в специальное помещение, проходит термообработку и прессуется в брикеты для дальнейшей отправки на металлургический завод.

### 3.6 Защита в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации, которые могут возникнуть на производстве: пожар, землетрясение, ураган большой силы, обрыв силового кабеля электропередачи, наводнение и др.

С целью защиты работников и территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, опасностей предприятие создаёт и содержит в постоянной готовности необходимые защитные сооружения и организации гражданской обороны в соответствии с федеральными законами РФ от 21.12.94 №66 «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного характера», от 12.02.98 №28 «О гражданской обороне» и постановлением правительства РФ №620 от 10.06.99 «О гражданских организациях гражданской обороны».

Одной из чрезвычайных ситуаций является пожар. Пожарная безопасность – это такое состояние объекта, при котором исключается возможность возникновения пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей.

Производственные помещения, в которых осуществляется обработка резанием, должны соответствовать требованиям СНИП II-2-80, СНИП II-89-80, санитарных норм проектирования промышленных предприятий СНИП II-92-76. Участок должен быть оборудован средствами пожаротушения по ГОСТ

12.4.009–83:

- огнетушитель порошковый ОП-2 для тушения лакокрасочных материалов и оборудования под напряжением – 2 шт;
- песок (чистый и сухой) для тушения электроустановок под напряжением – 0,5 м<sup>3</sup>;
- кран внутреннего пожарного водопровода – 1 шт;
- огнетушитель углекислотный ОУ-8 – 2 шт.

При проектировании и строительстве производственных зданий (электромашинных помещений, трансформаторных подстанций) необходимо учитывать категорию пожароопасности производства. Согласно СНиП 2-90-81 в зависимости от характеристики обращающихся в производстве веществ и их количества производства подразделяются по пожарной и взрывной опасности на шесть категорий: А, Б, В, Г, Д и Е. Производства категорий А, Б, В характеризуется обращением горючих газов, жидкостей, пылью с различными показателями пожароопасности от более опасных (категория А - склады бензина, аккумуляторные) до менее опасных (категория Б - мазутное хозяйство, категория В - применение и хранение масел, узлы пересыпки угля); Г - наличие веществ, материалов в горячем, раскаленном, расплавленном состоянии - котельные, РУ с масляными выключателями, литейные, кузнечные; Д - наличием негорючих веществ в холодном состоянии (электроремонтные мастерские, щитовые); Е - взрывоопасные производства - наличие газов и взрывоопасной пыли, но в таком количестве, что возможен только взрыв без последующего горения (зарядные станции). Согласно СНиП 2-90-81 рассматриваемый участок принадлежит категории В.

Рабочие должны быть проинструктированы о действиях, которые они должны будут выполнить в случае возникновения чрезвычайной ситуации. В рабочем коллективе необходимо назначить ответственных за пожаробезопасность. На каждом участке должны быть оборудованы места для курения. На рабочих местах курить строго запрещается.

### 3.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Специальными нормами при механообработке являются расстояния между оборудованием, чистота проходов и проездов, расположение заготовок и оснастки.

В качестве организационных мероприятий предусмотрено следующее.

Технологические планировки на проектируемом участке обработки резанием должны быть согласованы с территориальными органами государственного санитарного и пожарного надзора. Проходы и проезды на участке обозначены разграничительными линиями белого цвета шириной не менее 100мм. На территории участка проходы, проезды, люки колодцев должны быть свободными, не загромождаться материалами, заготовками, полуфабрикатами, деталями, отходами производства и тарой.

Заготовки, детали у рабочих мест укладываются на стеллажи и в ящики

способом, обеспечивающим их устойчивость и удобство захвата при использовании грузоподъемных механизмов. Высоту штабелей заготовок на рабочем месте следует выбирать исходя из условий их устойчивости и удобства снятия с них деталей, но не выше 1м; ширина между штабелями должна быть не менее 0,8м. Освобождающуюся тару и упаковочные материалы необходимо своевременно удалять с рабочих мест в специально отведённые места.

### Заключение

В данном разделе были рассмотрены опасные и вредные факторы, влияющие на здоровье, самочувствие работающего и безопасность труда. Были разработаны мероприятия по защите от них, а именно:

1. От поражения электрическим током, произведён расчёт и конструирование контурного заземляющего устройства.

2. Для обеспечения допустимых параметров микроклимата применена вытяжная вентиляция и тепловая завеса.

3. Для снижения общей вибрации станки установлены на виброизолирующих опорах ОВ-31.

4. Для улучшения освещённости рабочих мест, произведён расчёт и установка светильников «Универсаль».

5. От механических повреждений стружкой станки оборудованы стружкопылеприёмниками с вытяжной вентиляцией.

6. Для защиты от шума разработаны защитные кабины.

В целом же можно сказать, что условия труда на рассматриваемом участке являются достаточно комфортными и безопасными, что способствует снижению показателей травматизма, а так же благоприятствует повышению производительности труда.

## КВАЛИМЕТРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОЕКТА

В результате выполнения выпускной квалификационной работы был спроектирован технологический процесс обработки корпуса кранового распределителя.

