

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 ПЭК 31.112/113

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А61	Марцева Мария Константиновна		

УДК: 621.869.4-21.002

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:		
Группа	ФИО	
10А61	Марцевой Марии Константиновне	
Тема работы:		
Разработка технологического процесса изготовления корпуса ПЭК 31.112/113		
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 8/с от 31.01.2020г.	
Срок сдачи студентом выполненной работы:		6 июня 2020 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <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"> 1. Чертеж детали 2. Годовая программа выпуска детали - 1400 шт. 3. Служебное назначение детали
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <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"> 1. Аналитический обзор по теме ВКР 2. Разработка технологического процесса изготовления корпуса 3. Конструкторская часть (проектирование приспособления) 4. Организационная часть 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 6. Социальная ответственность
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Корпус редуктора (1 лист А1) 2. Крышка редуктора (1 лист А1) 3. Карты наладок (1 лист А1) 4. Карта наладки (2 листа А1) 5. Приспособление сверлильно-фрезерно-расточное (2 листа А1) 6. Схема трехступенчатого туманоуловителя (1 лист А1)

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

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А61	Марцева М. К.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
10А61	Марцевой Марии Константиновне

Институт	ЮТИ ТПУ	Направление	
Уровень образования	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 2110000 руб</i> <i>2) Фонд оплаты труда годовой 1308945 руб</i>
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>1) Масса заготовка 19,37 кг</i> <i>2) Масса материала на программу выпуска 27118кг</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)

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	23.04.2020
---	------------

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А61	Марцева М.К.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
10А61	Марцевой Марии Константиновне

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"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<p>Вредные и опасные производственные факторы на участке. При анализе условий труда на механическом участке выявлены следующие вредные и опасные факторы:</p> <p>-запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;</p> <p>-шум, вибрации, воздействие СОТС, отлетающая стружка, опасность поражения электрическим током; движущие механизмы (механизмы станка)</p>
<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"> – физико-химическая природа вредности, её связь с обрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (с ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) 	<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"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита - источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) 	<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"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); 	<p>В связи с тем, что работа на участке связана с применением СОЖ и смазочных материалов, вредных для окружающей среды,</p>

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

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

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	Марцева М.К.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит: 107 страниц текста, 32 таблицы, 33 источника литературы, 2 приложения, 8 листов графической части.

Тема выпускной квалификационной работы «Разработка технологического процесса изготовления корпуса ПЭК 31.112/113».

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

Годовая программа выпуска 1400 штук.

В аналитической части приводится описание служебного назначения детали, а также рассмотрен базовый технологический процесс с отработкой его на технологичность.

В технологической части выбран метод получения заготовки, разработан технологический процесс механической обработки детали, выполнены расчёты припусков и режимов резания, произведено нормирование технологического процесса.

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: 107 pages of text, 32 tables, 33 sources of literature, 2 appendices, 8 sheets of the graphic part.

The theme of the final qualification work is “Development of the manufacturing process for the manufacture of the housing complex PEK 31.112 / 113”.

Keywords: TECHNOLOGICAL PROCESS, DETAIL, WELDING, CUTTING TOOLS, TECHNOLOGICAL EQUIPMENT, MANUFACTURING COST, BASING, ALLOWANCE.

The annual production program of 1400 pieces.

The analytical part describes the official purpose of the part, and also considers the basic technological process with testing it for manufacturability.

In the technological part, the method of obtaining the workpiece was selected, the technological process for machining the part was developed, the allowances and cutting conditions were calculated, the process was normalized.

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		15
1.1	Аналитическая часть		16
	1.1.1 Служебное назначение детали		16
	1.1.2 Анализ базового технологического процесса		17
	1.1.3 Производственная программа выпуска и определение типа производства		24
1.2	Формулировка проектной задачи		26
	1.2.1 Наименование и область применения разработки		26
	1.2.2 Основание для разработки		26
	1.2.3 Цель и назначение разработки		26
	1.2.4 Источники разработки		27
	1.2.5 Основные разделы проекта		27
1.3	Поиск оптимального решения проектной задачи		28
	1.3.1 Цель и задачи поисковой деятельности		28
	1.3.2 Поиск оптимального варианта способа получения заготовки		28
	1.3.3 Поиск оптимального варианта технологического процесса механической обработки		28
1.4	Технологическая часть		30
	1.4.1 Анализ технологичности корпуса редуктора		30
	1.4.2 Выбор заготовки и метода ее получения		31
	1.4.3 Выбор баз		34
	1.4.4 Составление технологического маршрута обработки		41
	1.4.5 Выбор средств технологического оснащения		45
	1.4.6 Расчет припусков на механическую обработку		48
	1.4.7 Расчет режимов резания		53
1.5	Конструкторская часть		63
	1.5.1 Проектирование сверльно-фрезерно-расточного приспособления		63
1.6	Организационная часть		66
	1.6.1 Нормирование технологического процесса механической обработки		66
	1.6.2 Расчет потребного количества оборудования и коэффициентов его загрузки		67
	1.6.3 Определение численности рабочих		68

					<i>ФЮРА.А61090.000 ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>	<i>Марцева</i>				<i>Разработка технологического процесса изготовления корпуса</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>	<i>Ласиков</i>					10	23	
<i>Н. Контр.</i>	<i>Ласиков</i>				<i>ПЭК 31.112/113</i>			
<i>Утверд.</i>					<i>ЮТИ ТПУ гр. 10А61</i> ¹⁰			

Список использованных источников	97
Приложение А Спецификация на сверлильно-фрезерно-расточное приспособление	99
Приложение Б Комплект документов на технологический процесс	102
Диск CD-R	В конверте на обороте обложки
ФЮРА А61090.001 Корпус редуктора. Файл Корпус.cdw в формате КОМПАС 13	
ФЮРА А61090.002 Крышка редуктора. Файл Крышка.cdw в формате КОМПАС 13	
ФЮРА А61090.003 Карты наладок. Файл Операция 005.cdw в формате КОМПАС 13	
ФЮРА А61090.004 Карта наладки. Файл Операция 020.cdw в формате КОМПАС 13	
ФЮРА А61090.005 Приспособление сверлильно-фрезерно-расточное. Файл Приспособление.cdw в формате КОМПАС 13	
ФЮРА А61090.006.000СБ Схема трехступенчатого туманоуловителя. Файл Туманоуловитель.cdw в формате КОМПАС 13	
Графический материал	На отдельных листах
ФЮРА А61090.001 Корпус редуктора	
ФЮРА А61090.002 Крышка редуктора	
ФЮРА А61090.003 Карты наладок	
ФЮРА А61090.004 Карта наладки	
ФЮРА А61090.005.000СБ Приспособление сверлильно-фрезерно-расточное	
ФЮРА А61090.006. Схема трехступенчатого туманоуловителя	

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение определяет состояние производственного потенциала Российской Федерации, обеспечивает устойчивое функционирование жизненно важных комплексов отраслей промышленности и секторов экономики, а также строительной индустрии и наполнения потребительского рынка. От уровня развития машиностроения напрямую зависят важнейшие удельные показатели валового продукта страны (материалоемкость, энергоемкость и т.д.), уровень экологической безопасности промышленного производства и обороноспособности государства.

Продукция машиностроения составляет около 20% в объеме промышленного производства России. Комплекс предприятий гражданского машиностроения объединяет более 1640 тыс. крупных и средних предприятий, акционерных обществ и организаций с численностью занятых свыше 2 млн. человек.

Динамика производства продукции наукоемких отраслей, таких как энергетическое машиностроение, электротехника, приборостроение, а также станкостроение формируется вслед за развитием других отраслей промышленности и самого машиностроения.

Основными приоритетами экономической политики в ближайшие годы в машиностроении должны стать:

- сохранение и повышение конкурентоспособности машиностроительной продукции на внутреннем и мировом рынках;
- осуществление структурных реформ с целью повышения эффективности реального сектора экономики, сокращения доли дотируемых и убыточных производств;
- создание условий для роста инвестиционной активности и переориентации банковского капитала на реальный сектор экономики.

Развитый машиностроительный комплекс, высокий уровень его технологий, конкурентоспособность выпускаемых машин и механизмов являются непременным условием динамичного развития экономики и решающим фактором прогрессивных изменений в металлообрабатывающей промышленности.

Особую роль в развитии отраслей машиностроения и металлообработки играет станкоинструментальная промышленность, являясь поставщиком технологического оборудования, составляющего активную часть основных производственных фондов, определяет уровень производственных сил общества, обеспечивает внедрение достижений научно-технического прогресса в области технологий, определяет уровень ресурсных затрат в промышленности, формирует парк технологического оборудования в стране.

Современный этап развития техники характеризуется ужесточением эксплуатационных параметров конструкции изделий, увеличением мощности машин и агрегатов быстрой сменяемостью объектов производства в условиях жесткой конкуренции между производителями продукции. Появляются все более совершенные летательные аппараты и наземные скоростные транспортные средства, надежное функционирование которых должно быть обеспечено в течение всего периода эксплуатации. Создаются сложные энергетические ком-

плексы, безотказность работы которых определяется безотказностью входящих в них агрегатов и систем.

Обеспечение высоких показателей качества машин поставило перед наукой и производством ряд новых проблем, важнейшими из которых следует считать создание новейших совершенных технологий, которые получили название высоких. Это технологии, которые обладают совокупностью таких основных признаков, как наукоемкость, системность, физическое и математическое моделирование, компьютерная технологическая среда, кадровое обеспечение, устойчивость, надежность, экологическая безопасность.

В машиностроении предстоит решить задачи поддержания достигнутых темпов развития на качественно новом уровне производства техники и технологии с одновременным реформированием предприятий и модернизацией производственного аппарата.

1 РАСЧЕТЫ И АНАЛИТИКА

Студент гр. 10А61

(Подпись)

М.К. Марцева

(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

Редуктор является частью механизма гидросистемы погрузчика. Погрузчик агрегатируется с трактором и состоит из рамы, колонны, стрелы, механизма рабочего органа, домкратов, гидросистемы, подставки, механизма поворота сиденья и подножки. Поворот колонны со стрелой, подъем и опускание стрелы, изменение ее вылета, подъем и опускание домкрата производится с помощью гидросистемы, приводимой в действие через редуктор от вала отбора мощности трактора.

Редуктор предназначен для понижения угловых скоростей, повышения крутящего момента, распределения мощности от вала отбора мощности трактора на два насоса НШ32У-2.

Смазывание шестерни редуктора производится разбрызгиванием масла, залитого через отверстие М20х1,5-7Н в крышке. Уровень масла в редукторе контролируется сливом через контрольную пробку, установленную в отверстие М10-7Н в корпусе. Редуктор крепится к плоскости заднего моста трактора при помощи шпилек, устанавливаемых в отверстия диаметром 17мм, и закрепляется гайками. Вращение от вала отбора мощности передается соединением шлицевой поверхности вала и отверстия зубчатого колеса редуктора.

Корпус является важнейшим элементом редуктора, обеспечивающим правильность взаимного размещения и функционирования зубчатых передач, размещение масляной ванны для смазывания передач и отвода тепла, защиту активных поверхностей зубчатых колес и подшипников от пыли.

Корпус редуктора выполнен разъемным, плоскость разъема проходит через оси валов. Для образования соединения плоскость разъема оформлена фланцами и бобышками. Отверстия на фланцах предназначены для соединения крышки и корпуса редуктора четырьмя болтами и двумя штифтами. Отверстия на бобышках предназначены для установки штифтов для уплотнения стыка и недопущения значительных деформаций при расточке подшипниковых гнезд, обеспечивают технологичность сборки, разборки и ремонта. Для установки крышек подшипниковых гнезд предусмотрены отверстия М6-7Н и М10-7Н под болты. Отверстия диаметром 90Н7 предназначены для установки подшипников.

Корпус редуктора ПЭК 31.112/113 изготавливается из серого чугуна марки СЧ20 ГОСТ 1412-85.

Механические характеристики приведены в таблице 1.1, а химический состав чугуна – в таблице 1.2.

Таблица 1.1 – Механические характеристики СЧ20

Предел прочности, МПа				Твердость по Бринеллю НВ, кг/мм ²	Предел выносливости, МПа	
при растяжении	при сжатии	при изгибе	при кручении		при изгибе	при кручении
200	950	400	280	170...241	100	80

Таблица 1.2 – Химические свойства СЧ20

Массовое содержание элементов, %				
Углерод	Кремний	Марганец	не более	
			Фосфор	Сера
3,3-3,5	1,4-2,2	0,7-1,0	0,2	0,15

Литейные свойства чугуна:

- высокая жидкотекучесть (толщина стенки отливки до 3...4 мм);
- малая усадка (0,9.. 1,3)%.

Произведя технический контроль чертежа, сделан вывод, что, чертеж содержит достаточно видов, разрезов, сечений, проекций размеров, дающих полное представление о конструкции детали. Обозначение допусков и шероховатости выполнены по СТСЭВ301-76 и ГОСТ 2.309-73. Точность обработки и качество поверхностей оптимальны и соответствуют своему функциональному назначению. Технические условия содержат необходимую информацию о заготовке, необходимые уточнения при механической обработке и маркировке.

1.1.2 Анализ базового технологического процесса

Технологический процесс, выполняемый на ООО «Юргинский машзавод» представлен в таблицах 1.3, 1.4 и 1.5

Таблица 1.3 - Технологический процесс обработки корпуса ПЭК 31.112

№ оп.	Оборудование	Инструмент			Приспособления
		Режущий	Вспомогательный	Измерительный	
1	2	3	4	5	6
005	6P13	Фреза Т5К10 СТП-1454	Очки 0. ГОСТ 12.4.013		Приспособление 313-2202
010	6P13	Фреза Т5К10 СТП-1454	Очки 0. ГОСТ 12.4.013	ШЦ I-125-0,1 ГОСТ 166; Линейка ШП-1-400 ГОСТ 8026-75; Набор щупов ТУ 2-034-225-87	Приспособление 313-2202
015	Верстак	Напильник 2820-022 ГОСТ 1465	Очки 0. ГОСТ 12.4.013		Тиски ГОСТ 4045
020	6P13	Фреза 50 2223-0507 ГОСТ 20537	Втулка 50/5 СТП-2304 Очки 0. ГОСТ 12.4.013	Штангенрейсмас ШР 0-250-0,05 ГОСТ 164	Планки, прижимы, упор цеховый

Продолжение таблицы 1.3

1	2	3	4	5	6
025	6P13	Фреза Т5К10 СТП- 1404		Штангенрейсмас ШР 0-250-0,05 ГОСТ 164; ШЦ I-125-0,1 ГОСТ 166	Приспособление 313-2203
030	Верстак	Напильник 2820-0022 ГОСТ 1465	Очки 0. ГОСТ 12.4.013		Тиски ГОСТ 4045
035	2М55	Сверло 8,5 2301-0020 ГОСТ 10903; Сверло 11 2301-0034 ГОСТ 10903	Втулка 6120-0353 ГОСТ 13409 (2шт); Патрон 6251-0182 ГОСТ 14077; Втулка 5/3 6100-0206 ГОСТ 13598	Пробка п/р М107Н СТП- 4307; Пробка 11 Н14 СТП-4307; ШЦ I-125-0,1 ГОСТ 166	Подставка 323- 3136; Кондуктор 320-8571
040	2М55	Сверло 20 ; ТП-1234	Втулка 3/2 6100- 0203 ГОСТ 13598 Втулка 5/3 6100- 0206 ГОСТ 13598	Фаскомер 101- 1379	Подставка 323- 3136; Крепеж цеховой
045	2М55	Сверло 20 СТП-1234; Сверло 18,5 2301-0063 ГОСТ 10903 Зенковка 31,5	Втулка 6120-0353 ГОСТ 13409; Па- трон 6251-0182 ГОСТ 14077; Втулка 5/3 6100- 0206 ГОСТ 13598	Пробка п/р М20х1.5-7Н СТП-4307; Шаблон 5 СТП 4340; Линейка 500	Планки, прижи- мы, упор цехо- вой
045	2М55	2353-0136 ГОСТ 14953; Чер- тилка 7840- 1001 ГОСТ 24473; Кер- нер 7843- 0036 ГОСТ 7213	Молоток 7850- 0102 ГОСТ 2310 Очки ГОСТ 12.4.013	ГОСТ 427	Планки, прижи- мы, упор цехо- вой
050	РН-24	Метчик М20х1,5-7Н 2620-1713,3 ГОСТ 2366	Патрон 14х32 СТП-2048 Очки ГОСТ 12.4.013	Пробка 8221- 0082.6Н ГОСТ 17756; Пробка НЕ 8221- 0082.7Н ГОСТ 17757; Пробка D _{вн} М20х1.5-7Н СТП-4307	Планки, прижи- мы, упор цехо- вой

Продолжение таблицы 1.3

1	2	3	4	5	6
055	РН-24	Метчик М10-7Н 2620-1435,3 ГОСТ 3266	Патрон 10x16 СТП-2048 Очки ГОСТ 12.4.013	Пробка ПР 8221-044.6Н ГОСТ 17756; Пробка НЕ 8221-0044.7Н ГОСТ 17757 Пробка D _{вн} М10- 7Н СТП-4307 ЩЦ I-125-0,1 ГОСТ 166	Приспособ- ление 313-2202
060	Верстак	Шабер 093- 253	Очки ГОСТ 12.4.013		Тиски ГОСТ 4045
065	Плита			Пробка ПР ГОСТ 17756; Пробка НЕ ГОСТ 17756; Пробка D _{вн} М20x1.5-7Н СТП-4303-7; Пробка D _{вн} М10- 7Н СТП-4307	

Таблица 1.4 - Технологический процесс обработки крышки ПЭК 31.113

№ оп.	Оборудо- вание	Инструмент			Приспособления
		Режущий	Вспомогательный	Измерительный	
1	2	3	4	5	6
005	6P13	Фреза Т5К10 СТП-1454	Очки 0. ГОСТ 12.4.013		Приспособление 313-2202
010	6P13	Фреза Т5К10 СТП-1454	Очки 0. ГОСТ 12.4.013	ЩЦ I-125-0,1 ГОСТ 166; Ли- нейка ШП-1-400 ГОСТ 8026-75; Набор щупов ТУ 2-034-225-87	Приспособление 313-2202
015	Верстак	Напильник 2820-022 ГОСТ 1465	Очки 0. ГОСТ 12.4.013		Тиски ГОСТ 4045
020	6P13	Фреза 50 2223-0507 ГОСТ 20537	Втулка 50/5 СТП- 2304 Очки 0. ГОСТ 12.4.013	Штангенрейсмас ШР 0-250-0,05 ГОСТ 164	Планки, прижи- мы, упор цехо- вый
025	Верстак	Напильник 2820-0022 ГОСТ 1465	Очки 0. ГОСТ 12.4.013		Тиски ГОСТ 4045

Продолжение таблицы 1.4

1	2	3	4	5	6
030	6P13	Фреза Т5К10 СТП-1404		Штангенрейсмас ШР 0-250-0,05 ГОСТ 164 ШЦ I-125-0,1 ГОСТ 166	Приспособление 313-2203
035	Верстак	Напильник 2820-0022 ГОСТ 1465	Очки 0. ГОСТ 12.4.013		Тиски ГОСТ 4045
040	2М55	Сверло 8,5 2301-0020 ГОСТ 10903; Сверло 11 2301-0034 ГОСТ 10903	Втулка 6120-0353 ГОСТ 13409 (2шт); Патрон 6251-0182 ГОСТ 14077; Втулка 5/3 6100-0206 ГОСТ 13598	Пробка п/р М107Н СТП- 4307; Пробка 11 Н14 СТП-4307 ШЦ I-125-0,1 ГОСТ 166	Подставка 323- 3136 Кондуктор 320- 8571
045	6P13	Фреза 50 2223-0507 ГОСТ 20537	Втулка 50/5 СТП- 2304 Очки 0. ГОСТ 12.4.013	Штангенрейсмас ШР 0-250-0,05 ГОСТ 164	Планки, прижи- мы, упор цехо- вый
050	2М55	Сверло 20 СТП-1234	Втулка 3/2 6100- 0203 ГОСТ 13598 Втулка 5/3 6100- 0206 ГОСТ 13598	Фаскомер 101- 1379	Подставка 323- 3136; Крепеж цеховой
055	2М55	Сверло 20 СТП-1234; Сверло 18,5 2301-0063 ГОСТ 10903; Зенковка 31,5 2353-0136 ГОСТ 14953; Чертилка 7840-1001 ГОСТ 24473; Кернер 7843- 0036 ГОСТ 7213	Втулка 6120-0353 ГОСТ 13409 Патрон 6251- 0182 ГОСТ 14077 Втулка 5/3 6100- 0206 ГОСТ 13598 Молоток 7850- 0102 ГОСТ 2310 Очки ГОСТ 12.4.013	Пробка п/р М20х1.5-7Н СТП-4307 Шаблон 5 СТП 4340 Линейка 500 ГОСТ 427	Планки, прижи- мы, упор цехо- вый
060	РН-24	Метчик М10- 7Н 2620-1435,3 ГОСТ 3266	Патрон 10х16 СТП-2048 Очки ГОСТ 12.4.013	Пробка ПР 8221-044.6Н ГОСТ 17756; Пробка НЕ 8221-0044.7Н ГОСТ 17757; Пробка D _{вн} М10- 7Н СТП-4307; ШЦ I-125-0,1	Приспособ- ление 313-2202

Продолжение таблицы 1.4

1	2	3	4	5	6
				ГОСТ 166	
065	Плита			Образцы шероховатости ГОСТ 9378 Пробка ПР ГОСТ 17756 Пробка НЕ ГОСТ 17756 Пробка D _{вн} M20x1.5-7H СТП-4303-7 Пробка D _{вн} M10-7H СТП-4307	

Таблица 1.5 - Технологический процесс обработки корпуса ПЭК 31.112/113

№ оп.	Оборудование	Инструмент			Приспособления
		Режущий	Вспомогательный	Измерительный	
1	2	3	4	5	6
005		Клеймо 5 7858-0074 Вк8 ГОСТ 25726	Ключ 7811-0464 ГОСТ 2839; Молоток 0,40 7850-0102 ГОСТ 2310; Ветошь ТУ63-178-77-82 Уайт-спирит ГОСТ 3134		Кран-укосина 0,5 т Подставка цеховая Очки 0 ГОСТ12.4.013
010	ГФ2171С 6	Зенкер 85 СТП-1227	Оправка 70x340 СТП-2015 тара 505-220	ШЦ I-125-0,1 ГОСТ 166	Приспособление 315-3255; Очки 0 ГОСТ12.4.013
015	2М58	Сверло 30 2301-0106 ГОСТ 10903 Сверло 60 2301-0177 ГОСТ 10903 Зенкер 85 СТП-1227	Кран-укосина 0,5 т; Втулка 5/3 6100-0237 ГОСТ 10903; Втулка 5/4 6100-0231 ГОСТ 13599; Оправка 70x340 СТП-2015; Втулка 6/5 6100-0247 ГОСТ 13599 тара 505-220; Очки 0 ГОСТ12.4.013	ШЦ I-125-0,1 ГОСТ 166	Кондуктор 325-4130

Продолжение таблицы 1.5

1	2	3	4	5	6
020	2М55	Сверло 11 2301-0034 ГОСТ 10903; Развертка 12 Н9 2363-0193 ГОСТ 1672; Зенкер 2320- 2559 ГОСТ 12489-71; Сверло 20 СТП 1234	Кран-укосина 0,5т Втулка 5/3 6100-0237 ГОСТ 13599 Втулка 6120-0353 ГОСТ 13409 (2шт) Втулка 6120-0354 ГОСТ 13409 Патрон 6251-0182 ГОСТ 14077 Очки 0 ГОСТ 12.4.013	Пробка 12Н9 СТП-4307	Приспособ- ление 323- 3136
025			Молоток 7850-0102 ГОСТ 2310; Масло Ч-20А ГОСТ 20799		Кран-укосина 0,5т; Очки 0 ГОСТ12.4.013
030	6Р13	Фреза ВК8 СТП-1451	Кран-укосина 0.5 т	ШГ 160 ГОСТ 162; Щуп 3 мм 7053-0002 ГОСТ 8925	Приспособле- ние 1315-3255 Очки 0 ГОСТ12.4.013
035	6Р13	Фреза ВК8 СТП-1451	Кран-укосина 0.5 т	ШГ 160 ГОСТ 162	Приспособле- ние 1315-3255 Очки 0 ГОСТ12.4.013
040		Круг ГШ 100х20х20 Э9К40СМ1- СМ2 ГОСТ2424; Напильник 2820-0018 ГОСТ1465 Напильник 2820-0125 ГОСТ 1465	Машина ручная шлифовальная пневматическая 0100 тип I ГОСТ 12634		Рукавицы ГОСТ 12.4.010 Наушники противошум- ные ТУ 1-01- 06-86- 80 ОчкиО ГОСТ12.4.013
045	2А622Ф2- 1	Резец 20х20х70 СТП-1 145 (3шт); Пласти- на 89,8 СТП- 318; Пластина 90Н7 СТП- 1318; Резец 001- 209	Вал 250-1264(3шт)	Шаблон 9 106- 6310; Штихмасс ПР 90Н7 СТП 4309; Штих- масс НЕ 90Н7 СТП 4309 ШЦ II-160-0,05 ГОСТ 166	Приспособле- ние 334-849 Кран-укосина 0,5 т
050			Ключ 7811 -0464 ГОСТ 2839		Кран-укосина 0,5т; Очки 0 ГОСТ12.4.013

Продолжение таблицы 1.5

1	2	3	4	5	6
055	2М55	Сверло 8,5 2301-0020 ГОСТ 10903 Сверло 5 2300-0034 ГОСТ 886 Сверло 20 СТП-1234	Втулка5/3 6100- 0206 ГОСТ 13598; Патрон 6251-0182 ГОСТ14077; Втулка 6120-0353 ГОСТ 13409; Втулка 6120- 0354 ГОСТ 13409 (2шт); Патрон 10-В16 ГОСТ 8522; Оправка 6039-0008 ГОСТ 2682 Очки 0 ГОСТ 12.4.013	Пробка п/р М10-7Н СТП-4307 Пробка п/р М6- 7Н СТП-4307 Фаскомер 101- 1379 ШЩ I-125-0,1 ГОСТ 166	Кондуктор 320-8564 Кондуктор 320-8565 Кран-укосина 0,5 т Болты, гайки, планки прижимные
060	2М55	Сверло 8,5 2301-0020 ГОСТ 10903; Сверло 5 2300- 0034 ГОСТ 886 Сверло 20 СТП-1234 Сверло 17 2301- 0057 ГОСТ 10903	Втулка5/3 6100-0206 ГОСТ 13598; Патрон 6251-0182 ГОСТ 14 077; Втулка 6120- 0353 ГОСТ 13409; Втулка 6120-0354 ГОСТ 13409 (2шт); Патрон 10-В16 ГОСТ 8522; Оправка 6039- 0008 ГОСТ 2682; Очки 0 ГОСТ12.4.013	Пробка п/р М10-7Н СТП-4307 Пробка п/р М6-7Н СТП-4307 Пробка 17Н14 СТП-4307 Фаскомер 101- 1379	Кондуктор 320-8564 Кондуктор 320-8563 Болты, гайки, планки прижимные
065	РН-24	Метчик М6 2620-11553 ГОСТ 3266 Метчик М10 2620-14353 ГОСТ 3266	Патрон 6,3x16 СТП-2048 Патрон 10x16 СТП-2048 Очки 0 ГОСТ 12.4.013	Пробка ПР М6 8221-0030 6Н ГОСТ 17756; Пробка ПР М6 8221- 0030 7Н ГОСТ 17757; Пробка Двн М10-7Н СТП-4307	Приспособ- Ление 315- 3255 Кран-укосина 0,5 т
070	Верстак	Круг ПП 100x20x20 Э9К40СМ1- СМ2 ГОСТ2424; Напильник 2820-0018 ГОСТ 1465; Напильник 2820-0125 ГОСТ 1465	Машина ручная шлифовальная пневматическая Ø100 тип I ГОСТ 12634		Кран-укосина 0,5 т Очки 0 ГОСТ12.4.013

Продолжение таблицы 1.5

1	2	3	4	5	6
075				Пробка ПР Мб 8221-0030 7Н ГОСТ 17757; Пробка Двн М10-7Н СТП-4307; Пробка п/р М10-7Н СТП-4307; Пробка п/р М6-7Н СТП-4307; Пробка 17Н14 СТП-4307; Пробка ПР 90Н7; Пробка НЕ 90Н7	

В базовом технологическом процессе применяется в основном универсальное оборудование, один станок с ЧПУ. Применяются три специальных приспособления - два фрезерных и одно расточное, специальные кондукторы и подставки, а также стандартные тиски.

В качестве режущего инструмента применяются как стандартные, так и специальные инструменты. Для обработки подшипниковых гнезд используются расточные валы.

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. Применяется специальная оснастка на большом числе операций.
3. Нет концентрации операций и переходов.
4. Большая длительность и трудоемкость изготовления деталей.
5. Заниженная чистота обработки по плоскости разъема.
6. Данный технологический процесс не обеспечивает необходимых требований по отклонению от круглости, параллельности образующих профиля продольного сечения основных отверстий диаметром 90Н7.

1.1.3 Производственная программа выпуска и определение типа производства

Для каждого типа производства характерны свои маршруты изготовления деталей. Поэтому прежде чем приступить к проектированию технологического процесса механической обработки детали, необходимо, исходя, из заданной производственной программы и характера надлежащей обработки детали уста-

новить тип производства и соответствующую ему форму организации выполнения технологического процесса.

Программа выпуска изделий составляет 1400 шт. в год. В зависимости от массы детали (6-7кг) устанавливаем тип производства – мелкосерийный [5]. После разработки технологического процесса тип производства подлежит уточнению по коэффициенту закрепления операций

Рассчитываем размер партии запуска:

$$n = N \times a / F, \quad (1.1)$$

где N-годовая программа выпуска изделия;

F=248–число рабочих дней в году;

a=3,6,12,24-периодичность запуска в днях. Принимаем a=12;

n=1400 · 12/248=67шт

1.2 Формулировка проектной задачи

1.2.1 Наименование и область применения разработки

Темой для данного курсового проекта служит разработка технологического процесса изготовления корпуса редуктора ПЭК 31.112/113 в условиях серийного производства.

Данный технологический процесс позволяет обеспечить необходимое качество изготавливаемой детали, что в значительной степени определяет эксплуатационные показатели и надежность машины.

1.2.2 Основание для разработки

Основанием для разработки выпускной квалификационной работы служит задание на проектирование технологического процесса изготовления детали - корпуса редуктора ПЭК 31.112/113.

В основу разработки технологического процесса положены два принципа: технический; экономический.

В соответствии с техническим принципом проектируемый технологический процесс учитывает условия производства, особенности конструкции детали и требования качества, обеспечивает параметры шероховатости поверхности, размеров, форм и расположения поверхностей, устанавливает обоснованность требований точности. Открывает возможность применения высокопроизводительных технологических методов и режимов обработки. Предусмотрены методы и средства контроля с целью технологического обеспечения заданных параметров качества обрабатываемой детали.

В соответствии с экономическими принципами, изготовление корпуса редуктора является прогрессивным технологическим процессом, обеспечивает повышение производительности труда и качества деталей, сокращение трудовых и материальных затрат на его реализацию.

Технологический процесс изготовления деталей выполняется с полным использованием технических возможностей средств производства при наименьших затратах времени и минимальной себестоимости изготавливаемой детали.

1.2.3 Цель и назначение разработки

Целью разработки является проектирование технологического процесса с учетом рационального выбора оборудования, выбора или проектирования технологической оснастки, средств механизации, если это необходимо, с учетом сокращения времени на технологическую подготовку производства, снижения трудоемкости, следовательно, снижения себестоимости изготавливаемой детали.

Проектируемый технологический процесс обеспечивает высокое качество изделия и одновременно обеспечивает возможность изготовления заготовки, максимально приближенной к форме детали, что значительно снижает величину припусков, расход металла и затраты на механическую обработку.

1.2.4 Источники разработки

Источником для разработки курсового проекта являются:

- а) рабочие чертежи деталей;
- б) технические требования, регламентирующие точность, параметры шероховатости и другие требования качества;
- в) объем годового выпуска изделий;
- г) методические указания по выполнению курсового проекта;
- д) различные печатные издания по технологии машиностроения, проектированию технологической оснастки и металлорежущего инструмента;
- е) паспортные данные металлорежущего оборудования;
- ж) нормативы и научно-технические разработки;
- з) документация на базовый технологический процесс.

1.2.5 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 редуктора

Технологичность - это совокупность свойств изделия, определяющих приспособленность его конструкции к достижению оптимальных затрат ресурсов при производстве и эксплуатации для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работы.

Технологичность - это важная основа, обеспечивающая использование конструкторских и технических резервов для выполнения задач по повышению технико-экономических показателей изготовления и качества продукции и обуславливается:

- рациональным выбором исходных заготовок и материалов;
- технологичностью формы детали;
- рациональной простановкой размеров;
- назначением оптимальной точности размеров, параметров шероховатости и технических требований.

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

Оценка технологичности конструкции детали состоит из качественной и количественной оценки.

1.4.1.1 Качественная оценка технологичности

В качестве исходной заготовки принята отливка, полученная литьем в песчано-глинистые формы. Формовка машинная осуществляется на формовочной машине модели 233. Форму заливают металлом, после охлаждения производят выбивку на вибрационных решетках при температуре 400...500°C. Далее удаляют литниковую систему, заготовку очищают на дробеструйной машине. Затем исправляют внешние дефекты.

Перед механической обработкой отливку подвергают нормализации для снятия внутренних напряжений. Конструкция отливки, обеспечивает одну плоскость разъема, имеет минимальные габариты и компактную конфигурацию. Полости отливки формируются при помощи сырых болванок. Отливка имеет толщину стенок 7мм, литейные радиусы внутренних углов 5мм, наружных 14мм. Точность размеров отливки IT15 по ГОСТ 25347-82, шероховатость Rz 80.

Данная отливка удовлетворяет требованиям к отливкам при литье в песчано-глинистые формы ПГФ. Способ получения заготовки технологически универсален. Для уменьшения затрат на механическую обработку рекомендуется выполнять три отверстия подшипниковых гнезд.

С точки зрения механической обработки:

- деталь является достаточно жесткой и удобной для обработки на станке;
- элементы детали доступны для обработки и измерения, исключена обработка в труднодоступных местах;
- конструкция подшипниковых гнезд позволяет осуществлять обработку на проход;

- конструкция детали обеспечивает удобное врезание и выход режущего инструмента;
- обрабатываемые плоскости располагаются параллельно или перпендикулярно относительно друг друга;
- деталь не имеет отверстий с уступами, канавками, что значительно облегчает механическую обработку;
- нетехнологичными являются глухие резьбовые отверстия для крепления крышек подшипниковых узлов, требующих точного установа резьбонарезного инструмента;
- жесткие требования к погрешности формы отверстий диаметром 90Н7 вызывают необходимость применения специальных методов обработки.

С точки зрения качественной оценки технологичности изделия - деталь технологична, за исключением указанных выше нетехнологичных признаков, которые объясняются функциональным назначением указанных элементов.

Количественная оценка технологичности

Одним из показателей количественной оценки технологичности изделия является коэффициент использования материала $K_{ИМ}$.

Коэффициент использования материала определяется отношением массы детали к массе заготовки. Для корпуса ПЭК 31.112 коэффициент равен 0,607. Для крышки КИМ равен 0,630. Эти значения не удовлетворяют условию технологичности чугуновой отливки $0,75 < K_{ИМ} < 0,83$ [5]. $K_{ИМ}$ можно увеличить изготовлением более точной заготовки.

В общем, как показал качественный и количественный анализ, деталь технологична.

1.4.2 Выбор заготовки и метода ее получения

Одно из основных направлений современной технологии машиностроения - совершенствование заготовительных процессов с целью максимально приблизить формы заготовки к форме детали, снижения припусков на механическую обработку, обеспечения малоотходной и безотходной технологии.

Заготовку выбирают исходя из минимальной себестоимости готовой детали для заданного годового выпуска. Чем больше форма и размеры заготовки приближаются к форме и размерам готовой детали, тем дороже она в изготовлении, но тем проще и дешевле ее последующая обработка, тем меньше расход металла. Задача решается на основе минимизации суммарных затрат средств на изготовление заготовки и ее последующую механическую обработку.

Способ получения заготовки определяют исходя из формы и материала детали. Заготовку для корпуса ПЭК 31.112 и крышки ПЭК31.113 можно получить только литьем, что обусловлено свойствами материала детали - серый чугун СЧ 20 ГОСТ 1412-85.

Целесообразными способами получения заготовки для данной детали при данном типе производства являются литье в песчано-глинистые формы с ручной и машинной формовкой, удовлетворяющие техническим условиям и обеспечивающие стабильность качества заготовок.

Литье в песчано-глинистые формы с ручной формовкой.

Отливка третьей группы сложности, к которой относятся отливки открытой коробчатой формы с наличием бобышек, фланцев. Класс точности отливки - 13 по ГОСТ 26645-85 [34]. Ряд припусков отливки - 5 по ГОСТ 26645-85. Данные о размерах отливки сведены в таблицу 1.6.

Таблица 1.6

Размеры детали, мм	Допуск, мм	Припуск, мм	Размеры заготовки, мм
1	2	3	4
ПЭК 31.112			
150h14	5,2	10	160±2,6
27H14	2,1	5	37±1,1
29H14	2,1	4	33±1,1
Ø90H7	3,5	5x2	Ø80±1,75
125 _{-0,5}	4	8	133±2
53H14	3	7	60±1,5
14H14	2,5	5	19±1,75
ПЭК 31.113			
14H14	1,8	4	19±0,9
20±1	2,1	7	27±1,05
22±0,5	2,1	4	26±1,05
125 _{-0,5}	4	4x2	133±2
116H14	3,5	7	123±1,75
35H14	2,5	7	42±1,75
53H14	3	7	60±1,5
Ø90H7	3,5	5x2	Ø80±1,75

Неуказанные литейные радиусы внутренних углов не более 5 мм, наружных не более 14 мм.

Формовочные уклоны по ГОСТ 3218-80 0°30'.

Предельные размеры толщин необработанных стенок 7±2 мм.

Предельные отклонения размеров на коробление ±3 мм.

Масса заготовки определяется как сумма массы детали и массы припусков.

Масса припусков определяется произведением припусков на плотность материала. Для чугуна СЧ20 плотность $\rho = 7,1 \times 10^{-3} \text{ кг/см}^2$.

Масса детали ПЭК 31.112 $m = 7,5 \text{ кг}$

Масса детали ПЭК 31.113 $m = 6,6 \text{ кг}$

Масса заготовки ПЭК 31.112:

$$m_1 = 197183 \cdot 7,1 \cdot 10^{-3} - \left(\frac{3,14 \cdot 4 \cdot 8^2}{4 \cdot 2} 2 + \frac{3,14 \cdot 3,5 \cdot 8^2}{4 \cdot 2} 2 \right) 7,1 \cdot 10^{-3} = 11,30 \text{ кг}$$

Масса заготовки ПЭК 31.113

$$m_2 = 1690,14 \cdot 7,1 \cdot 10^{-3} - \left(\frac{3,14 \cdot 4 \cdot 8^2}{4 \cdot 2} 2 + \frac{3,14 \cdot 3,5 \cdot 8^2}{4 \cdot 2} 2 \right) 7,1 \cdot 10^{-3} = 9,324 \text{ кг}$$

Литье в песчано-глинистые формы с машинной формовкой

Класс размерной точности отливок - 10. Степень коробления элементов отливок - 6. Степень точности поверхности отливок - 14. Шероховатость поверхностей отливок - Ra 40. Класс точности массы отливок - 10. Ряд припусков на механическую обработку - 4. Допуск массы отливки не более 20% для класса точности массы отливки 10.

Данные о размерах отливки сведены в таблицу 1.7.

Таблица 1.7

Размеры детали, мм	Допуск, мм	Припуск, мм	Размеры заготовки, мм
1	2	3	4
ПЭК31.112			
150h14	3,2	3x2	156±1,6
27H14	2,2	3	33±1,1
29H14	2,2	3,2	32±1,1
Ø90H7	2,8	5x2	Ø80±1,4
125 _{-0,5}	3,2	4x2	133±1,6
53H14	2,8	4	57±1,4
14H14	2,2	3	17±1,1
ПЭК31.113			
14H14	2	2,9	17±1
116H14	3,2	4	120±1,6
20±1	2,2	3,3	25±1,1
22±0,5	2,2	3,3	25±1,1
125 _{-0,5}	3,2	4x2	133±1,6
35H14	2,2	4	39±1,1
53H14	2,8	4	57±1,4
Ø90H7	2,8	5x2	Ø80±1,4
19±0,5	2,2	3,3	26±1,1

Масса заготовки ПЭК 31.112 $m_1 = 10,11$ кг

Масса заготовки ПЭК 31.113 $m_2 = 9,26$ кг

Наиболее экономичный вариант из двух предложенных выбирается на основе расчета экономической эффективности.

$$\Delta = (C^1 - C^{11}) \cdot N \quad (1.2)$$

$$C = \frac{m_d}{K_{им}} \cdot [C_3 - C_c(1 - K_{им})] \quad (1.3)$$

где Δ - экономическая эффективность применения второго варианта, руб;
 C^1 и C^{11} - себестоимость изготовления деталей для первого и второго варианта изготовления заготовок, руб;

C_c - стоимость срезания одного килограмма стружки при механической обработки в среднем в машиностроении. $C_c \approx 0,495$ руб/кг;

C_3 - стоимость одного килограмма материала заготовки, руб;

$K_{им}$ - коэффициент использования материала, равный отношению массы

детали к массе заготовки:

$$K_{\text{им}} = \frac{m_{\text{д}}}{m_{\text{з}}} \quad (1.4)$$

По первому варианту

$$C^1(\text{ПЭК} 31.112) = \frac{7,5}{0,75} [12,93 + 0,495(1 - 0,75)] = 147,94 \text{руб};$$

$$C^1(\text{ПЭК} 31.113) = \frac{6,6}{0,815} [12,93 + 0,495(1 - 0,815)] = 121,43 \text{руб};$$

$$C^1(\text{ПЭК} 31.112/113) = 269,37 \text{руб};$$

По второму варианту

$$C^2(\text{ПЭК} 31.112) = \frac{7,5}{0,84} [12,93 + 0,495(1 - 0,84)] = 131,64 \text{руб};$$

$$C^2(\text{ПЭК} 31.113) = \frac{6,6}{0,82} [12,93 + 0,495(1 - 0,82)] = 120,66 \text{руб};$$

$$C^{11}(\text{ПЭК} 31.112/113) = 252,23 \text{руб};$$

Годовой экономический эффект с учетом стоимости механической обработки будет приведен в экономической части. Предварительно:

$$\mathcal{E} = (C^1 - C^{11})N = (269,37 - 252,23) \cdot 1400 = 23996 \text{руб}.$$

По результатам расчетов экономический эффект при изготовлении заготовки литьем в ПГФ с машинной формовкой - 23996 руб. Кроме того, данный способ получения заготовки обладает рядом преимуществ по сравнению с литьем в песчано-глинистые формы с ручной формовкой:

- достигается большая производительность;
- повышение плотности отливки, улучшение структуры;
- сокращение расходов формовочного материала;
- уменьшение размеров прибылей;
- улучшение санитарно-гигиенических условий труда.