Спроектированный технологический процесс имеет свои преимущества. Это заключается в замене оборудования, позволившем сконцентрировать технологические переходы, сократить количество операций и увеличить производительность. Введение шлифовальной операции позволило увеличить точность технологических баз, а, следовательно, точность обрабатываемых поверхностей. Спроектированное специальное приспособление позволило увеличить точность базирования на выполняемой операции. Применение принципа постоянства баз при разработке операций (плоскость и два отверстия) увеличивает точность получаемых размеров. Комбинированный инструмент на операции 020 позволяет обрабатывать несколько поверхностей за один проход. Замена нарезания резьбы метчиком фрезерованием резьбы позволяет в несколько раз сократить основное время на обработку. Применение более оптимальной заготовки по сравнению с базовым технологическим позволило обеспечить коэффициент использования материала 0,83.

Предложенный технологический процесс более выгоден с точки зрения организации производства. Сокращение количества применяемого оборудования сокращает производственные площади. Это позволит применять для изготовления детали небольшой производственный участок, что в целом позволит значительно снизить дополнительные расходы, связанные с транспортированием и т.п.

В разделе «Социальная ответственность» произведен анализ опасных и вредных факторов, возникающих при изготовлении детали по разработанному технологическому процессу. Разработаны мероприятия по охране труда рабочего персонала и защите окружающей среды от выявленных вредных факторов, возникающих при изготовлении детали.

Применение оптимального способа получения заготовки, высокопроизводительного металлорежущего оборудования, прогрессивного режущего инструмента и специальных приспособлений для базирования заготовки на станке позволило снизить себестоимость изготовления изделия, которая составит на 4087 руб.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Андрианов А. И. Прогрессивные методы технологии машиностроения. М.: Машиностроение, 1975.
2. Балабанов А.Н. Краткий справочник технолога - машиностроителя. М.: Издательство стандартов, 1992.- 461с.
3. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. М.: Машиностроение, 1975,- 656с.
4. Гамрат – Курек Л.И. Экономическое обоснование дипломных проектов. Учебное пособие для машиностроительных специальностей вузов. 4-ое издание, перераб. и доп. М.: Высшая школа, 1985.-159с.
5. Башта Т.М. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы: Учебник для машиностроительных вузов. – М.: Машиностроение, 1982.- 423с., ил.
6. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для машиностроительных специальностей ВУЗов. – Минск: Высшая школа, 1983. – 256с.
7. Государственные стандарты СССР: Единая система технологической документации. М.: Издательство стандартов. 1983. Общие положения и требования к документам общего назначения -108 с. Правила оформления документов на процессы и виды обработки - 228 с.
8. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник. М.: Машиностроение, 1979. - 303с.
9. Мягков В.Д., Палей М.А., Романов А.Б., Баратинский В.А. Допуски и посадки: Справочник. В 2-х ч. – Л.: Машиностроение, Ленинградское отделение, 1983. ч.1 –543 с.; ч. 2 –448 с.
10. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах./ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. М.: Машиностроение, т.1. - 496 с.; т.2. - 256с.
11. Кузнецов Ю.И. и др. Оснастка для станков с ЧПУ. Справочник 2-ое изд., перераб, и доп.- М.: Машиностроение 1990. - 510 с.
12. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для машиностроительных специальностей вузов./ А.В. Худобин, В.Т. Гурьечихин М.: Машиностроение, 1989. - 288с.
13. Маталин А.А. Технология машиностроения: Учебник. Л: Машиностроение, Ленингр. отделение, 1985.-512с.
14. Митрофанов С.П. Групповая технология машиностроительного производства. В 2-х томах. - Л.: Машиностроение, Ленингр. отделение,1983.
15. Музыкант А.Я. Металлорежущий инструмент. Номенклатурный каталог. В 4-х частях. М.: Машиностроение. 1995.
16. Новиков М.П. Основы технологии сборки машин и механизмов. М.: Машиностроение, 1980.-592с.
17. Обработка металлов резанием: Справочник технолога./ Под. ред. А.А. Панова, М.: Машиностроение, 1988. - 736 с.
18. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительное для тех-

нического нормирования станочных работ. Серийное производство. М.: Машиностроение, 1974. - 422 с.

19. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания, выполняемые на универсальных станках и станках с ЧПУ, часть 2. - М.: Экономика, 1990. - 420 с.

20. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных станках и станках с ЧПУ, часть 1 Нормативы времени. - М.: Экономика, 1990. - 250 с.

21. Основы технологии машиностроения/ Под ред. В.С. Корсакова. М.: Машиностроение. 1977.-416с.

22. Проектирование машиностроительных заводов и цехов: Справочник. В 6-ти томах. Т4./ Под общ.ред. Е.С. Ямпольского. - М.: Машиностроение. 1975.-326с.

23. Расчеты экономической эффективности новой техники: Справочник./ Под. общ. ред. К.М. Великанова - 2-ое изд. перераб. и доп. - Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1990. - 448с.

24. Режимы резания металлов: Справочник / Под ред. Ю.В. Барановского. - М.: Машиностроение, 1972. - 407 с.