1.4.3 Выбор баз

Технологическая часть состоит из трех технологических процессов: обработка корпуса редуктора, обработка крышки редуктора, обработка редуктора в сборе

Обработка корпуса редуктора ПЭК 31.112

005 Вертикально-фрезерная операция

Заготовка базируется в специальном приспособлении на три необработанные плоскости (рисунок 1.1). Здесь получают поверхности для дальнейшего базирования заготовки при обработке.

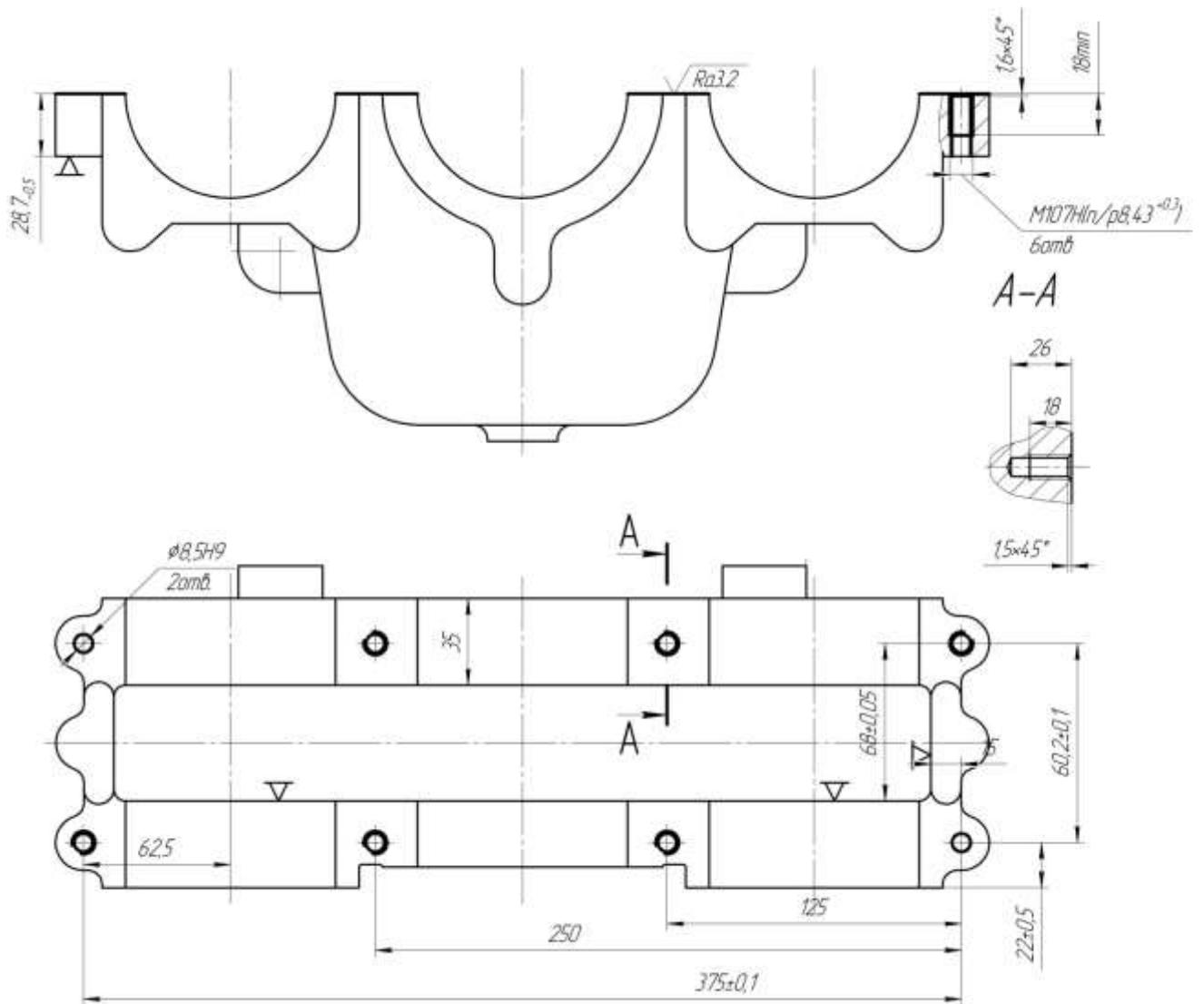


Рисунок 1.1

010 Вертикально-фрезерная операция

Заготовка устанавливается в специальное приспособление с базированием на плоскость и два пальца: цилиндрический и ромбический (рисунок 1.2). Погрешность базирования на размеры 150, 27,5, 25 равна нулю

015 Плоскошлифовальная операция

Заготовка устанавливается в специальное приспособление с базированием на плоскость и два пальца: цилиндрический и ромбический (рисунок 1.3). Погрешность базирования на шлифуемый размер равна нулю.

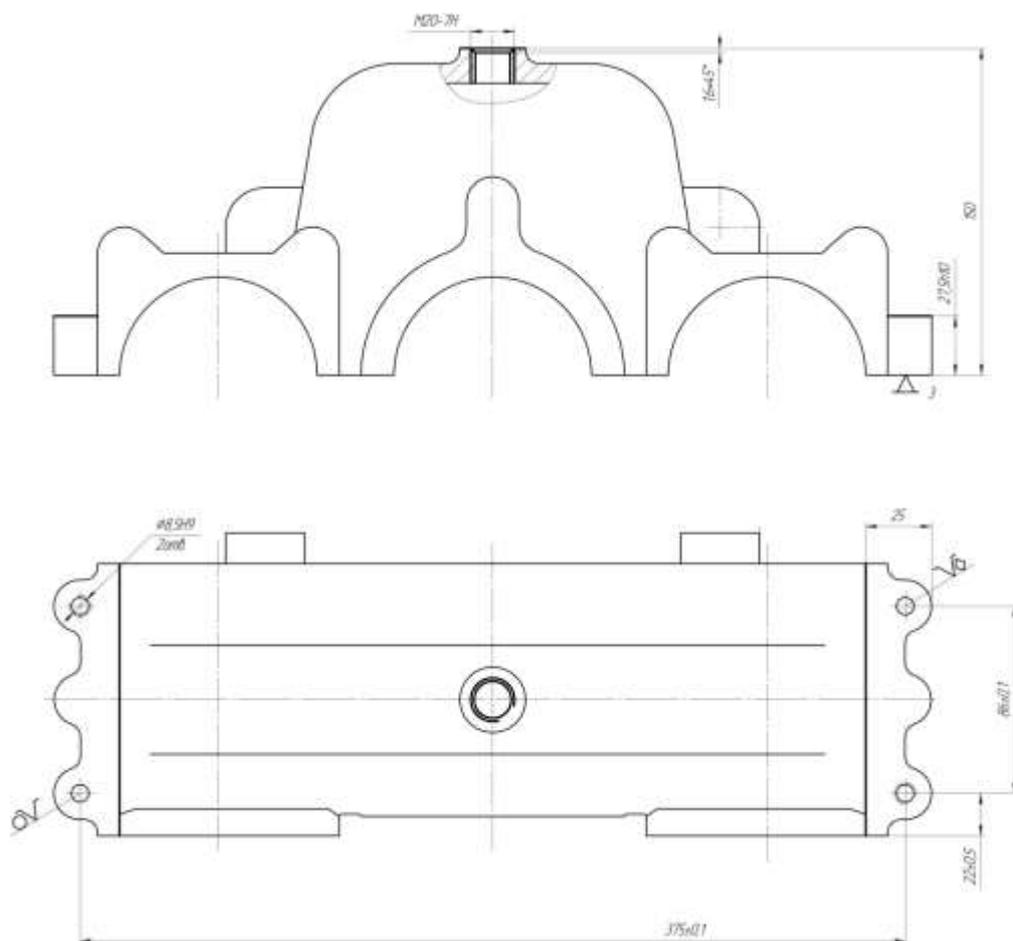


Рисунок 1.2

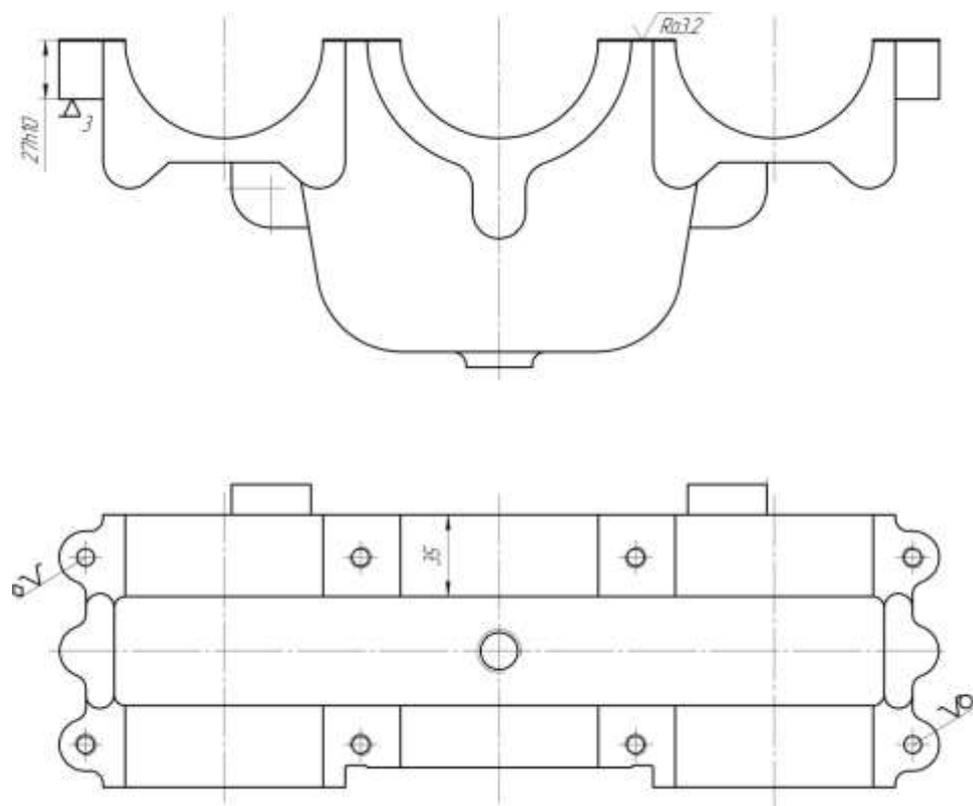


Рисунок 1.3

Обработка крышки редуктора ПЭК 31.113

005 Вертикально-фрезерная операция

Заготовка базируется в специальном приспособлении на три необработанные плоскости (рисунок 1.4). Здесь получают поверхности для дальнейшего базирования заготовки при обработке.

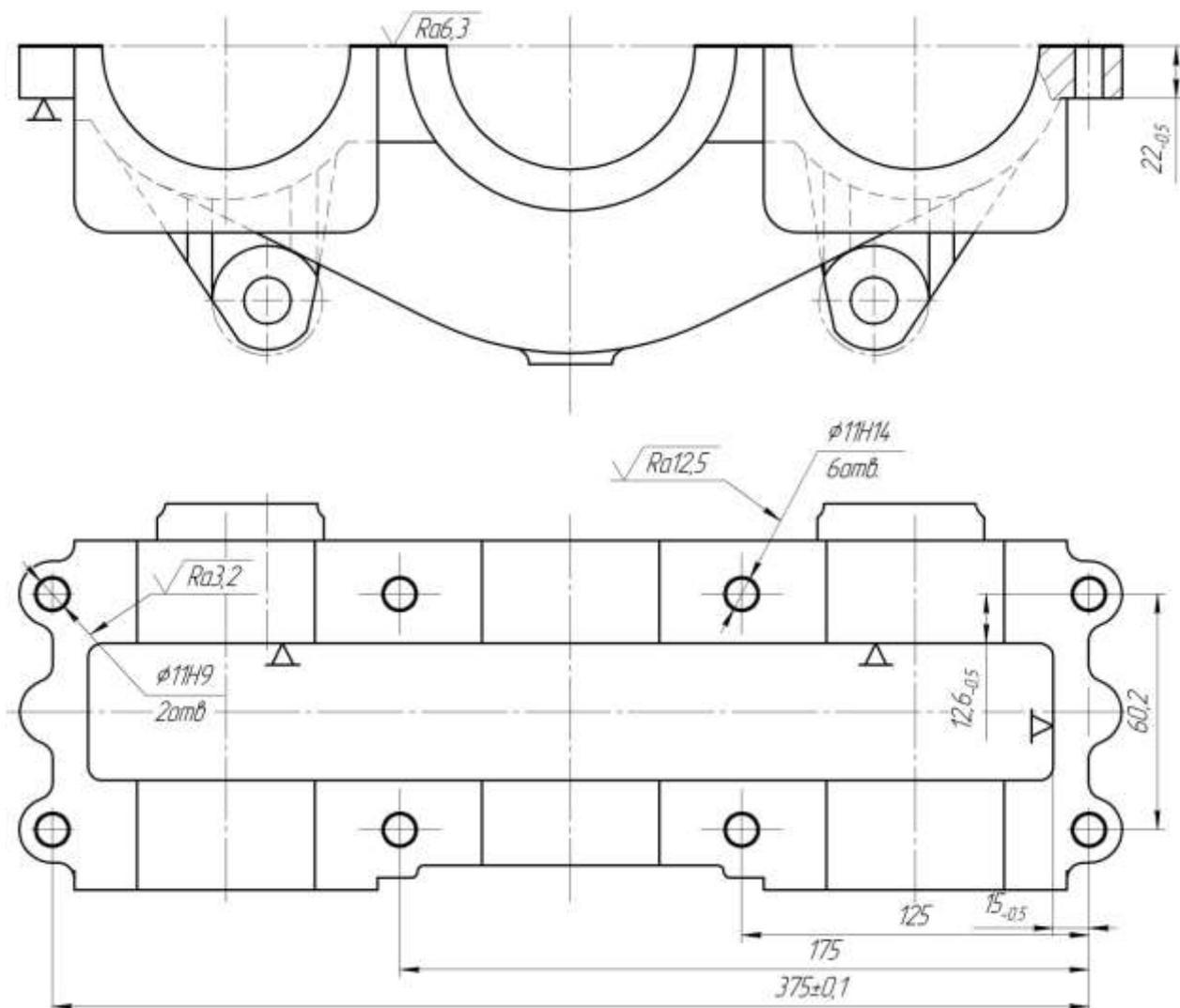


Рисунок 1.4

010 Вертикально-фрезерная операция

Заготовка устанавливается в специальное приспособление с базированием на плоскость и два пальца: цилиндрический и ромбический (рисунок 1.5). Погрешность базирования на размеры 150, 27,5, 25 равна нулю

015 Плоскошлифовальная операция

Заготовка устанавливается в специальное приспособление с базированием на плоскость и два пальца: цилиндрический и ромбический (рисунок 1.6). Погрешность базирования на шлифуемый размер равна нулю.

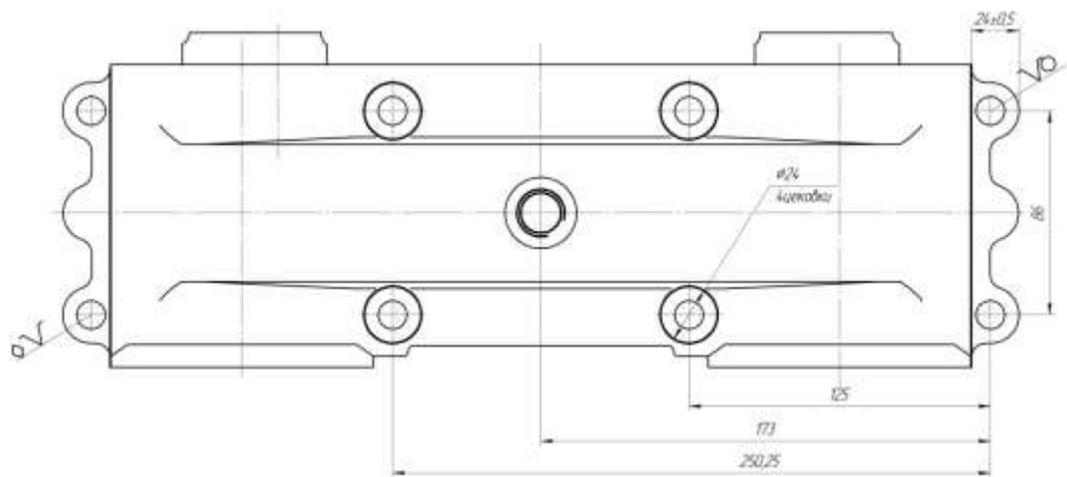
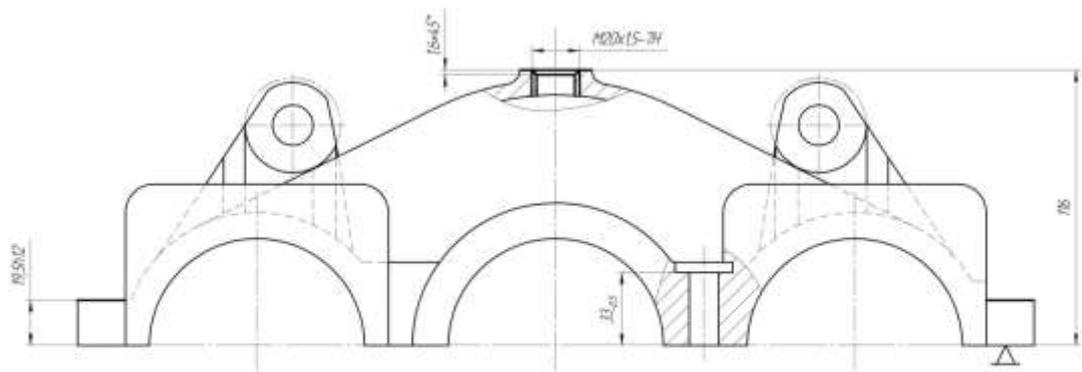


Рисунок 1.5

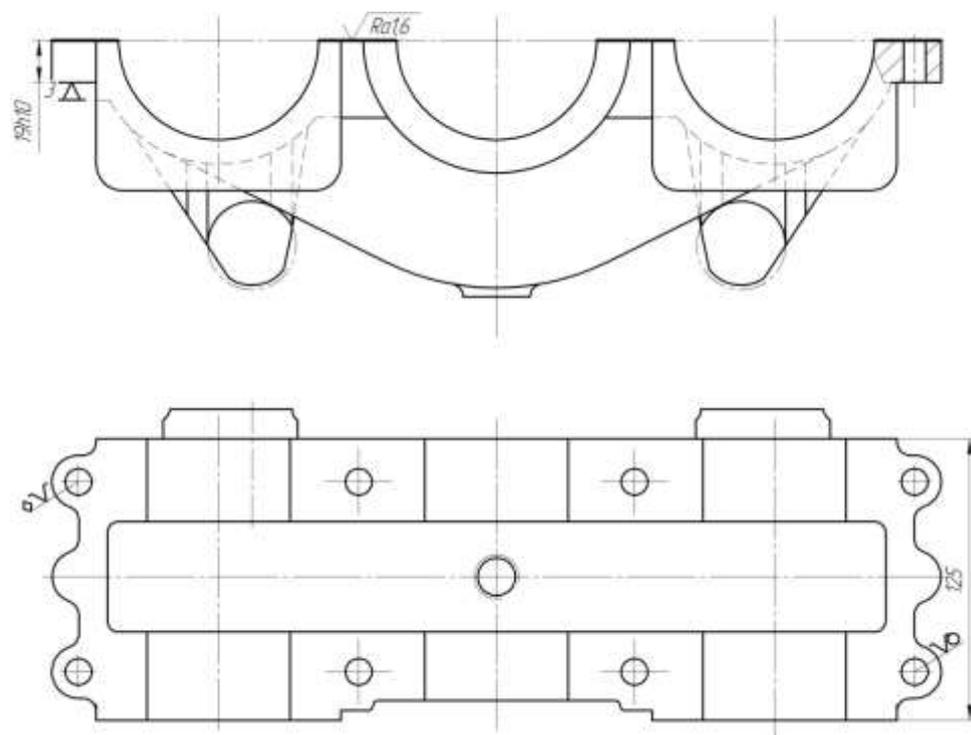


Рисунок 1.6

Обработка корпуса редуктора ПЭК 31.112/113

010 Сверлильная операция

Заготовка (собранный корпус) базируется в специальное приспособление с базированием на плоскость и два пальца: цилиндрический и ромбический (рисунок 1.7). Погрешность базирования равна нулю.

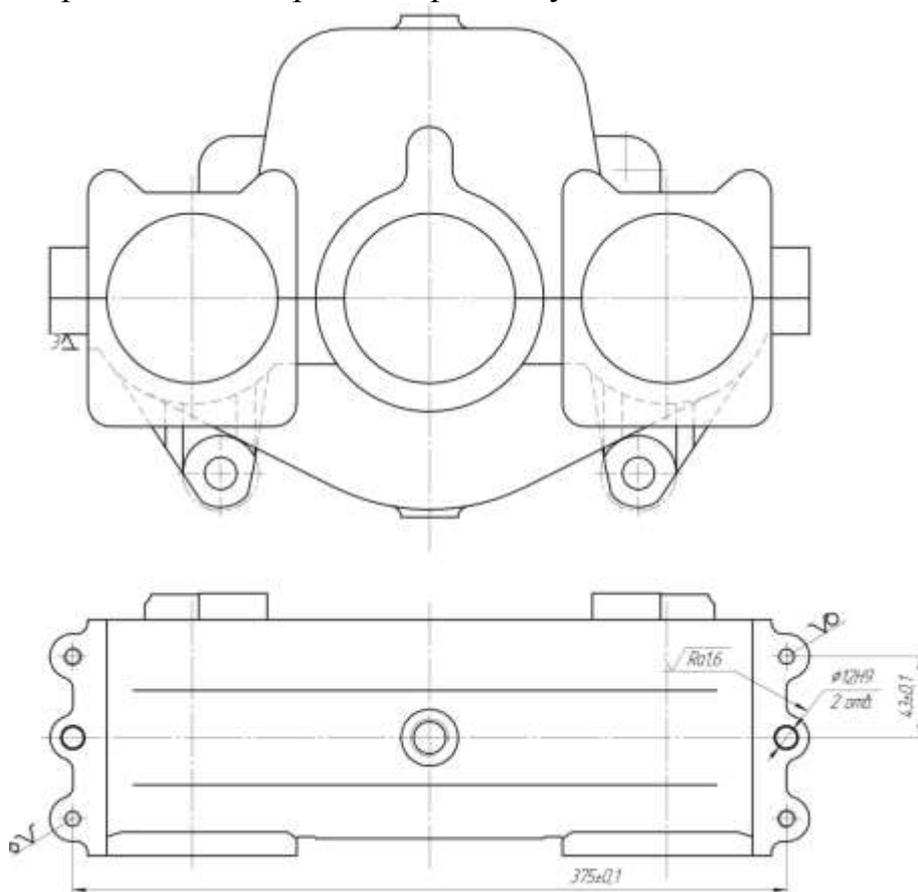


Рисунок 1.7

020 Сверлильно-фрезерно-расточная

Деталь обрабатывается в двух позициях. Заготовка (собранный корпус) базируется в специальное приспособление с базированием на плоскость и два пальца: цилиндрический и ромбический. Первая позиция показана на рисунке 18, вторая – на рисунке 1.9.

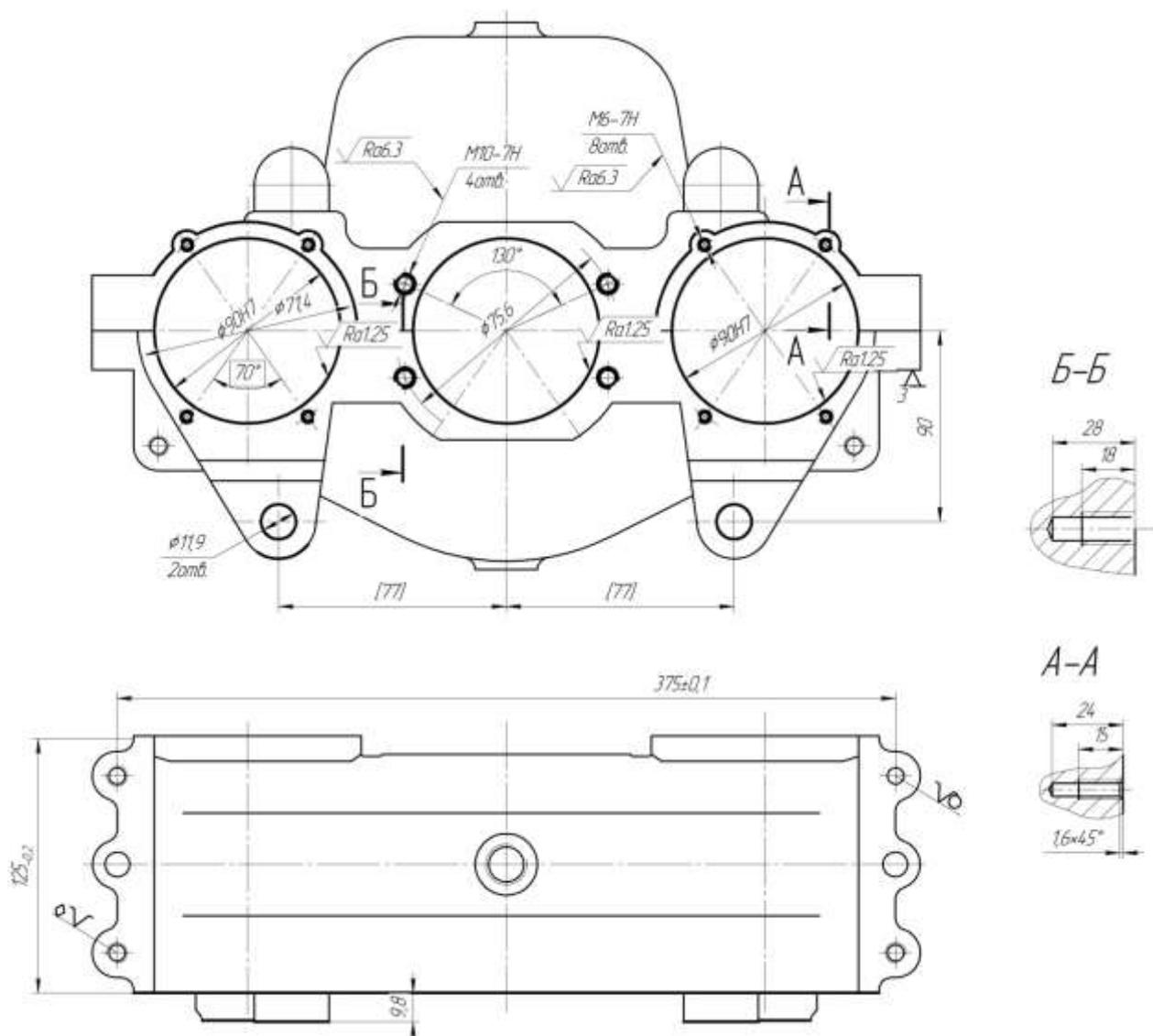


Рисунок 1.9

1.4.4 Составление технологического маршрута обработки

Таблица 1.8 - Маршрут обработки корпуса редуктора ПЭК 31.112

Номер операции	Наименование операции	Содержание операции	Оборудование
1	2	3	4
005	Вертикально-фрезерная	1. Фрезеровать прибыли в размер 29,7 мм. 2. Фрезеровать плоскость в размер 28,7 _{-0,5} мм. 3. Центровать восемь отверстий с образованием фасок 1,6x45°. 4. Сверлить два отверстия Ø8,43 ^{+0,3} мм на проход в размеры 15±0,05 и 68±0,05, четыре отверстия Ø8,43 ^{+0,3} мм на глубину 24±1мм. 5. Сверлить два отверстия Ø7,8H13 на проход.	ГФ2171С6

Продолжение таблицы 1.8

1	2	3	4
		<p>6. Развернуть два отверстия Ø8,5H9 на проход.</p> <p>7. Нарезать резьбу M10-7H в двух отверстиях на глубину 18 мм</p> <p>8. Нарезать резьбу M10-7H в четырех отверстиях на глубину 26 мм</p> <p>9. Обработать плоскость механической щеткой (снять заусенцы, притупить острые кромки).</p>	
010	Вертикально-фрезерная	<p>1. Фрезеровать бобышку в размер 150h14</p> <p>2. Фрезеровать уступы в размер 27,5h10.</p> <p>3. Центровать отверстие</p> <p>4. Сверлить отверстие Ø18,5^{+0,3} на проход</p> <p>5. Зенковать фаску 1,6x45°</p> <p>6. Нарезать резьбу M20x1,5-7H на проход</p>	ГФ2171С6
015	Плоскошлифовальная	<p>1. Шлифовать плоскость в размер 27h10.</p>	ЗБ722

Таблица 1.9 - Маршрут обработки крышки редуктора ПЭК 31.113

Номер операции	Наименование операции	Содержание операции	Оборудование
1	2	3	4
005	Вертикально-фрезерная	<p>1. Фрезеровать прибыли в размер 23^{+0,5} мм</p> <p>2. Фрезеровать плоскость в размер 22_{-0,5} мм</p> <p>3. Центровать 8 отверстий</p> <p>4. Сверлить 6 отверстий Ø11H14 мм на проход</p> <p>5. Сверлить два отверстия Ø10H 14 на проход.</p> <p>6. Зенкеровать 2 отверстия Ø10,8H10 на проход</p> <p>7. Развернуть 2 отверстия Ø11H9 на проход.</p> <p>8. Обработать плоскость механической щеткой (снять заусенцы, притупить острые кромки).</p>	ГФ2171С6
010	Вертикально-фрезерная	<p>1. Фрезеровать бобышку в размер 116h14</p> <p>2. Фрезеровать уступы в размер 12h12 высотой 19,5 мм</p> <p>3. Центровать отверстие</p>	ГФ2171С6

Продолжение таблицы 1.9

1	2	3	4
		4. Сверлить отверстие $\text{Ø}18,5^{+0,3}$ на проход. 5. Цековать четыре отверстия $\text{Ø}24$ в размер $2,5^{+0,3}$ мм. 5. Зенковать фаску $1,6 \times 45^\circ$ 6. Нарезать резьбу $M20 \times 1,5-7H$ на проход	
015	Плоскошлифовальная	1. Шлифовать плоскость в размер $19h10$.	ЗБ722

Таблица 1.10 - Маршрут обработки корпуса редуктора ПЭК 31.112/113

Номер операции	Наименование операции	Содержание операции	Оборудование
1	2	3	4
005	Сборочная	1. Протереть сопрягаемые поверхности деталей ПЭК 31.112 и ПЭК 31.113. 2. Крепить болтами $M10-8g \times 35.56.019$ ГОСТ 17796 - 4 шт. 3. Маркировать корпус ПЭК 31.112 и крышку ПЭК 31.113 одним порядковым номером.	Верстак
010	Сверлильная	1. Сверлить два отверстия $\text{Ø}11 H13$ на проход 2. Зенкеровать два отверстия $\text{Ø}11,85 H10$ на проход 2. Развернуть два отверстия $\text{Ø}12H9$ на проход	2М55
015	Сборочная	1. Смазать штифты маслом. 2. Штифтовать двумя штифтами $\text{Ø}12\text{мм}$	Верстак
020	Сверлильно-фрезерно-расточная	Позиция 1 1. Фрезеровать плоскости в размер $22,5_{-0,3}$ мм, $13,5_{-0,3}$ мм 2. Фрезеровать плоскости в размер $22_{-0,2}$ мм, $13_{-0,2}$ мм 3. Фрезеровать проушины $\text{Ø}40H14$ в размер $90_{-0,5}$ мм 4. Центровать тринадцать отверстий с образованием фасок ($1,6 \times 45^\circ$) 5. Сверлить девять отверстий $\text{Ø}8,43^{+0,3}$: пять отверстий на проход, четыре отверстия на глубину 28 мм 6. Сверлить четыре отверстия $\text{Ø}4,95^{+0,26}$ на глубину 24 мм	2206ВМФ4

Продолжение таблицы 1.10

1	2	3	4
		<p>7. Нарезать резьбу М6-7Н в четырех отверстиях</p> <p>8. Нарезать резьбу М10-7Н в девяти отверстиях</p> <p>9. Расточить три отверстия $\varnothing 86_{-0,5}$</p> <p>10. Обработать плоскость механической щеткой (снять заусенцы, притупить острые кромки)</p> <p>Позиция 2 (повернуть заготовку на 180°)</p> <p>11. Фрезеровать плоскости в размер 125,8_{-0,5} мм, бобышки в размер 14,5_{-0,2} мм и проушины в размер 14,5_{-0,2} мм</p> <p>12. Фрезеровать плоскость в размер 125_{-0,5} мм, бобышки в размер 14h14 мм и проушины в размер 14h14 мм</p> <p>13. Центровать четырнадцать отверстий с образованием фасок 1,6x45°</p> <p>14. Сверлить четыре отверстия $\varnothing 8,43^{+0,33}$ на глубину 28 мм</p> <p>15. Сверлить восемь отверстий $\varnothing 4,95^{+0,26}$ на глубину 24 мм</p> <p>16. Сверлить два отверстия 017Н14 мм на проход</p> <p>17. Нарезать резьбу М10-7Н четырех отверстиях на глубину 18мм</p> <p>18. Нарезать резьбу М6-7Н в восьми отверстиях на глубину 15мм</p> <p>19. Расточить три отверстия $\varnothing 86_{-0,5}$</p> <p>20. Расточить три отверстия $\varnothing 88,5_{-0,5}$</p> <p>21. Расточить три отверстия $\varnothing 90Н7$ окончательно</p> <p>22. Обработать плоскость механической щеткой (снять заусенцы, притупить острые кромки)</p>	
025	Резьбонарезная	<p>Установ А</p> <p>1. Нарезать резьбу М10-7Н в двух отверстиях</p>	РН-24
030	Контрольная		

1.4.5 Выбор средств технологического оснащения

1.4.5.1 Выбор технологического оборудования 005, 010 Вертикально-фрезерная

Таблица 1.11 - Вертикально фрезерный станок с ЧПУ ГФ2171С6

Параметры	Значения параметров
Размеры рабочей поверхности стола(ширина x длина), мм	400x1600
Наибольшие перемещения стола, мм:	
продольное	1010
поперечное	400
вертикальное	250
Количество Т-образных пазов	3
Ширина Т-образных пазов	18H12
Расстояние между пазами по ГОСТ 6569-75, мм	100
Число скоростей шпинделя	18
Частота вращения шпинделя, об/мин	50-2500
Ряд частот: 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500	
Число подач	б/с
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	11
Емкость инструментального магазина	12
Габаритные размеры, мм:	
длина	3660
ширина	4200
высота	2850
Масса, кг	6500

015 Плоскошлифовальная

Таблица 1.12 - Плоскошлифовальный станок с прямоугольным столом
модели 3Б722

Параметры	Значения параметров
1	2
Размеры рабочей поверхности стола(ширина x длина), мм	1000×320
Наибольшие размеры обрабатываемых заготовок, мм	400×100×320
Масса обрабатываемых заготовок, кг, не более	700
Наибольшее перемещение стола и шлифовальной бабки, мм :	
поперечное	400
вертикальное	440
Размеры шлифовального круга (наружный диаметр×высота× внутренний диаметр) или тип и размеры шлифовальных сегмен	

Продолжение таблицы 1.12

1	2
тов	450×63×203
Расстояние от оси шпинделя до рабочей поверхности стола, мм	190...630
Продольное перемещение стола, мм	300...1050
Поперечная подача, мм	
прерывистая	1-30
ручная	0,05
Поперечная подача шлифовальной бабки, м/мин	0,5...3
Скорость перемещения стола, м/мин	2...40
Частота вращения шпинделя шлифовального круга, об/мин	1460
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	10
Габарит станка (длина×ширина×высота),мм	3410×2020×2290
Масса станка, кг	6950

010 Радиально-сверлильная (совместная обработка)

Таблица 1.13 -Радиально-сверлильный станок модели 2М55

Параметры	Значения параметров
1	2
Наибольший условный диаметр сверления, мм	50
Расстояние от торца шпинделя до плиты, мм	400-1600
Конус Морзе отверстия шпинделя	5
Количество ступеней скоростей шпинделя	22
Пределы скоростей шпинделя, об/мин	20...2000
Количество ступеней механических подач шпинделя	12
Пределы подач шпинделя, мм/об	0,56...2,5
Наибольшее усилие подачи, Н	2000
Мощность главного электродвигателя, кВт	5
Габаритные размеры	2665x1020x3430
Масса, кг	4700

020 Фрезерно-сверлильно-расточная совместная обработка

Таблица 1.14 - Многоцелевой сверлильно-фрезерно-расточной станок модели 2206ВМФ4

Параметры	Значения параметров
1	2
Размер рабочей поверхности стола, мм	800x630x660
Наибольшее перемещение по координатным осям:	
поперечное (ось X), мм	630
ось Y	630
ось Z	630
Наибольшая масса обрабатываемой детали, кг	800
Частота вращения шпинделя, об/мин	32-2500
Емкость инструментального магазина	30
Масса, кг	12000

1.4.5.2 Выбор инструмента и технологической оснастки

Операция 005 (ПЭК 31.112, ПЭК 31.113)

Приспособление специальное с пневмоприводом

Режущий инструмент: Фреза торцовая $\varnothing 160$; Z=10; $\varphi=75^\circ$, ВК8 01.2.0200.000-02 ТУ2.035.0223131.148-89; Фреза торцовая $\varnothing 160$; Z=10; $\varphi=75^\circ$, ВК8 01.2.0200.000-02 ТУ2.035.874-82; Сверло $2\varphi=90^\circ$; Сверло $\varnothing 11$ 2301-0034 ГОСТ 10903 (ПЭК 31.113); Сверло $\varnothing 8,5$ 2301-0017 ГОСТ 10903 (ПЭК 31.112); Метчик М10 2620-1435 ГОСТ 3266 (ПЭК 31.112); Развертка 8,43 ГОСТ 11175-80 (ПЭК 31.112); Развертка 11 2363-2078 ГОСТ 11175-80 (ПЭК 31.112); Щетка с металлическим ворсом $\varnothing 160$

Мерительный инструмент: Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-66; Пробка ПР, НЕ М10 ГОСТ 17756; Пробка п/р М10 СТП 4307 0 10,8 035-22301-1020 ОСТ 2420-2-80.

Операция 010 (ПЭК 31.112, ПЭК 31.113)

Приспособление специальное

Режущий инструмент: Фреза торцовая Z=5; $\varphi=90^\circ$ ВК8 ТУ 19-4206-95-83; Сверло $2\varphi=90^\circ$; Сверло $\varnothing 16$ 035-2317-0103 ОСТ 24205-80; Сверло $\varnothing 18,5$ 035-2301-1053 ОСТ 2420-2-80; Метчик М20x1,5-7Н 035-2620-0574 ОСТ 2452-1-74; Цековка 25 035-2317-0103 ОСТ 24205-80 (ПЭК 31.113).

Мерительный инструмент: Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-66; Пробка ПР, НЕ М20 ГОСТ 17756; Пробка п/р М20 ОСТ 2420-2-80.

Операция 015 (ПЭК 31.112, ПЭК 31.113)

Режущий инструмент: Круг ПП 450x63x203 14А 25 С1 К ГОСТ 2424-83

Мерительный инструмент: Плоскостной компаратор с несколькими измерительными головками.

Операция 005 (ПЭК 31.112/113)

Приспособление: специальная подставка
 Ключ 7811-0464 ГОСТ 2839
 Уайт спирит ГОСТ 3134
 Операция 010 (ПЭК 31.112/113)
 Приспособление сверлильное
 Режущий инструмент: Сверло $\varnothing 11,8$ 2301-0193 ГОСТ 10903; Разверстка 12Н9 92363-0193 ГОСТ 1672
 Мерительный инструмент: Пробка 12Н9 ГОСТ 1407-70
 Операция 020 (ПЭК 31.112/113)
 Приспособление специальное
 Режущий инструмент: Фреза торцовая $\varnothing 125$; $Z=8$; $\varphi=67^\circ$, ВК8 ТУ2.035-874-82; Фреза торцовая $\varnothing 125$; $Z=12$; $\varphi=75^\circ$, ВК6 ТУ2.035-87-82; Сверло $2\varphi=90^\circ$; Сверло $\varnothing 8,43$ 2301-0020 ГОСТ 22735-77; Сверло $\varnothing 4,95$ 2300-1204 ГОСТ 22735-77; Фреза $\varnothing 40$; $Z=6$ ВК8 ГОСТ 18372-73; Оправка расточная 6300-0652 ГОСТ 21222-75; Метчик М10 2620-1435 ГОСТ 3266; Метчик М6 2620-1155 ГОСТ 3266; Щетка с металлическим ворсом $\varnothing 160$; Щетка с металлическим ворсом $\varnothing 91$; Оправка расточная с микрорегулированием резца 19142156 ТУ 2-035-774-80.
 Мерительный инструмент: Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-66; Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-66; Шаблон 30 СТП 4323; Пробка 17Н14 СТП 4307; Пробка 90Н7 СТП 4307; Микрометр МК 25-50 ГОСТ 6507-78; Скоба рычажная ГОСТ 11098-75; Пробка ПР, НЕ М10 ГОСТ 17756; Пробка п/р М10 СТП 4307; . Пробка ПР, НЕ М6 ГОСТ 17756; Пробка п/р М6 СТП 4307; Калибр перпендикулярности; Калибр соосности.

1.4.6 Расчет припусков на механическую обработку

Расчёт припусков производится по методике, изложенной в [5].

В данном разделе приведен расчетно-аналитический метод определения припусков на механическую обработку отверстия 90Н7.

Для удобства расчета данным методом предусмотрено заполнение специальной таблицы (см. таблицу 1.15). В таблицу последовательно заносятся технологические переходы в принятой последовательности, значения элементов припуска, табличные и расчетные данные разных параметров.

Рассчитаем припуск аналитическим методом на отверстие $\varnothing 90Н7(+0.035)$.

Отверстие $\varnothing 90Н7(+0.035)$.

Заготовка	Rz 200	$h = 200\text{мкм}$
Растачивание черновое	Rz 80	$h = 90\text{мкм}$
Растачивание получистовое (9кв.)	Rz 40	$h=40\text{мкм}$
Растачивание чистовое (7кв.)	Rz 20	$h = 20\text{мкм}$

где Rz – высота неровностей профиля, мкм.

h – глубина дефектного поверхностного слоя, мкм.