25. Руденко П.А. и др. Проектирование и производство заготовок в машиностроении. Учебное пособие для вузов. Киев. Вища школа. 1991-245 с.

26. Солонин И.С., Солонин С.И. Расчет сборочных и технологических размерных цепей. М.: Машиностроение 1980. - 110 с.

27. Справочник инструментальщика. / Под общ. ред. И.А. Ординарцева Л.: Машиностроение 1980. - 846с.

28. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х томах / Под общ. ред. Б.Н. Вардашкина. - М.: Машиностроение, 1984. т.1. - 592 с.; т.2. - 256 с.

29. Технологичность конструкций и изделий: Справочник/ Под общ.ред. Ю.А. Амирова. 2-ое изд. перераб. и доп. - М.: Машиностроение. 1990. - 768с.

30. Технология машиностроения (специальная часть). Учебник для машиностроительных специальностей вузов/ А.Л. Гусев и др.. М.: Машиностроение. 1986. - 480с.

31. Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих. - М.: Машиностроение. 1987. - Выпуск 3.-798 с.

32. Режущий инструмент: Альбом/ Под ред. В.А. Гречишникова. М.: Машиностроение, 1996. - 348с.

33. Технология машиностроения: методические указания к содержанию и выполнению курсового проекта по курсу «Технология машиностроения» для студентов направления 150700 «Машиностроение» всех форм обучения. Юрга: Изд-во Юргинского технологического института, 2011. - 31с.

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
Перв. примен.	A1			Документация				
			ФЮРА. А61021.004.000	Сборочный чертеж				
				Сборочные единицы				
		Справ. №		1	ФЮРА. А61021.004.001СБ	Корпус		
						Детали		
				2	ФЮРА. А61021.004.002	Втулка	2	
				3	ФЮРА. А61021.004.003	Втулка	1	
				4	ФЮРА. А61021.004.004	Пластина	1	
				5	ФЮРА. А61021.004.005	Пластина	1	
				6	ФЮРА. А61021.004.006	Прихват	1	
				7	ФЮРА. А61021.004.007	Пружина	2	
				8	ФЮРА. А61021.004.008	Табличка	1	
	9		ФЮРА. А61021.004.009	Шпилька	2			
				Стандартные изделия				
Подп. и дата			10		Винт В.М3-6dх10			
				ГОСТ 17475-80	2			
		11		Винт В.М10-6dх30				
Взам. инв. №				ГОСТ 17475-80	6			
		12		Гайка М20 ГОСТ 15523-70	2			
Подп. и дата								
Инв. № подл.				ФЮРА. А61021.005.000				
	Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата			
	Разраб.	Абдуназаров				Лит.		
	Проб.	Ласцаков				Лист		
						Листов		
						1		
						2		
	Исконтр.	Ласцаков				ЮТИ ТПУ		
	Утв.					гр. 10А61		
						Формат А4		

Приспособление  
сверлильно-фрезерно-расточное

Копировал



Фарма 3

Гост 3.14.18-82

Испол.  
Всех  
Изд.

# КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ФЮРА А61021.000

Разраб. Абдуназаров

Проб. Ласуков

Н. контр. Ласуков



Гост 3.1118-82

Форма 1

Исполн.		Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата					
Исполн.		Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата					
Исполн.		Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата					
Разработ.	Абдулгаваров	ЮТИ ТПУ		КС 4372.24.134.00.001		ФЮРА								
Проверил	Ласкиев	Карпус усилителя лпмпка												
Н. контр.	Ласкиев													
М 01	Сталь 38ХМ-а ГОСТ 4543-71		$\sigma_T \geq 880 \text{ МПа}$											
М 02	Код	ЕВ	МШ	ЕН	Н. логс.	КИМ	Код загат	Профиль и размеры	КП	МЗ				
А	Лек	Уч	РМ	Цепр	Код наименования детали		Обозначение документа							
Б	Код наименования детали/оборудования		ГМ		Лавф	Р	97	КР	КОИИ	ЕН	ОН	Кит	Лоз	Лопт
А 03	030 Хонинговальная													
Б 04	3Е820Д-2													
05														
А 06	035 Слесарная													
Б 07	Верстак слесарный													
08														
А 09	040 Контрольная													
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
14.85														

Идентификация	Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размер	МЭ	КОИД
Разоб.	Абб.наз.оп.	ЮТИ ТПУ	$T_3$	$T_3$	$T_{3-1}$	$T_{3-1}$	СОЖ	
Лаб.	Лаб.оп.		$T_3$	$T_3$	$T_{3-1}$	$T_{3-1}$		
Н.Контр.	Лаб.оп.		8,2	4,95	28	14,85		
Р	035 Хонинговальная	ПМ	Д или В	L	t	i	Vок м/мин	п
φ1	Приспособление специальное							
φ2								
0 φ3	Установить и закрепить деталь							
φ4	Хонинговать отверстие Ø30H9							
φ5								
T φ6	Хон							
φ7	Профилометр							
φ8								
φ9								
P10			30	200	0,075	9	80	20
11			30	200	0,025	3	80	20
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								