Суммарное значение пространственных отклонений для заготовки [14]:

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{\text{кор}}^2 + \Delta_{\text{см}}^2}, \quad (1.5)$$

где $\Delta_{\text{кор}}$ – отклонение плоской поверхности отливки от плоскости;
 $\Delta_{\text{см}}$ – смещение стержня в горизонтальной или вертикальной плоскости (равен допуску на наибольший размер от оси отверстия до технологической базы).

Величину коробления отверстия следует учитывать как в диаметральном, так и в осевом сечениях.

$$\Delta_{\text{кор}} = \sqrt{\Delta_{\text{к}}^2 \cdot (d^2 + l^2)}, \quad (1.6)$$

где $\Delta_{\text{к}}=0,7$ – величина удельного коробления отливки;

$d=90\text{мм}$ – диаметр обрабатываемого отверстия;

$l=125\text{мм}$ – длина обрабатываемого отверстия.

$$\Delta_{\text{кор}} = \sqrt{0,7^2 \cdot (90^2 + 125^2)} = 108\text{мкм}.$$

Величина смещения $\Delta_{\text{см}}$ принимается равной допуску на наибольший размер от оси отверстия до технологической базы с учетом наибольших размеров отливки.

$$\Delta_{\text{см}} = \sqrt{\left(\frac{T_A}{2}\right)^2 + \left(\frac{T_B}{2}\right)^2}, \quad (1.7)$$

где T_A – допуск на размер 74,5мм;

T_B – допуск на размер 150мм

$$\Delta_{\text{см}} = 2125\text{мкм}$$

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{108^2 + 2125^2} = 2128\text{мкм}$$

Остаточная величина пространственного отклонения после предварительной обработки:

$$\Delta_{\text{ост}} = K_y \cdot \Delta_{i-1} \quad (1.8)$$

где K_y – коэффициент уточнения формы [5]

$K_{y1} = 0,06$ – для черного растачивания;

$K_{y2} = 0,05$ – для получистового растачивания;

$K_{y2} = 0,04$ – для чистового растачивания;

$$\Delta_1 = K_{y1} \cdot \Delta_{\Sigma} = 0,06 \cdot 2128 = 128 \text{ мкм}$$

$$\Delta_2 = K_{y2} \cdot \Delta_1 = 0,05 \cdot 128 = 6 \text{ мкм}.$$

Погрешность установки при черновом растачивании:

$$\varepsilon_1 = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2} \quad (1.9)$$

где ε_6 – погрешность базирования заготовки;

ε_3 – погрешность закрепления заготовки.

Погрешность базирования в данном случае возникает за счет перекоса заготовки в горизонтальной плоскости при установке ее на установочные пальцы приспособления. Перекос при этом происходит из-за наличия зазоров между наибольшим диаметром установочных отверстий и наименьшим диаметром пальцев.

$$S_{\max} = \delta_A + \delta_B + S_{\min}, \quad (1.10)$$

где $\delta_A=0,043$ мм – допуск на отверстие;

$\delta_B=0,018$ мм – допуск на диаметр пальца;

$S_{\min}=0,016$ мм – минимальный зазор между диаметром пальца и отверстия.

$$S_{\max} = 0.043 + 0.018 + 0.016 = 0.077 \text{ мм}.$$

Наибольший угол поворота заготовки на установочных пальцах находится из наибольшего зазора при повороте в одну сторону от среднего положения к расстоянию между базовыми отверстиями:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{S_{\max}}{\ell} = \frac{0.077}{384,7} = 0.0002$$

Погрешность базирования на длине обрабатываемого отверстия:

$$\varepsilon_6 = l \cdot \operatorname{tg} \alpha, \quad (1.11)$$

где l – длина обрабатываемого отверстия.

$$\varepsilon_6 = 125 \cdot 0.0002 = 26 \text{ мкм}$$

Погрешность закрепления (при черновом растачивании отверстия) принимается равной $\varepsilon_3=120$ мкм [5].

Погрешность установки при полустачивании $\varepsilon_3=6$ мкм

$$\varepsilon_1 = \sqrt{45.2^2 + 100^2} = 110 \text{ мкм}$$

Погрешность установки при чистовом растачивании $\varepsilon_3=0$ мкм.

Далее производится расчёт минимальных значений межоперационных припусков [5]:

$$2z_{\min} = 2 \cdot \left(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + E_i^2} \right), \quad (1.12)$$

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

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

Δ_{i-1} – суммарные отклонения расположения поверхностей, мкм

E_i – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе, мкм.

Минимальный припуск для чернового растачивания:

$$2Z_{\min} = 2 \cdot \left(80 + 90 + \sqrt{128^2 + 123^2} \right) = 5063 \text{ мкм}$$

Минимальный припуск под полустачивание

$$2Z_{\min} = 2 \cdot \left(80 + 90 + \sqrt{128^2 + 6^2} \right) = 596 \text{ мкм}$$

Минимальный припуск под чистовое растачивание

$$2Z_{\min} = 2 \cdot \left(40 + 40 + \sqrt{9^2 + 0^2} \right) = 178 \text{ мкм}$$

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

$$d_p = 90,035 - 0,178 = 89,857 \text{ мм} \text{ – для полустачивания;}$$

$$d_p = 89,857 - 0,596 = 89,261 \text{ мм} \text{ – для чернового растачивания;}$$

$$d_p = 89,261 - 5,063 = 84,198 \text{ мм} \text{ – для заготовки.}$$

Округляем рассчитанные максимальные размеры до знака допуска Td и заносим в таблицу 1.15.

Определяем минимальный предельный размер вычитанием из максимального размера поля допуска T_d :

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

$$d_{\min} = 90,035 - 0,035 = 90 \text{ мм} - \text{для чистового растачивания};$$

$$d_{\min} = 89,86 - 0,19 = 89,67 \text{ мм} - \text{для получистового растачивания};$$

$$d_{\min} = 89,26 - 0,46 = 88,8 \text{ мм} - \text{для чернового растачивания};$$

$$d_{\min} = 84,2 - 2,8 = 81,4 \text{ мм} - \text{для заготовки}.$$

Полученные предельные припуски:

$$2Z_{\min} = 90,035 - 89,86 = 0,175 \text{ мм} - \text{для чистового растачивания}.$$

$$2Z_{\min} = 89,86 - 89,26 = 0,6 \text{ мм} - \text{для получистового растачивания}.$$

$$2Z_{\min} = 89,26 - 84,2 = 5,06 \text{ мм} - \text{для получистового растачивания}.$$

$$2Z_{\max} = 90 - 89,67 = 0,33 \text{ мм} - \text{для чистового растачивания};$$

$$2Z_{\max} = 89,67 - 88,8 = 0,87 \text{ мм} - \text{для получистового растачивания}.$$

$$2Z_{\max} = 88,8 - 81,4 = 7,4 \text{ мм} - \text{для чернового растачивания}.$$

Расчёт общих припусков:

$$Z_{\max} = 0,33 + 0,87 + 7,4 = 8,6 \text{ мм} - \text{общий максимальный припуск};$$

$$Z_{\min} = 0,175 + 0,6 + 5,06 = 5,835 \text{ мм} - \text{общий минимальный припуск}.$$

Проверка правильности расчётов:

$$Z_{\max} - Z_{\min} = T_{d\text{заг}} - T_{d\text{дет}}$$

$$8,6 - 5,835 = 2,8 - 0,035$$

$$2,765 = 2,765 \text{ следовательно расчёт припусков произведён верно}.$$

Полученные выше значения заносим в таблицу 3.10.

Таблица 1.15

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 T_d , мм	Принятые размеры по переходам, мм		Полученные предельные припуски, мкм	
	Rz	h	Δ	E				d_{\max}	d_{\min}	$2Z_{\max}$	$2Z_{\min}$
Ø90H7. Заготовка (отливка)	200	200	2128	-	--	84,198	2,800	84,20	81,4	--	--
Черновое растачивание	80	90	128	123	5063	89,261	0,460	89,26	88,80	5,06	7,4
Получистовое растачивание	40	40	6	6	596	89,857	0,190	89,86	89,67	0,6	0,87
Чистовое растачивание	20	20	-	-	178	90,035	0,035	90,035	90,0	0,175	0,33

1.4.7 Расчет режимов резания

Механическая обработка корпуса редуктора ПЭК 31.112

Операция 005 Вертикально-фрезерная

Переход 1 Фрезеровать прибыли в размер 29,7 мм.

Инструмент: торцовая фреза ($\varnothing 160, z=10$).

Материал режущей части ВК8

1. Глубина фрезерования $t = 3,5$ мм; ширина фрезерования $B = 35$ мм;

2. Подача на один зуб фрезы: $S_z = 0,26$ мм/зуб [6]

3. Скорость резания [6]:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v, \quad (1.13)$$

где $C_v = 445$; $q = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$; $u = 0,2$; $p = 0$; $m = 0,32$ [6]

$T = 240$ мин – период стойкости инструмента;

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания [6]:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{uv}, \quad (1.14)$$

где $K_{mv} = \left(\frac{190}{HB}\right)^{n_v}$ – коэффициент на обрабатываемый материал [6] ($n_v = 1,25$)

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{240}\right)^{1,25} = 0,75$$

$K_{pv} = 0,85$ – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки

$K_{uv} = 0,83$ – коэффициент на инструментальный материал [6]

$$K_v = 0,75 \cdot 0,85 \cdot 0,83 = 0,53$$

$$V = \frac{445 \cdot 160^{0,2}}{240^{0,32} \cdot 3,5^{0,15} \cdot 0,26^{0,35} \cdot 35^{0,2}} \cdot 0,53 = 84,24 \text{ м/мин};$$

4. Частота вращения шпинделя:

$$n_{\text{фр}} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 84,24}{3,14 \cdot 160} = 167 \text{ об/мин};$$

Принимаем $n_{\text{ст}} = 160$ об/мин.

5. Действительная скорость:

$$V_{\text{ф}} = \frac{n_{\text{ст}} \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{160 \cdot 3,14 \cdot 160}{1000} = 79 \text{ м/мин.}$$

6. Сила резания [6]:

$$P_Z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp}, \quad (1.15)$$

где $C_p = 54,5$; $x = 0,9$; $y = 0,74$; $u = 1$; $q = 1$; $w = 0$ [6]

$$K_{mp} = \left(\frac{HB}{190}\right)^n, \quad (1.16)$$

где $n = 1$.

$$K_{mp} = \left(\frac{240}{190} \right)^1 = 1,26$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 54,5 \cdot 3,5^{0,9} \cdot 0,26^{0,74} \cdot 35^1 \cdot 10}{160^1 \cdot 160^0} \cdot 1,26 = 1711,8 \text{ Н}$$

7. Крутящий момент [6]:

$$M_{kp} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{1711,8 \cdot 160}{2 \cdot 100} = 1369,5 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

8. Мощность резания [6]:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1711,8 \cdot 79}{1020 \cdot 60} = 2,2 \text{ кВт}$$

9. Проверка на достаточность привода станка:

$$N_{рез} \leq N_{шп}, \quad (1.17)$$

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

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

где $\eta = 0,85$ – КПД привода;

$$2,2 < 9,24.$$

10. Основное время [7]:

$$T_o = \frac{L_1}{S_M} \cdot i, \quad (1.18)$$

где $S_M = S_z \cdot z \cdot n = 0,26 \cdot 10 \cdot 160 = 400 \text{ мм/мин}$ – минутная подача;

$$T_o = \frac{436}{400} \cdot 1 = 1,09 \text{ мин}$$

Переход 4

Сверлить два отверстия $\varnothing 8,43^{+0,3}$ мм на проход, четыре отверстия $\varnothing 8,43^{+0,3}$ мм на глубину 24 ± 1 мм.

1. Глубина сверления: $t = 0,5 \cdot D = 0,5 \cdot 8,43 = 4,22 \text{ мм}$.

2. Подача: $S = 0,31 \dots 0,35 \text{ мм/об}$; $S = 0,32 \text{ мм/об}$

3. Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (1.19)$$

где $T = 60 \text{ мин}$ - период стойкости сверла

$C_v = 17,1$; $q = 0,25$; $y = 0,4$; $m = 0,125$ – показатели степени

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

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_v}, \quad (1.20)$$

где $n_v = 1,3$ [15]

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{240} \right)^{1,3} = 0,74;$$

$$K_v = 0,74 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,74;$$

$$V = \frac{17.1 \cdot 8,43^{0,25}}{60^{0,125} \cdot 0,32^{0,4}} \cdot 0.74 = 20,4 \text{ м/мин.}$$

4. Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 20,4}{\pi \cdot 8,43} = 770 \text{ об/мин.}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя в соответствии с паспортными данными станка: $n_{\text{ст}} = 630 \text{ об/мин.}$

5. Фактическая скорость резания:

$$V_{\text{ф}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\text{ст}}}{1000} = \frac{\pi \cdot 8,43 \cdot 630}{1000} = 16,7 \text{ м/мин.}$$

6. Крутящий момент и осевая сила:

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (1.21)$$

где $C_m = 0,021$; $q = 2,0$; $y = 0,8$; $C_p = 42,7$; $q = 1,0$; $y = 0,8$

$$K_p = K_{\text{мп}} = \left(\frac{HB}{190} \right)^n; \quad n = 0,6$$

$$K_p = \left(\frac{240}{190} \right)^{0,6} = 1.15;$$

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot 0,021 \cdot 8,43^{2,0} \cdot 0,32^{0,8} \cdot 1.15 = 6,9 \text{ Н·м;}$$

$$P_o = 10 \cdot 42,7 \cdot 8,43^{1,0} \cdot 0,32^{0,8} \cdot 1.12 = 1620 \text{ Н.}$$

7. Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n_{\text{ст}}}{9750} = \frac{6,9 \cdot 630}{9750} = 0,45 \text{ кВт.}$$

8. Проверка на достаточность привода станка:

$$0,45 < 9,24$$

9. Основное время:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S_o} \cdot i, \quad (1.22)$$

где $L = l + l_1 + l_2$ – длина обработки,

$i = 6$ – число проходов (ботверстей).

$L = 150 \text{ мм}$ – суммарная длина обработки;

$$T_o = \frac{150}{630 \cdot 0,32} = 0,74 \text{ мин.}$$

Переход 6. Развернуть два отверстия $\text{Ø}8,5\text{H}9$ на проход.

Инструмент: развертка $\text{Ø}8,5$; Р6М5.

1. Глубина резания: $t = 0,5 \cdot (D - d) = 0,5 \cdot (8,5 - 7,8) = 0,35 \text{ мм.}$

2. Подача: $S = 0,5 \text{ мм/об}$ [6]

3. Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (1.23)$$

где $T = 60 \text{ мин}$ – период стойкости развертки [6];

$C_v = 15,6; q = 0,2; y = 0,5; m = 0,3; x = 0,1$ [6];
 $K_v = 0,83$ (см. переход 2).

$$V = \frac{15,6 \cdot 8,5^{0,2}}{60^{0,3} \cdot 0,35^{0,1} \cdot 0,5^{0,5}} \cdot 0,83 = 10 \text{ м/мин.}$$

4. Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 10}{\pi \cdot 8,2} = 372,6 \text{ об/мин.}$$

Принимаем частоту вращения станка $n_{ст} = 360$ об/мин.

5. Действительная скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{ст}}{1000} = \frac{\pi \cdot 8,5 \cdot 360}{1000} = 9,5 \text{ м/мин.}$$

6. Крутящий момент:

$$M_{кр} = \frac{C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot D \cdot z}{2 \cdot 100}, \quad (1.24)$$

где $C_p = 158; ; y = 1,0; x = 1,0$ [6];

$S_z = S/z = 0,5/8 = 0,0625$ мм/зуб – подача на зуб.

$$M_{кр} = \frac{158 \cdot 0,35^1 \cdot 0,0625^1 \cdot 8,5 \cdot 8}{2 \cdot 100} = 0,65 \text{ Н·м;}$$

7. Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n_{ст}}{9750} = \frac{0,65 \cdot 360}{9750} = 0,02 \text{ кВт.}$$

8. Проверка на достаточность привода станка:

$$N_{шп} > N_e, \quad 3,15 \text{ кВт} > 0,02 \text{ кВт.}$$

9. Основное время [7]:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S_o} \cdot i, \quad (1.25)$$

$$T_o = \frac{29}{360 \cdot 0,5} \cdot 2 = 0,32 \text{ мин}$$

Переход 7. Нарезать резьбу М10-7Н в двух отверстиях на проход.

1. Глубина резания: $t = 0,5 \cdot (D - d) = 0,5 \cdot (10 - 8,5) = 0,75$ мм.

2. Подача: $S = P = 1,5$ мм/об

3. Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (1.26)$$

где $T = 90$ мин. – период стойкости метчика

$C_v = 64,8; q = 1,2; y = 0,5; m = 0,9; K_v = 0,5;$

$$V = \frac{64,8 \cdot 10^{1,2}}{90^{0,9} \cdot 1,5^{0,5}} \cdot 0,5 = 7,3.$$

4. Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 7,3}{\pi \cdot 10} = 232 \text{ об/мин.}$$

Принимаем частоту вращения станка $n_{ст} = 200 \text{ об/мин}$.

5. Крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot P^y \cdot K_p, \quad (1.27)$$

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

$K_p = K_{мп} = 1$;

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,013 \cdot 10^{1,4} \cdot 1,5^{1,5} \cdot 1 = 6 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

6. Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n_{ст}}{9750} = \frac{6 \cdot 200}{9750} = 0,14 \text{ кВт.}$$

7. Основное время [17]:

$$T_o = \frac{L + L_{всп}}{n \cdot P} \cdot i, \quad (1.28)$$

где $L = l + l_1$ – длина обработки;

$l_1 = 3P = 3 \cdot 1,5 = 4,5 \text{ мм}$ – длина врезания;

$$L = 25 + 4,5 = 29,5 \text{ мм}$$

$$L_{всп} = L = 29,5 \text{ мм};$$

$$T_o = \frac{29,5 + 29,5}{200 \cdot 1,5} \cdot 2 = 0,42 \text{ мин.}$$

Режимы резания на остальные переходы сносим в таблицу 1.16

Таблица 1.16 - Режимы резания

Наименование перехода	t, мм	S, мм/о б/мм/ мин	V, м/мин	n, об/мин	P _Z , Н	N, кВт	T _o , мин
1	2	3	4	5	6	7	8
2. Фрезеровать плоскость в размер 28,7 _{-0,5} мм.	1	-/960	100,5	200	872	1,43	0,49
3. Центровать 8 отв.	3	0,38	23,5	800	-	-	0,26
5. Сверлить два отв. Ø7,8H13 на проход.	3,9	0,32	16,5	630	-	0,45	0,26
8. Нарезать резьбу M10-7H в четырех отверстиях на глубину 18 мм	0,75	1,5	7,3	200	-	-	1,24
9. Обработать плоскость механической щеткой	0,3	0,2	21м/с	2500	-	-	0,75

Суммарное основное время на операцию:

$$\Sigma T_o = 5,55 \text{ мин}$$

Операция 010 Вертикально-фрезерная

Расчет режимов резания аналогичен операции 005. Результаты сведены в таблицу 1.17.

Таблица 1.17 – Режимы резания

Наименование перехода	t, мм	S, мм/об/м м/мин	V, м/мин	n, об/мин	P _Z , Н	N, кВт	T ₀ , мин
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Фрезеровать бо-бышку в размер 150h14	3	-/400	79	160	1711	2,2	0,1
2. Фрезеровать уступы в размер 27,5h10	1	-/960	62,8	500	-	2,85	0,28
3. Центровать отв.	3	0,38	23,5	800	-	-	0,04
4. Сверлить отверстие Ø18,5 ^{+0,3} на проход	9,25	0,5	36,6	630	-	2,7	0,07
5. Нарезать резьбу M20x1,5-7H на проход	0,75	1,5	10	160	-	-	0,15

Суммарное основное время на операцию:

$$\Sigma T_0 = 0,64 \text{ мин}$$

Операция 015 Плоскошлифовальная

Шлифовать плоскость в размер 27h10

Припуск h=0,5 мм,

1. Определяем скорость круга

$$V_k = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_k}{1000 \cdot 60}, \quad (1.29)$$

где n_к=1460 об/мин частота вращения круга.

$$V_k = \frac{\pi \cdot 450 \cdot 1460}{1000 \cdot 60} = 34,4 \text{ м/с}$$

2. Глубина шлифования t=0,015-0,04 мм [6]

3. Продольная подача шлифовального круга [6]: S=20 м/мин.

4. Определим мощность резания [20]:

$$N = C_N \cdot V_3^r \cdot t^x, \quad (1.30)$$

где C_N=4, r=0.4, x=0,4

$$N = 4 \cdot 20^{0.4} \cdot 0.03^{0.4} = 3.26 \text{ кВт}$$

5. Проверка по мощности

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{пр}}$$

$$N_{\text{пр}} = N_{\text{эл.д.}} \cdot \eta = 15 \cdot 0,85 = 12,75 \text{ кВт}$$

$$3,26 < 12,75$$

Условие выполняется.

6. Определим основное время [7]:

$$T_0 = \frac{L_{\text{ш}} \cdot L \cdot h \cdot K}{1000 \cdot t \cdot S \cdot V_3}, \quad (1.31)$$

где L_ш=40мм - ширина шлифования, мм

L=200мм - длина шлифования, мм

h – припуск на обработку, мм,

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

$$T_o = \frac{40 \cdot 200 \cdot 0,5 \cdot 1,5}{1000 \cdot 0,02 \cdot 20 \cdot 20} \cdot 2 = 1,5 \text{ мин}$$

Механическая обработка крышки редуктора ПЭК 31.113

Обработка крышки редуктора аналогична обработке корпуса редуктора ПЭК 31.112, поэтому режимы резания сведены в нижеследующие таблицы.

Таблица 1.18 – Режимы резания операции 005

Наименование перехода	t, мм	S, мм/об/мин	V, м/мин	n, об/мин	P _Z , Н	N, кВт	T ₀ , мин
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Фрезеровать прибыли в размер 23 ^{+0,5} мм	3,5	400	79	160	1711,8	2,2	1,09
2. Фрезеровать плоскость в размер 28,7 _{-0,5} мм.	1	-/960	100,5	200	872	1,43	0,49
3. Центровать 10 отв.	3	0,38	23,5	800	-	-	0,33
4. Сверлить 6 отверстий Ø11Н14 мм на проход	5,5	0,38	27,6	800	-	-	0,46
5. Сверлить два отверстия Ø10Н 14 на проход	5,5	0,38	27,6	800	-	-	0,1
6. Зенкеровать 2 отверстия Ø10,8Н10 на проход	0,4	0,5	67,8	2000	-	-	0,05
7. Развернуть 2 отверстия Ø11Н9 на проход	0,1	0,5	10	360	-	0,04	0,22
9. Обработать плоскость механической щеткой	0,3	0,2	21м/с	2500	-	-	0,75

Суммарное основное время на операцию:

$$\Sigma T_o = 3,49 \text{ мин}$$

Таблица 1.19 - Режимы резания операции 010

Наименование перехода	t, мм	S, мм/об/мин	V, м/мин	n, об/мин	P _Z , Н	N, кВт	T ₀ , мин
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Фрезеровать бобышку в размер 116h14	3	-/400	79	160	1711	2,2	0,1
2. Фрезеровать уступы в размер 19,5h12	1	-/960	62,8	500	-	2,85	0,28
3. Центровать отв.	3	0,38	23,5	800	-	-	0,04
4. Сверлить отверстие Ø18,5 ^{+0,3} на проход	9,25	0,5	36,6	630	-	2,7	0,07

Продолжение таблицы 1.19

1	2	3	4	5	6	7	8
5. Цековать четыре отверстия Ø24 в размер 2,5 ^{+0,3} мм.	6,5	0,21	37,6	500	-	-	0,1
5. Нарезать резьбу М20х1,5-7Н на проход	0,75	1,5	10	160	-	-	0,15

Суммарное основное время на операцию:

$$\Sigma T_0 = 0,74 \text{ мин}$$

Операция 015 аналогична полностью операции 015 при обработке корпуса ПЭК 31.112.

Механическая обработка корпуса редуктора ПЭК31.112/113

Обработка крышки редуктора аналогична обработке корпуса редуктора ПЭК 31.112, поэтому режимы резания сведены в нижеследующие таблицы.

Таблица 1.20 - Режимы резания операции 015

Наименование перехода	t, мм	S, мм/об/мм/мин	V, м/мин	n, об/мин	P _z , Н	N, кВт	T ₀ , мин
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Сверлить два отв. Ø11,8Н 13 на проход	5,8	0,38	27,6	800	-	-	0,27
2. Развернуть 2 отверстия Ø11Н9 на проход	0,1	0,5	10	360	-	0,04	0,47

Суммарное основное время на операцию:

$$\Sigma T_0 = 0,74 \text{ мин}$$

Таблица 1.21 - Режимы резания операции 020

Наименование перехода	t, мм	S, мм/об/мм/мин	V, м/мин	n, об/мин	P _z , Н	N, кВт	T ₀ , мин
1	2	3	4	5	6	7	8
Позиция 1							
1. Фрезеровать плоскости в размер 22,5 _{-0,3} мм, 13,5 _{-0,3} мм	3,5	-/400	79	160	4372	6,6	1,95
2. Фрезеровать плоскости в размер 22 _{-0,2} мм, 13 _{-0,2} мм	0,5	-/1206	129	500	-	2,85	1,03
3. Фрезеровать проушины Ø40Н14 в размер 99 _{-0,5} мм	2	-/187,6	84,1	500	-	-	0,54

Продолжение таблицы 1.21

1	2	3	4	5	6	7	8
4. Центровать 13 отв.	3	0,38	23,5	800	-	-	0,52
5. Сверлить 9 отв. Ø8,43 ^{+0,3} : 5отв. на про- ход, 4отв. на глубину 28 мм	4,22	0,32	16,7	630	1620	0,45	1,34
6. Сверлить 4 отв. Ø4,95 ^{+0,26} в размер 24 мм	2,48	0,18	16	1000	-	-	0,24
7. Нарезать резьбу М6- 7Н в четырех отв.	0,5	1	7	315	-	-	0,23
8. Нарезать резьбу М10- 7Н в девяти отв.	0,75	1,5	7,3	200	-	-	2,2
9. Расточить три отвер- стия Ø86 _{-0,5}	4	0,15	84,8	315	8345	2,12	2,94
10. Обработать плос- кость механической щеткой	0,3	0,2	21м/ с	2500	-	-	0,6
Позиция 2 (повернуть стол на 180°)							
11. Фрезеровать плоско- сти в размер 125,8 _{-0,5} мм, бобышки в размер 14,5 _{-0,2} мм и проушины в размер 14,5 _{-0,2} мм	3,5	-/400	79	160	4372	6,6	2,66
13. Центровать 14 отв.	3	0,38	23,5	800	-	-	0,56
14. Сверлить 4 отв. Ø8,43 ^{+0,33} длиной 28 мм	4,22	0,32	16,7	630	1620	0,45	1,62
15. Сверлить 8 отв. Ø4,95 ^{+0,26} длиной 24 мм	2,48	0,18	16	1000	-	-	5,94
16. Сверлить 2 отв. Ø17Н14 мм на проход	8,5	0,5	36,6	630	-	2,7	0,23
17. Нарезать резьбу М10- 7Н четырех отверстиях на глубину 18мм	0,75	1,5	7,3	200	-	-	0,98
18. Нарезать резьбу М6- 7Н в восьми отверстиях на глубину 15мм	0,5	1	7	315	-	-	0,46
19. Расточить 3 отв. Ø86. 0,5	4	0,15	84,8	315	8345	2,12	2,94
20. Расточить 3 отв. Ø88,5 _{-0,5}	1,25	0,15	87,5	315	-	-	2,94
21. Расточить 3 отв. Ø90Н7 окончательно	0,75	0,1	141	500	-	-	1,5
22. Обработать плос- кость механической щеткой	0,3	0,2	21м/ с	2500	-	-	0,6

Суммарное основное время на операцию:

$$\Sigma T_0 = 32,02 \text{ мин}$$

Операция 025 Резьбонарезная

$$T_0 = 0,49 \text{ мин}$$

1.5 Конструкторская часть

1.5.1 Проектирование сверлильно - фрезерно-расточного приспособления

1.5.1.1 Описание конструкции приспособления

Для операции 020 спроектировано специальное приспособление. Приспособление предназначено для базирования и закрепления корпуса редуктора в сборе на сверлильно-фрезерно-расточном станке.

Приспособление устанавливается на столе станка, выставляется на установочной плоскости, крепится болтами в пазах стола, базирясь на шпонки 23. Для транспортировки приспособление имеют рым – болты 28.

Приспособление состоит из плиты 8, на которой расположены стойки 11 и 12 с установочными пальцами 24, 25 и пластинами 7. Зажим детали осуществляется двумя прихватами 27, которые взаимодействуют с поршнями. Движение поршней осуществляется за счёт работы пневмоцилиндров 2. Деталь устанавливается на установочные пальцы по отверстию, зажимается двумя прихватами.

По шлангу через обратный клапан 1 подается сжатый воздух. По трубопроводу сжатый воздух поступает в пневмоцилиндры. Шток приводит в действие клиноплунжерный механизм, а он в свою очередь воздействует на прихват, который зажимает заготовку.

4.1.2 Силовой расчет приспособления

Расчетная схема приспособления приведена на рисунке 1.10. Все осевые усилия резания будут восприниматься установочными пальцами. Поэтому рассматриваем случай, когда силы резания будут отрывать заготовку от опор – растачивание отверстий, а силы прижима навстречу этим силам.

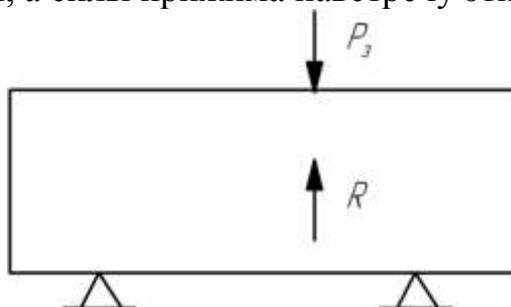


Рисунок 1.10 Схема сил зажима

Сила зажима при обработке для пневматических приспособлений [21]:

$$P = P_z \cdot K, \quad (1.32)$$

где K – коэффициент запаса, учитывающий нестабильность силовых воздействий на заготовку

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (1.33)$$

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;

$K_3 = 1,2$ – характеризует увеличение сил резания при прерывистом резании;

$K_4 = 1,3$ – т. к. зажим ручной;

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

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

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 3,7.$$

$$P_z = 8345 \text{ Н.}$$

$$P = 8345 \cdot 3,7 = 30876,5 \text{ Н}$$

Для прижатия детали используют два прихват, на каждый из которых (без учета расстояния между точкой приложения силы резания и силы прижима)

$$P_z = 15348,25 \text{ Н.}$$

Определим силу, которая должна действовать на толкателе (рисунок 1.11)

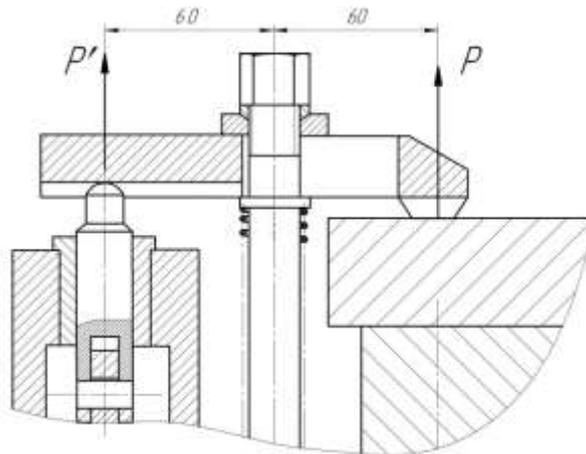


Рисунок 1.11 Схема сил

Момент сил относительно шпильки:

$$P' \cdot 60 = P \cdot 60$$

Тогда: $P' = P = 15348,25 \text{ Н.}$

Усилие, которое необходимо развить на штоке пневмоцилиндра (рисунок 4.3):

$$Q = P' \cdot \frac{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi'_{\text{инп}}) + \operatorname{tg}\varphi'_2}{1 - \operatorname{tg}(\alpha + \varphi'_{\text{инп}}) \cdot \operatorname{tg}\varphi'_3}, \quad (1.34)$$

где α - угол клина;

φ'_2 и φ'_3 - углы трения на клине;

$\operatorname{tg}\varphi'_{\text{инп}} = \operatorname{tg}\varphi'_1 \cdot \frac{d}{D}$ - приведенный угол трения.

$$\varphi'_2 = \operatorname{arctg}f'_2 \quad \varphi'_3 = \operatorname{arctg}f'_3 \quad \varphi'_{\text{инп}} = \operatorname{arctg}f'_1 \cdot \frac{d}{D}$$

Коэффициент трения $f = 0,1$. Тогда $\varphi'_2 = \varphi'_3 = 5,71^\circ$, $\varphi'_{\text{инп}} = \operatorname{arctg}0,1 \cdot \frac{10}{30} = 1,9^\circ$

Сила, необходимая для закрепления детали:

$$Q = 15348,25 \cdot \frac{\operatorname{tg}(6 + 1,9) + \operatorname{tg}5,71}{1 - \operatorname{tg}(6 + 1,9) \cdot \operatorname{tg}5,71} = 11420,8 \text{ Н}$$

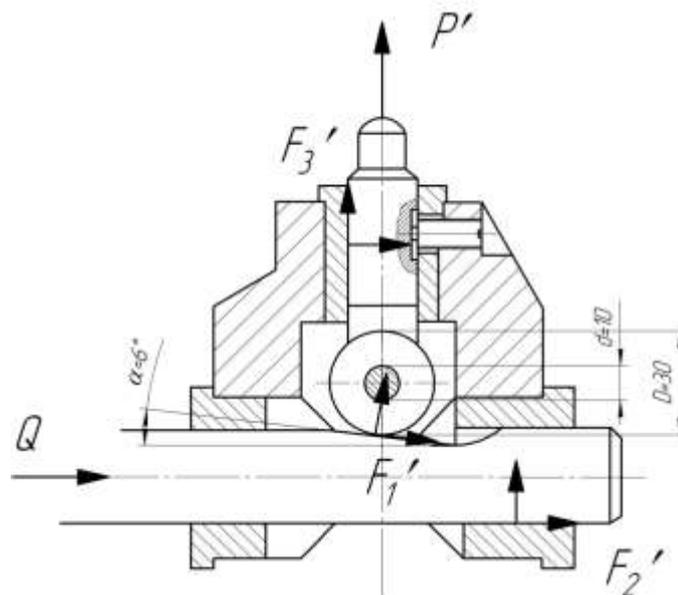


Рисунок 1.12 Сила на штоке цилиндра

Рассчитываем диаметр пневмоцилиндра [21]:

$$D = 1.13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p}} = 1.13 \cdot \sqrt{\frac{11420,8}{0,4 \cdot 10^6}} = 0,19 \text{ м}$$

Принимаем цилиндр с диаметром поршня 120мм.

4.1.3 Расчет приспособления на точность

Точность приспособления определяется по формуле:

$$\delta_{\text{прис}} = \sqrt{\delta_{\text{б}}^2 + \delta_{\text{уст}}^2 + \delta_{\text{зак}}^2}, \quad (1.35)$$

где $\delta_{\text{б}}$ - погрешность базирования детали;

$\delta_{\text{уст}}$ - погрешность установки детали в приспособление;

$\delta_{\text{зак}}$ - погрешность закрепления детали.

$$\delta_{\text{б}} = \Delta + \text{ITD} + \text{ITdn}, \quad (1.36)$$

где Δ - гарантированный диаметральный зазор между базой заготовки и жестким цилиндрическим пальцем;

ITD, ITdn - допуски детали и пальца на диаметр;

ITD=0,015мм;

ITdn= - 0,015 - (- 0,036)=0,021мм;

$\Delta = 0,013$ мм; $\delta_{\text{ба}} = 0,013 + 0,022 + 0,015 = 0,05$ мм;

$\delta_{\text{уст}}$ - 0,05мм - половина допуска на плоскостность установочной поверхности;

$\delta_{\text{зак}} = 0,05$ мм - половина допуска на перпендикулярность направляющей поверхности.

$$\delta_{\text{прис}} = \sqrt{0,05^2 + 0,05^2 + 0,06^2} = 0,09 \text{ мм.}$$

Точности приспособления достаточно.

1.6 Организационная часть

1.6.1 Нормирование технологического процесса механической обработки

Основной задачей технического нормирования является установление затрат времени для выполнения определенного объема работ. Техническая норма времени на обработку заготовки является одним из основных параметров для расчета стоимости изготовления детали, числа производственного оборудования, заработной платы рабочих и планирования производства.

Технические нормы времени в условиях мелкосерийного производства устанавливаются расчетно-аналитическим путем.

Норма штучного времени:

$$T_{шт} = T_o + T_v + t_{отд} + t_{обсл}, \quad (1.37)$$

где T_o - основное время на обработку одной детали, мин

T_v - вспомогательное время, мин

$t_{отд}$ - время на отдых и личные надобности, %

$t_{обсл}$ - время на техническое обслуживание рабочего места, %

Для операций с ЧПУ:

$$T_{шт} = (T_{пу} + T_v \cdot K_{t_v}) \times \left(1 + \frac{A_{орг} + A_{тех} + A_{отд}}{100}\right) \quad (1.38)$$

где $T_{пу} = T_o + T_{мв}$ - время цикла автоматической работы станка по программе, мин;

$T_{мв}$ - машинно - вспомогательное время по программе, мин;

K_{t_v} - поправочный коэффициент вспомогательного времени;

$A_{орг}$ - время на организационное обслуживание рабочего места, %;

$A_{тех}$ - время на техническое обслуживание рабочего места, %;

$A_{отд}$ - время на отдых и личные надобности, %.

$$T_v = t_{уст} + t_{пер} + t_{изм}, \quad (1.39)$$

где $t_{уст}$ - вспомогательное время на установку и снятие детали, мин;

$t_{пер}$ - вспомогательное время, связанное с выполнением операции, мин;

$t_{изм}$ - вспомогательное время на контроль детали, мин.

Оперативное время в минутах:

$$T_{оп} = T_o + T_v, \quad (1.40)$$

Время на организационное и техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности исчисляется в процентах от оперативного времени.

Штучно - калькуляционное время в минутах определяется по формуле:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{п-з}}{n}, \quad (1.41)$$

где $T_{п-з}$ - подготовительно - заключительное время, мин

n - число деталей в партии, шт ($n=67$ шт).

Подготовительно – заключительное время $T_{п-з}$ учитывает время, затраченное на подготовку и наладку станка на обработку партии деталей, получение необходимой технологической оснастки, документации, а также сдачу обработанных деталей, документации и оснастки.

Нормы времени выбираем из источника [10].

Для сборочных работ нормирование ведется в соответствии с [32]: карты 3 ($\alpha_{орг}$, $\alpha_{тех}$), 4, 11 (переместить изделие), 23 (протереть изделие, отложить ве-тошь), 38 (совместить отв. на деталях), 26 (положить в тару), 56 крепить болта-ми), 20 (смазать штифты маслом), 18 (штифтовать), 86 (вывернуть болты).

Результаты нормирования по операциям обработки и сборки сведены в таблицу 1.22.

Таблица 1.22 – Нормирование технологического процесса

Номер операции	$t_{пу}$, МИН	$t_о$, МИН	$t_в$, МИН	$t_{обс} + t_{отд}$, МИН	$t_{шт}$, МИН	$t_{п-з}$, МИН	$t_{шт-к}$, МИН
1	2	3	4	5	6	7	8
Корпус ПЭК 31.112							
005	7,73	5,55	3,47	1,14	12,34	42,9	12,98
010	1,14	0,64	1,57	1,09	3,8	42,5	4,43
015		1,5	0,8	1,12	3,42	28	3,84
Крышка ПЭК 31.113							
005	5,89	3,49	3,47	1,14	10,5	42,9	11,14
010	1,16	0,74	1,57	1,09	3,82	38,8	4,4
015		1,5	0,8	1,12	3,42	28	3,84
Корпус редуктора ПЭК 31.112/113							
005		4,71		1,12			5,83
010		0,74	1,37	1,09	3,2	23,4	3,55
015		1,41		1,12			1,59
020	41,6	32,02	24,91	3,21	69,72	60,2	70,62
025		0,49	0,97	0,93	2,39	2,3	2,42

5.2 Расчет потребного количества оборудования и коэффициентов его загрузки

Расчёт потребного количества оборудования и коэффициентов его загрузки

$$C_p = \frac{t_{шт-к} \cdot N}{60 \cdot F_d}, \quad (1.42)$$

Полученное значение округляем в большую сторону до ближайшего целого числа.

Коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{C_p}{C_{п}}, \quad (1.43)$$

где C_{Π} – принятое количество станков на операции, шт.
 Результаты расчёта приведены в таблице 1.23.

Таблица 1.23 – Количество оборудования на операцию

№	Операция	$t_{шт-к},$ мин	C_p	C_{Π}	K_3
Корпус ПЭК 31.112, Крышка ПЭК 31.113					
005	Фрезерно-сверлильно-расточная	24,12	0,28	1	0,28
010	Фрезерно-сверлильно-расточная	8,83	0,1	1	0,1
015	Плоскошлифовальная	7,68	0,1	1	0,1
Корпус редуктора ПЭК 31.112/113					
010	Сверлильная	3,55	0,04	1	0,04
020	Сверлильно-фрезерно-расточная	70,62	0,83	1	0,83
025	Резьбонарезная	2,42	0,03	1	0,03

Для выполнения 005 и 010 операций при изготовлении крышки и корпуса по отдельности можно принять один станок. Тогда коэффициент загрузки станка ГФ2171С6 повысится до 38%.

Средний коэффициент загрузки $K_{зо. ср.} = 27,6\%$.

Уточняем серийность производства по коэффициенту закрепления операций:

$$K_{зо} = F_d \cdot 60 / N \cdot T_{шт-к. ср.} = 1984 \cdot 60 / 1400 \cdot 7,42 = 11,45$$

Мелкосерийный тип производства.

Трудоемкость изготовления детали на каждой операции на годовую программу определяется как

$$T = \frac{T_{шт.к} \cdot N}{60} \quad (1.44)$$

$$T_{005} = \frac{24,12 \cdot 1400}{60} = 562,8 \text{ н.ч.}; \quad T_{010} = \frac{3,55 \cdot 1400}{60} = 82,8 \text{ н.ч.};$$

$$T_{010} = \frac{8,83 \cdot 1400}{60} = 206,03 \text{ н.ч.}; \quad T_{020} = \frac{70,62 \cdot 1400}{60} = 1647,8 \text{ н.ч.}$$

$$T_{015} = \frac{7,68 \cdot 1400}{60} = 179,2 \text{ н.ч.}; \quad T_{025} = \frac{2,42 \cdot 1400}{60} = 56,5$$

Общая трудоемкость:

$$T = \sum_{i=1}^{12} T_i = 562,8 + 206,03 + 179,2 + 82,8 + 1647,8 + 56,5 = 2736,13 \text{ н.ч.}$$

1.6.3 Определение численности рабочих

Численность основных рабочих определяем по таблице 1.23, исходя из вида работ:

$$C_{осн} = 5 \text{ чел.}$$

- 1) вспомогательные рабочие [33]:

$$\mathcal{C}_{\text{всп}} = \mathcal{C}_{\text{осн}} \cdot \frac{k_{\text{всп}}}{100}, \quad (1.45)$$

где $k_{\text{всп}} = 60\%$ - коэффициент численности вспомогательных рабочих.

$$\mathcal{C}_{\text{всп}} = 5 \cdot \frac{60}{100} = 3 \text{ чел.}$$

2) специалисты [33]:

$$\mathcal{C}_{\text{спец}} = (\mathcal{C}_{\text{осн}} + \mathcal{C}_{\text{всп}}) \frac{k_{\text{спец}}}{100}, \quad (1.46)$$

где $k_{\text{спец}} = 8 \dots 12\%$ - коэффициент численности специалистов.

$$\mathcal{C}_{\text{спец}} = (5 + 3) \frac{12}{100} = 0,96$$

Численность специалистов принимаем равной 1 чел.

3) Служащие [33]:

$$\mathcal{C}_{\text{служ}} = (\mathcal{C}_{\text{осн}} + \mathcal{C}_{\text{всп}} + \mathcal{C}_{\text{спец}}) \frac{k_{\text{служ}}}{100}, \quad (1.47)$$

где $k_{\text{служ}} = 2 \dots 4\%$ - коэффициент численности служащих.

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

Численность служащих принимаем равной 1 чел.

4) Руководители [33]:

$$\mathcal{C}_{\text{рук}} = (\mathcal{C}_{\text{осн}} + \mathcal{C}_{\text{всп}} + \mathcal{C}_{\text{спец}} + \mathcal{C}_{\text{служ}}) \frac{k_{\text{рук}}}{100}, \quad (1.48)$$

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

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

Численность руководителей принимаем равной 1 чел.

Общая численность работников подразделения составляет

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

2 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Студент гр. 10А61

(Подпись)

М.К. Марцева

(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 ПЭК 31.112/113) при заданном объёме производства 1400шт. 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, 010	ГФ2171С6	380000	1	380000
015	ЗБ722	200000	1	200000
010	2М55	250000	1	250000
020	2206ВМФ4	1200000	1	1200000
025	РН-24	80000	1	80000
Всего:				2110000

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.

$$K_{во} = K_{то} \times 0,30 = 2110000 \times 0,3 = 633000 \text{ руб.}$$

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.)

$$K_{\text{ин}} = K_{\text{то}} \times 0,15 = 2110000 \times 0,15 = 316500 \text{ руб.}$$

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, м^2 ;

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

T – отчетный период ($T=12$ мес.)

$$C_{\text{п}}^{\text{II}} = (120 \cdot 150 + 60 \cdot 150) \cdot 12 = 324000 \text{ руб.}$$

2.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах

Данные средства рассчитываются по формуле:

$$K_{\text{пзм}} = \frac{N_{\text{м}} \times N \times C_{\text{м}}}{360} \times T_{\text{обм}} = \frac{19,37 \times 1400 \times 35}{360} \times 30 = 79094 \text{ руб.}$$

где $N_{\text{м}}=19,37$ кг/ед - норма расхода материала;

$N=1400$ шт - годовой объем производства продукции;

$C_{\text{м}}=35$ - цена материала чугун СЧ20, $\text{руб.}/\text{кг}$;

$T_{\text{обм}}$ - 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, 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:

$$k_{\text{г}} = (k_{\text{м}} + 1) \times 0,5 = (0,83 + 1) \times 0,5 = 0,915.$$

$$C' = \frac{19,37 \times 35}{0,83} = 816,8, \text{ руб.}$$

$$K_{\text{нзп}} = \frac{1400 \times 0,5 \times 816,8 \times 0,915}{360} = 1453,2 \text{ руб.}$$

2.1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции

Стоимость запаса готовой продукции определяется по формуле:

$$K_{\text{гп}} = \frac{C' \times N}{360} \times T_{\text{гп}} = \frac{816,8 \times 1400}{360} \times 30 = 95293,33 \text{ руб.}$$

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:

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

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

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

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.

$$V_{\text{рп}} = 816,8 \times 1400 \times (1 + 15/100) = 1315048 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{дз}} = \frac{1315048}{360} \times 10 = 36529,1 \text{ руб.}$$

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.

$$C_{\text{обс}} = K_{\text{пзм}} \times 0,10 = 79094 \times 0,10 = 7909,4 \text{ руб.}$$

2.2 Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции

2.2.1 Основные материалы за вычетом реализуемых отходов

Затраты на основные материалы ($C_{\text{м}}$) рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{м}} = N \cdot (C_{\text{м}} \cdot H_{\text{м}} \cdot K_{\text{тзр}} - C_0 \cdot H_0), \quad (2.7)$$

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

C_0 – цена возвратных отходов, руб/кг;

H_0 – норма возвратных отходов кг/шт;

Норма возвратных отходов определяется:

$$H_0 = m_3 - m_0 = 19,37 - 14,1 = 5,27 \text{ кг,}$$

где m_3 и m_0 – масса заготовки и изделия соответственно, кг.

$$C_{\text{м}} = 1400 \times (35 \times 14,1 \times 1,04 - 35 \times 5,27) = 460306 \text{ руб.}$$

Таблица 2.2 - Затраты на основные материалы

№ детали	Затраты на материалы, руб.	Возвратные отходы, руб.	C_{mi} , руб.
ФЮРА А61090.001	718536	258230	460306
Всего:			460306

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:

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

где m – количество операций технологического процесса;

t_{umi} - 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_{umi} , мин	Разряд	Количество	$C_{чacj}$, руб.	C_{zoi} , руб
Оператор станков с ЧПУ	30,46	4	1	132,6	183774,32
Шлифовщик	6,84	3	1	118,6	36910,69
Сверловщик	3,2	3	1	118,6	17268,16
Оператор станков с ЧПУ	69,72	4	1	132,6	420641,68
Фонд заработной платы всех рабочих					643054,85

2.2.3 Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих

Отчисление на социальные нужды:

$$C_{oco} = C_{zo} \times (\alpha_1 + \alpha_2) = 643054,85 \times (0,26 + 0,4) = 424416,2 \text{ руб.}$$

где α_1 - обязательные социальные отчисления ($\alpha_1 = 0,26$), руб/год

α_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:

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

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:

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

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 _i , руб.	a _{ni} , %	F _{дi} , ч	K _{зоi} , руб.	A _{оп} , руб.
005, 010	380000	8,3	1987	0,38	603,2
015	200000	8,3	1987	0,1	83,5
010	250000	8,3	1987	0,04	41,8
020	1200000	8,3	1987	0,83	4160,4
025	80000	8,3	1987	0,03	10,02
Вспомог. оборуд.	633000	5,3	1987	0,13	2332,3
Амортизационные отчисления для всех станков (A _ч)					7231,22

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

Отчисления в ремонтный фонд рассчитываются по формуле:

$$C_p = (K_{то} + K_{во}) \cdot k_{рем} + C_{п} \cdot k_{з.рем}, \quad (2.10)$$

$$C_p = (2110000 + 633000) \cdot 0,005 + 324000 \cdot 0,05 = 29915 \text{руб.}$$

2.2.6 Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования

2.2.6.1 Затраты на СОЖ определяются по формуле:

$$C_{СОЖ} = n \times N \times g_{ох} \times ц_{ох} = 5 \times 1400 \times 0,03 \times 33 = 6930 \text{руб.}$$

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

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

n – количество станков.

2.2.6.2 Затраты на сжатый воздух рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{возд}} = \frac{g_{\text{возд}} \times \Pi_{\text{возд}} \times N_{\Gamma}}{60} \times \Sigma t_{o_i} = \frac{0,7 \times 0,75 \times 1400}{60} \times 82,79 = 646,68 \text{ руб.}$$

где $g_{\text{возд}}$ – расход сжатого воздуха, $g_{\text{возд}} = 0,7 \text{ м}^3/\text{ч}$;
 $\Pi_{\text{возд}}$ – стоимость сжатого воздуха, $\Pi_{\text{возд}} = 0,75 \text{ руб.}$

2.2.7 Затраты на силовую электроэнергию

Расчёт затрат на электроэнергию:

$$C_{\text{чЭ}} = \sum_{i=1}^m N_{y_i} \times F_{\text{д}} \times K_{\text{N}} \times K_{\text{вр}} \times K_{\text{од}} \times \frac{K_{\omega}}{\eta} \times \Pi_{\text{Э}}, \quad (2.11)$$

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

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

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

K_{ω} – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети завода, принимаем $K_{\omega} = 1,06$;

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

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

Таблица 2.5 - Затраты на электроэнергию технологического процесса

№ операции	N_{y_i} , кВт	$K_{\text{вр}}$	$C_{\text{чЭ}}$, руб
005, 010	11	0,38	25668,1
015	10	0,1	6140,68
010	5	0,04	1228,13
025	22	0,83	112128,8
035	3,2	0,03	589,51
Затраты на электроэнергию для всех операций			145755,22

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) $K_{\text{ин}} = 15825 \text{ руб.}$ и включим в себестоимость произведенной продукции.

2.2.9 Расчет заработной платы вспомогательных рабочих

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{звр}} = \sum_{i=1}^k C_{\text{змj}} \times \text{Ч}_{\text{врj}} \times 12 \times k_{\text{nj}} \times k_{\text{рj}} \times k_{\text{y}}, \quad (2.12)$$

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

где k – количество вспомогательных рабочих;

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

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

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

k_{pj} – районный коэффициент ($k_{pj} = 1,3$);

k_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

$$C_{\text{зауп}} = \sum_{i=1}^k C_{\text{зм}j} \times Ч_{\text{ауп}j} \times 12 \times k_{pj} \times k_{\text{нд}j} \times k_y, \quad (2.13)$$

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

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

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

$k_{\text{нд}j}$ – 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:

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

$$C_{\text{проч}} = 1091,27 \times 1400 \times 0,7 = 1069443,94, \text{ руб.}$$

где $ПЗ$ – прямые затраты единицы продукции, руб.

2.3 Экономическое обоснование технологического проекта

Таблица 2.6 - Смета затрат по экономическим элементам

Затраты	Сумма, руб./ед	Сумма, руб./год
1	2	3
Прямые затраты:	1091,27	1527777,05
основные материалы за вычетом реализуемых отходов	328,79	460306
заработная плата производственных рабочих	459,32	643054,85
отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих	303,15	424416,2
Косвенные затраты:	1315,15	1841220,06
амортизация оборудования предприятия	5,17	7231,22
арендная плата эксплуатируемых помещений	231,43	324000
отчисления в ремонтный фонд	21,37	29915
вспомогательные материалы на содержание оборудования	5,41	7576,68
затраты на силовую электроэнергию	104,11	145755,22
износ инструмента	11,3	15825
заработная плата вспомогательных рабочих	97,78	136890
отчисление на социальные цели вспомогательных рабочих	25,42	35591,4
заработная плата административно-управленческого персонала	39,11	54756
отчисление на социальные цели административно-управленческого персонала	10,17	14236,6
прочие расходы	763,89	1069443,94

При годовой программе выпуска (1400шт.) изделия ПЭК 31.112/113 и разработанном технологическом процессе себестоимость изделия составляет 2406,42 руб. При реализации изделия по цене 2888 руб. предполагаемая прибыль составит 674212руб. при заданной программе выпуска, что говорит о рентабельности капитальных вложений и безубыточности производства.

3 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Студент гр. 10А61

(Подпись)

М.К. Марцева

(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 ходе технологического процесса обрабатывается корпус редуктора погружника в сборе ПЭК 31.100СБ.

Материалом корпуса является чугун СЧ-40 ГОСТ1412-85, масса заготовки – 9,2кг каждая половина (крышка и корпус).

Корпус изготавливается на сверлильно-фрезерно-расточном, фрезерном, сверлильном и шлифовальном оборудовании. Данные операции характеризуются большим выделением:

- стружки, поэтому необходимо предусмотреть мероприятия по удалению стружки из рабочей зоны станков;

- тепла, поэтому возникает необходимость применения СОЖ

Обработка в основном ведётся на станках с ЧПУ, которые расположены таким образом, чтобы на участке около 50м² максимально уменьшить встречный и перекрещивающийся грузопотоки деталей. Между станками поставлены ограждения от летящей стружки. Рабочие станочники в качестве индивидуальных средств защиты от летящей стружки должны пользоваться очками. Уборка стружки руками запрещена. Если не механизирована уборка стружки, то применяют крючки, щетки.

Участок, на котором изготавливают корпус на базовом предприятии, расположен в пятиэтажном здании цеха. На участке расположено в основном оборудование с ЧПУ. Технологические потоки в цехе направлены вдоль пролета, так как в качестве технологического транспорта используются мостовые опорные краны. Оборудование расположено в порядке выполнения технологических операций обработки, что уменьшает опасность, возникающую при транспортировании детали, так как предусматриваются кратчайшие пути ее перемещения, исключая обратное перемещение.

Основной материал здания - стекло и бетон, участки между собой разделены сеткой колон с железобетонным фундаментом. В здании расположены дверные и оконные проемы, ворота выбраны с учетом возможности проезда грузового автотранспорта и пожарных машин, размеры ворот 4,0×3,0, тип ворот - распашные. Двери, ворота и технологические проемы цеха оборудуют воздушными и воздушно - тепловыми завесами (с подогревом или без подогрева воздуха), которые защищают людей в зимний период от охлаждения, проникающего в цех холодного воздуха.

3.2 Выявление и анализ вредных производственных факторов на рабочем месте (участке)

Вредные факторы - производственные факторы, воздействие которых может привести к ухудшению состояния здоровья, к профессиональному заболеванию.

Вредные факторы подразделяются на физические, химические, биологиче-

ские, психофизиологические.

К физическим факторам в свою очередь относятся: запыленность воздуха рабочей зоны, вибрации, акустические колебания, статическое электричество, электромагнитные поля и излучения и другие различные излучения, электрический ток, движущие механизмы, падающие предметы, острые кромки, повышенная или пониженная температуры, загазованность рабочей зоны, запыленность рабочей зоны.

К химическим – попадание ядов на кожные покровы и слизистые оболочки, попадание ядов в желудочно-кишечный тракт.

К биологическим – смазочно-охлаждающие жидкости.

К психофизиологическим – физические перегрузки, нервно- психические перегрузки: умственное утомление, перенапряжение анализаторов, монотонность труда, эмоциональные перегрузки.

При обработке корпуса выявлены следующие вредные факторы на рабочем месте.

3.2.1 Шум

Неблагоприятно влияет на человека. Представляет собой беспорядочное сочетание звуков различной интенсивности и частоты. При длительном воздействии шума нарушаются функции не только слухового аппарата, но и центральной нервной системы, сердечно – сосудистой и других физиологических систем организма человека.

Согласно ГОСТ 12.1.003-83, уровни звука не должны превышать: в помещениях конструкторских бюро – 50 дБ; в помещениях управления, рабочих комнатах – 60 дБ; в помещениях точной сборки – 65 дБ; на постоянных рабочих местах и в рабочих зонах производственных помещений – 80 дБ.

Окружающие человека шумы имеют разную интенсивность: разговорная речь – 60 дБ, шум от работы станков 80 – 90 дБ, шум от движения транспорта 70 – 80 дБ.

На данном участке источником шума является работа станка, обработка металла резанием. Интенсивность шума колеблется в пределах 90 – 100 дБ, что является неблагоприятно для работы.

Предельно – допустимый уровень шума на рабочих местах установлен СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

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 85 Дб. 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 действию на организм человека вибрацию подразделяют на общую (передается по всему телу) и локальную (передается только на руки рабочего).

Систематическое воздействие вибраций может быть причиной вибрационной болезни – стойких нарушений физиологических функций организма, обусловленных воздействием вибраций на центральную нервную систему. Эти нарушения проявляются в виде головных болей, головокружении, плохого сна, пониженной работоспособности, плохого самочувствия.

Предельно- допустимая норма вибрации:

- общая – 92 дБ;
- локальная – 120 дБ.

Предельно-допустимый уровень вибрации на рабочих местах установлен СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий».

Также 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.

При выполнении основной обработки для изготовления данной детали, используются станки с ЧПУ, что ограничивает время контакта рук оператора с органами управления работающего станка, то есть основным видом вибрации на рабочих местах является общая вибрация. В общем, значение вибрации не превышает предельно – допустимого значения, оно колеблется в пределах 80 – 90 дБ. На крупных шлифовальных станках предусмотрены виброгасители, устанавливаемые вместе со станками.

Для уменьшения уровня вибрации применяют виброизоляцию. Между источником и объектом помещаются упругие элементы – амортизаторы. Предельно допустимая норма вибраций (уровень виброскорости) по СН 2.2.4/2.1.8.566-96 или ГОСТ12.1.012-78:

- общая – 92 дБ, для средней частоты октавных полос – 16; 31,5; 63Гц;
- общая – 93 дБ, для средней частоты октавной полосы – 8Гц;
- общая – 99 дБ, для средней частоты октавной полосы – 4Гц;
- общая – 108 дБ, для средней частоты октавной полосы – 2Гц;
- местная – 124 дБ.

По паспортным данным уровень вибрации на оборудовании, применяемом в проектируемом технологическом процессе, не превышает 87 дБ, что не превышает предельно допустимого уровня.

3.2.3 Смазочно-охлаждающие технологические средства (СОТС).

В результате механического разбрызгивания и испарения компоненты СОЖ поступают в воздух, вызывая раздражение органов дыхания, легочной ткани, а также неблагоприятно воздействуют на другие системы организма. Взаимодействие СОЖ с кожей рук приводит к возникновению различных кожных заболеваний.

На СОЖ, применяемые для обработки резанием, необходимо иметь соответствующее разрешение. Состав СОЖ на водном растворе, их антимикробная защита и пастеризация должны содержаться и производиться в строгом соответствии с ГОСТ 12.3.025-80. Допустимая концентрация вредных веществ для здоровья человека соответствует ГОСТ 12.0.004-79.

В настоящее время насчитывается более 500 вредных примесей, загрязняющих атмосферу. Самые распространенные из них – оксид углерода CO (5,7%), диоксид серы SO₂ (13,3%), оксиды азота NO_x (6,5%), углеводороды C_nH_m (3.3%), и пыль (27%). Кроме приведенных выше веществ и пыли в атмосферу выбрасываются и более токсичные вещества (серная, хромовая и минеральная кислоты, органические растворители). В таблице 3.1 указаны химические соединения, подлежащие гигиеническому контролю концентрации в воздухе рабочей зоны при эксплуатации СОТС.

Таблица 3.1 – Химические соединения, подлежащие контролю

Класс СОТС	Химические соединения, подлежащие контролю	Возможные сопутствующие газовыделения
Водорастворимые СОТС: а) эмульсионные	Аэрозоль масла, окись углерода, триэтанол-амин, нитрит натрия, формальдегид	Сероводород, хлористый водород, трехвалентный хром, альдегиды, высшие спирты, акролеин
б) синтетические	Щелочной аэрозоль, нитрит	Оксиэтилированные спирты
2. СОТС на основе масел	Аэрозоль масла, углеводороды, предельные и непредельные окислы углерода	Сероводород, хлористый водород, триэтанол-амин, нитрит натрия, трехвалентный хром, высшие спирты, жирные эфиры, акромин, меркаптаны

В данном технологическом процессе СОТС выбрана, учитывая разрешение 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.

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.

3.2.4 Пыль

При обработке на шлифовальных станках, заточке инструмента на наждачных кругах происходит выделение кварцевой пыли. Так же присутствует пыль, поднимаемая в воздух в результате вращения шпинделя, кругов и других частей станка, продукты распыления и сгорания СОТС. В результате на рабочих местах образуется смешанная пыль. Пыль осаживается в дыхательных путях рабочего, что в итоге может привести к заболеваниям дыхательных путей.

Мероприятия по предупреждению образования пыли:

- станки оборудованы пылеотсасывающими устройствами, присоединенными к групповым отсосам для удаления стружки и пыли с места их образования;
- для улавливания пыли при обработке инструментом, на каждом круге применяем агрегат для очистки воздуха от пыли (графическая часть);
- применение средств индивидуальной защиты: респираторы, защитные очки, специальная одежда;
- регулярная мокрая уборка;
- производственная вентиляция.

Для очистки воздуха от абразивной и металлической пыли, образующейся при работе на шлифовальном станке шлифовальным кругом диаметром 350, 600мм, применяется агрегат для очистки воздуха от пыли. Он работает на принципе инерционной сухой очистки и фильтровании воздуха.

Улавливание пыли происходит в волокнистом струнно-нитяном фильтрующем элементе, состоящем из лавсановых нитей и установленном в цилиндрическом корпусе. Загрязненный воздух через входной патрубок под действием разрежения, создаваемого механизмом вентилятора, поступает в цилиндрический корпус агрегата, где проходит двухступенчатую очистку. Абразивная пыль осаживается в приемном бункере, а очищенный воздух поступает в атмосферу. Регулированием натяжения струн можно изменять его производительность (1350-2600 м³/ч) и эффективность очистки (0,9-0,995). Регенерацию производят не реже одного раза в неделю встряхиванием струн с помощью штока и рукоятки.

3.2.5 Освещение

Производственное освещение предназначено для решения следующих вопросов: оно улучшает условия зрительной работы, снижает утомление, способствует повышению производительности труда, и качества выпускаемой продукции благоприятно влияет на производственную среду, оказывая положительное психологическое воздействие на работающего; повышает безопасность труда и снижает травматизм на производстве.

При недостаточной освещенности и плохом качестве освещения состояние

зрительных функций человека находится на низком исходном уровне, повышается утомление зрения в процессе выполнения работы, возрастает риск производственного травматизма.

С другой стороны, существует опасность отрицательного влияния на органы зрения слишком большой яркости источников света, а так же больших перепадов яркости соседних объектов. Следствием этого является временное нарушение зрительных функций глаза (явление слепимости) со всеми, вытекающими отсюда негативными последствиями, нежелательными как для трудовой деятельности, так и для самого человека.

В то же время рациональное освещение производственных помещений оказывает положительное психофизиологическое воздействие на работающих, способствует повышению производительности труда, обеспечению его безопасности, сохранению высокой работоспособности человека в процессе труда.

К промышленному освещению предъявляются следующие требования:

а) освещение на рабочем месте должно соответствовать зрительным условиям труда согласно строительным нормам СНиП 23-05-95;

б) необходимо обеспечить достаточно равномерное распределение яркости на рабочей поверхности, а также в пределах окружающего пространства;

в) на рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени;

г) в поле зрения должна отсутствовать прямая и отраженная блескость;

д) величина освещенности должна быть постоянной во времени;

е) осветительная установка не должна быть источником дополнительных опасностей и вредностей;

ж) установка должна быть удобной, надежной и простой в эксплуатации.

Существует три вида освещения: общее, местное, комбинированное.

В производственном помещении должно быть обеспечено естественное освещение. Световые проемы не допускается загромождать оборудованием и следует очищать от пыли по мере загрязнения.

На данном участке используется комбинированное освещение, которое соответствует требованиям СНиП 23-05-95. Для освещения общего надзора за эксплуатацией оборудования применяются ртутные лампы СЗ-4-ДРЛ. Для местного освещения применяются люминесцентные лампы ЛБ.

Расчет общего равномерного искусственного освещения рабочей поверхности выполняется методом коэффициента использования светового потока. Применяя этот метод, можно определить световой поток ламп, необходимый для создания заданной освещенности поверхности с учетом света, отраженного стеклами и потолком. Методика расчета изложена в [32].

Величина светового потока лампы:

$$\Phi = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot z}{n \cdot \eta}, \quad (3.1)$$

где Φ - световой поток каждой из ламп, лм;

E - минимальная освещенность, лк;

K - коэффициент запаса;

S - площадь помещения, м²;

- z- коэффициент неравномерности освещения;
- n- число ламп в помещении;
- η- коэффициент использования светового потока.

Величина освещенности E выбирается, исходя из следующих величин (таблица 3.2):

Таблица 3.2 – Показатели освещенности

показатель	характеристика
характеристика зрительной работы	наивысшей точности
наименьший размер объекта различения	менее 0,15 мм
разряд зрительной работы	1
подразряд зрительной работы	Б
контраст объекта с фоном	малый
характеристика фона	средний

Следовательно, величина освещенности должна составлять 4000 Лк, из которых 400 лк – общего освещения.

По таблице 4.8 [32] для помещений со средним выделением пыли коэффициент запаса $K = 1,5$.

Наименьшая высота подвеса светильников над полом находится по таблице 4.7; для светильников СЗ—4ДРЛ равна 3,5 до 4,5м. Принимаем высоту подвеса светильников над полом равной 7м. Следовательно, высота подвеса светильников над рабочей поверхностью составит:

$$h = 7 - 1 = 6 \text{ м.}$$

Расстояние между светильниками $L = \lambda \cdot h$, тогда:

$$\lambda = \frac{L}{h}. \quad (3.2)$$

Из таблицы 4.9, $\lambda = 14$; отсюда $L = 1 \cdot 6 = 6 \text{ м.}$

Наибольшая равномерность освещения имеет место при размещении светильников по углам квадрата. Расстояние от стен помещения до крайних светильников равно $1/3 L = 1/3 \cdot 6 = 2 \text{ м.}$ Тогда расстояние между светильниками по длине и ширине помещения:

$$20 - 4 = 16 \text{ м} \quad 11 - 4 = 7 \text{ м.}$$

$$\lambda_1 = \frac{16}{6} = 2,7 \text{ (принимаем 3)}$$

$$\lambda_2 = \frac{7}{6} = 1,2 \text{ (принимаем 2)}$$

Количество светильников: $n = 5$.

Индекс помещения:

$$i = \frac{S}{h(A + B)}; \quad (3.3)$$

где А, В - стороны помещения, м.

$$i = \frac{220}{6(20 + 11)} = 1,2$$

По таблице 4.14 коэффициент использования светового потока $\eta = 53\%$.

Коэффициент неравномерности освещения $z = 0,9$.

$$\Phi = \frac{400 \cdot 1,5 \cdot 220 \cdot 0,9}{5 \cdot 0,53} = 44830,2 \text{ лм}$$

Принимаем: 5 светильников СЗ-4ДРЛ 1000 Вт ($\Phi = 46000$ лм).

3.3 Выявление и анализ опасных производственных факторов на рабочем месте (участке)

Опасные производственные факторы – такие факторы, воздействие которых может привести к травме, несчастным случаям. Эти факторы создаются открытыми движущимися частями машин, незащищенными приводами и деталями машин, находящимися под электрическим напряжением, разогретыми деталями, стружкой и др.

3.3.1 Электрический ток

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

Электрический ток, проходя через организм человека, производит термическое (ожог), электролитическое (разложение жидкости), механическое (разрыв тканей) и биологическое (раздражение, возбуждение живых тканей) действие. Нормирование – по ГОСТ 12.1.038-82.

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 2,5 метров и диаметром 40 мм.

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 котором 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, как правило, полосовую сталь.

Сущность расчёта защитного сопротивления сводится к определению числа вертикальных заземлителей и длины соединительной полосы [32].

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

Сопротивление одиночного заземлителя R_3 , Ом, вертикально установленного в землю, определяется по формуле:

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

где d – диаметр трубы-заземлителя, см;

ρ_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.

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

Определим сопротивление одиночного заземлителя, вертикально установленного в землю:

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

Определяем требуемое число заземлителей Π , шт. по формуле:

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

где η – 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:

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

где b – ширина полосы, см;

l_n – длина полосы, см;

ρ_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 η_3 – коэффициент использования труб контура, $\eta_3 = 0,8$;

η_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 мощностью до 1кВт должно быть не более 10 Ом.

Размещаем заземление по контуру и соединяем между собой соединительной полосой.

3.3.2 Движущиеся изделия и механизмы

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.

3.3.3 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 пылеотсасывающими систе-

мами. 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

В результате производственной деятельности в воздушную среду могут поступать вредные вещества, которые при контакте с организмом человека могут вызывать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья.

Необходимым условием здорового и высокопроизводительного труда является обеспечение нормальных метеорологических условий и чистоты воздуха рабочей зоны производственных помещений. Микроклимат производственных помещений, т.е. климат внутренней среды этих помещений, определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха.

Для нормальной деятельности организма человека необходимо, чтобы воздух в рабочей зоне был по своему составу близок к атмосферному. Однако, атмосферный воздух, попадая в помещение цеха, изменяет свой состав, загрязняясь примесями вредных газов, паров, пыли, которые появляются в процессе механической обработки. Для поддержания требуемых параметров чистоты воздуха и микроклимата применяют различные виды вентиляции.

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.

По времени действия бывает постоянно действующая и аварийная.

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 3.3

Таблица 3.3 - Основные параметры микроклимата

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/м²
от 25 до 50% - 70Вт/м²
не более 25% - 100Вт/м²

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/м²

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

Правила установления допустимых выбросов вредных веществ в атмосферу – в соответствии с ГОСТ 17.2.3.02-78.

Большую опасность представляет собой загрязнение атмосферы. Выбросы в атмосферу – неотъемлемая часть любого технического процесса.

В человеческий организм вредные вещества могут попасть через дыхательные пути, пищеварительный тракт и кожный покров. Наибольшее значение

имеет поступление их через органы дыхания, потому загрязнение атмосферы представляет для здоровья человека наибольшую опасность. Наряду с органами дыхания, содержащиеся в воздухе вредные вещества, поражают органы зрения и обоняния.

Министерством здравоохранения Российской Федерации установлены предельно-допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе. На величину концентраций вредных примесей в атмосфере влияют метеорологические условия, определяющие перенос и рассеивание примесей в воздухе,

Основной способ защиты атмосферы от промышленной пыли и тумана – применение пыле- и тумано-улавливающего оборудования. Основные группы этого оборудования: сухие пылеуловители, мокрые пылеуловители, электрофильтры, и фильтры.

К сухим пылеуловителям относятся вихревые и радиальные аппараты деления (пыли происходит за счет сил гравитации и инерции).

Мокрые пылеуловители работают по принципу осаждения частиц пыли на поверхности капель или пленки жидкости под действием сил инерции и броуновского движения.

Очистка в электрических фильтрах основана на ударной ионизации газа в зоне ионизирующего разряда. Газы, попадающие в электрофильтр, частично ионизированы и способны проводить ток. Поэтому, попадая между двумя электродами фильтра они осаждаются на них. Фильтры широко применяются в промышленности для очистки вентиляционного воздуха от примесей.

На машиностроительных предприятиях сточные воды очищаются в локальных очистных сооружениях от примесей, характерных для определенного технического прогресса, затем осуществляется очистка общего стока предприятия.

Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воде водоемов санитарно- бытового использования – в соответствии с инструкцией 2932-83. Общие требования к определению загрязняющих веществ почвы – по ГОСТ 17.4.3.03-85.

Отработанные СОЖ необходимо собирать в специальные емкости. Водную фазу СОЖ подвергают очистке до предельно допустимой концентрации или разбавляют. Концентрация нефтепродуктов сточных вод при сбросе их в канализацию должна соответствовать СНиП 32-74.

Большое количество отходов используется в качестве вторичного сырья. В частности, лом и отходы металлов, которые классифицируют по физическим признакам – на группы и марки, по показателям качества – на сорта.

Целесообразность обработки отходов определяется их качеством и степенью использования в производстве. Отходы, не пригодные для переработки и использования в качестве вторичного сырья либо сжигаются, либо вывозятся, и производится их захоронение на полигонах.

3.6 Защита в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация – состояние, при котором в результате возникно-

вения источника чрезвычайной ситуации на объекте определенной территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

Потенциальными источниками чрезвычайных ситуаций на данной территории являются:

1. Природные

1.1 Ураганный ветер, ливневые дожди, которые могут привести к замыканию электропроводки. В этом случае происходит эвакуация людей в безопасное место, отключение электроэнергии.

1.2 При резком повышении или понижении температуры применяются дополнительные источники подогрева, охлаждения, предусмотрены перерывы.

2 Техногенные:

2.1 Утечка хлора или аммиака.

2.2 Пожары на машиностроительных предприятиях представляют большую опасность для работающих и могут причинить огромный материальный ущерб.

Причинами возникновения пожаров в ходе обработки данной детали могут явиться:

-неисправность электрооборудования (короткое замыкание, перегрузки и большие переходные сопротивления);

-самовозгорание промасленной ветоши и других материалов, склонных к самовозгоранию;

-износ и коррозия оборудования.

Согласно ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования» производство можно отнести к категории В – пожароопасные.

Мероприятия по пожарной профилактике:

1. Организационные – правильная эксплуатация машин, правильное содержание зданий, территории, противопожарный инструктаж рабочих и служащих.

2. Технические – соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, вентиляции, освещения.

3. Режимные – запрещение курения в неустановленных местах, производства электросварочных работ в пожароопасных помещениях.

4. Эксплуатационные – своевременные профилактические осмотры, ремонты, и испытания.

Работы по пожаротушению проводят штатные пожарные части, одновременно с тушением пожара эвакуируют людей.

Тушение пожара производится водяными стволами (ручными и лафетными). Для подачи воды используются устанавливаемые на предприятиях и в населенных пунктах водопроводы. Для того чтобы обеспечить тушение пожара в начальной стадии его возгорания, на водопроводной сети установлены внутренние пожарные краны.

Участок оснащен автоматическим средством обнаружения пожара – пожарной сигнализацией. Пожарная сигнализация должна быстро и точно сообщать

щать о пожаре с указанием места его возникновения.

Для эвакуации людей при пожаре на участке имеется два эвакуационных выхода. Удаление дыма из горящего помещения производится через оконные проемы, а также с помощью специальных дымовых люков.

Общие требования к пожарной безопасности – по ГОСТ 12.1.004-85.

Степень стойкости здания, а так же конструктивная и функциональная пожарная опасность регламентирует СНиП 21-01-97.

Требования к системам противопожарного водоснабжения – по СНиП 2.04.02-84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения».

Также на данном участке и цехе предусмотрены ящики с песком, щит с противопожарным инструментом, пенные огнетушители и др.

3.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

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

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. Для женщин введены нормы предельно допустимых масс грузов при подъёме и перемещении тяжестей или вручную: при подъёме и перемещении тяжестей постоянно в течение смены – 10кг. т. о. женщин для обработки данных деталей не привлекаем. Следовательно, для установки заготовки на станок не требуются подъёмно-транспортные устройства.

Технологические планировки на проектируемом участке обработки резанием должны быть согласованы с территориальными органами государственного санитарного и пожарного надзора. Проходы и проезды на участке должны обозначаться 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 должны укладываться на стеллажи и в ящики способом, обеспечивающим их устойчивость и удобство захвата при использовании грузоподъёмных 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 допускаемых параметров микроклимата применяется вытяжная вентиляция и тепловая завеса.
3. Для снижения общей вибрации станки установлены на виброизолирующих опорах.
4. Для улучшения освещённости рабочих мест, произведён расчёт и установка светильников.
5. От механических повреждений стружкой, станки оборудованы стружкопылеприёмниками с вытяжной вентиляцией.
6. Для защиты от шума разработаны защитные кабины, также в местах, где уровень шума превышает допустимый используются специальные наушники.
7. На листе графической части представлена схема трехступенчатого туманоуловителя, который применяется на операции шлифования для удаления аэрозолей, образующихся при обработке с применением СОЖ. Данное решение позволяет защитить рабочего от попадания аэрозолей на кожу рук и в дыхательные пути, улучшая условия его работы. Туманоуловитель предназначен для очистки воздуха от тумана СОТС и имеет три ступени очистки: первая - легко-съемная кассета 6, состоящая из пакета металлических сеток (при скорости фильтрации 3-6м/с улавливает крупные твердые частицы; вторая ступень 2 имеет коническую форму и обеспечивает очистку воздуха от крупных капель; третья ступень, состоящая из брызгоуловителя 4 коническо-цилиндрической формы, и выполненного с обивкой из полипропиленового войлока, обеспечивает тонкую очистку воздуха от капель.

Периодичность замены фильтрующего материала – раз в месяц. Данный туманоуловитель рекомендуется устанавливать в централизованной системе вентиляции производительностью до 16тыс. м² при начальной концентрации капель до 1г/м³.

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 курсового проекта разработан технологический процесс механической обработки корпуса ПЭК 31.112, крышки ПЭК 31.113 и корпуса редуктора ПЭК 31.112/113 (в сборе).

В процессе разработки технологического процесса с целью повышения эффективности производства были применены следующие проектные решения:

Получение заготовки литьем в кокиль (металлические модели) уменьшены припуски на обработку, повышено качество получаемых заготовок и увеличен коэффициент использования материала

Применение в технологическом процессе высокоэффективного оборудования с ЧПУ (вертикально-фрезерный станок модели ГФ2171С6, фрезерно-сверлильно-расточной станок модели 2206ВМФ4), специальных приспособлений и инструмента позволило увеличить производительность обработки. В то же время увеличилась концентрация операций, а, следовательно, сократилось количество переустановок заготовки, что сказалось на повышении точности обработки.

Введение операций шлифования плоскостей разъема позволяет обеспечить необходимое качество поверхностей перед сборкой и необходимую точность обработки отверстий при последующей обработке.

Применение принципа постоянства баз при разработке операций (плоскость и два отверстия) увеличивает точность получаемых размеров.

В экономической части работы произведен расчет себестоимости детали для предложенного технологического процесса.

В разделе «Социальная ответственность» рассмотрены опасные и вредные факторы, возникающие при выполнении предложенного технологического процесса и разработаны мероприятия по снижению их воздействия.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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.
2. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для машиностроительных специальностей ВУЗов. – Минск: Высшая школа, 1983. –256 с.
3. Афонькин М.Г. Производство заготовок в машиностроении. –М.: Машиностроение, 1987. – 256 с.
4. Добрыднев И.С. Курсовое проектирование по предмету «Технология машиностроения»: Учебн. пособие для техникумов по специальности «Обработка металлов резанием». – М.: Машиностроение, 1985. -184 с.
5. Справочник технолога- машиностроителя. В 2-х т. Т.1 / Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К. Мещерякова.- М.: Машиностроение, 1985. –656 с.
6. Справочник технолога- машиностроителя. В 2-х т. Т.2 / Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К. Мещерякова.- М.: Машиностроение, 1985. –496 с.
7. Обработка металлов резанием: Справочник технолога. / Под ред. А.А. Панова, - М.: Машиностроение, 1988. -736 с.
8. Балабанов А.Н. Краткий справочник технолога- машиностроителя. – М.: Издательство стандартов, 1992. –461 с.
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. Общемашиностроительные нормативы времени для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ, ч. 1.. – М.: Экономика, 1990. – 250 с.
11. Общемашиностроительные нормативы режимов резания, выполняемые на универсальных станках и станках с ЧПУ, ч. 1. - М.: Экономика, 1990.– 418 с.
12. Общемашиностроительные нормативы режимов резания, выполняемые на универсальных станках и станках с ЧПУ, ч. 2. - М.: Экономика, 1990.– 420 с.
13. Краткий справочник металлиста. /Под ред. П.Н. Орлова, В.А. Скороходова –М.: Машиностроение, 1987. –960 с.
14. Справочник инструментальщика. /Под общ. ред. И.А. Ординарцева - Л.: Машиностроение. ленинградское отделение, 1987. –846 с.
15. Кузнецов Ю.И. и др. Оснастка для станков с ЧПУ. Справочник. 2-ое изд., перераб. и доп. –М.: Машиностроение, 1990. – 510 с.
16. Музыкант А.Я. Металлорежущий инструмент. Номенклатурный каталог. В 4-х частях. –М.: Машиностроение, 1995. – 284 с.
17. Металлообрабатывающий твердосплавный инструмент.: Справочник /Самойлов В.С. и др. –М.: Машиностроение, 1988. – 368 с.
18. Фадюшин И.Л., Музыкант Я.А. и др. Инструмент для станков с ЧПУ,

многоцелевых станков и ГПС. –М.: Машиностроение, 1990. – 272 с.

19. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. –М.: Машиностроение, 1975. – 656 с.

20. Горошкин А.К. Приспособления для лабораторных станков: Справочник. – М.: Машиностроение, 1979 –303 с.

21. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т.1 /Под ред. Б.Н.Вардашкина, А.А. Шатилова. – М.: Машиностроение, 1984. – 592 с.

22. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т.2 /Под ред. Б.Н.Вардашкина, В.В. Данилевского. – М.: Машиностроение, 1984. – 656 с.

25. Алексеев А.Г. Конструирование инструмента. – М.: Машиностроение, 1979. – 384 с.

27. Единая система допусков и посадок СЭВ машиностроение и приборостроение: Справочник в 2 т. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство стандартов, 1989. –Т2: Контроль деталей. -208 с.

28. Расчет экономической эффективности новой техники: Справочник. /Под ред. К.М. Великанова. – Л.: Машиностроение, 1990. – 448 с

29. Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих. –М.: Машиностроение, 1987. – 798 с.

30. ГОСТ 26645-85 Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 54с.

31. Серебряницкий П.Л. Обработка деталей металлическими щетками. – Л.:, 1967. – 151с.

32. Общемашиностроительные нормативы времени на слесарную обработку и слесарно-сборочные работы по сборке машин и приборов. М.: Экономика, 1991. – 158с.

33. Проектирование машиностроительных заводов и цехов: Справочник. В6-ти томах. Т4./ Под общ.ред. Е.С. Ямпольского. - М.: Машиностроение. 1975.-326с.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Перв. примен.				Документация		
			ФЮРА.А61090.005.000СБ	Сборочный чертеж		
Слоб. №				Сборочные единицы		
		1	ФЮРА.А61090.005.001	Муфта	1	
		2	ФЮРА.А61090.005.002	Пневмоцилиндр	2	
				Детали		
		3	ФЮРА.А61090.005.003	Винт М20	2	
		4	ФЮРА.А61090.005.004	Втулка	2	
		5	ФЮРА.А61090.005.005	Втулка	2	
		6	ФЮРА.А61090.005.006	Гильза	2	
		7	ФЮРА.А61090.005.007	Опора	2	
		8	ФЮРА.А61090.005.008	Плита	1	
		9	ФЮРА.А61090.005.009	Пружина	2	
		10	ФЮРА.А61090.005.010	Ролик	2	
		11	ФЮРА.А61090.005.011	Стойка правая	1	
		12	ФЮРА.А61090.005.012	Стойка левая	1	
		13	ФЮРА.А61090.005.013	Табличка	1	
	14	ФЮРА.А61090.005.014	Тяга	2		
	15	ФЮРА.А61090.005.015	Шайба	2		
Подп. и дата						
Взам. инв. №						
Подп. и дата						
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	
	Разраб.	Марцева				
	Проб.	Ласуков				
	Н.контр.	Ласуков				
	Утв.					
ФЮРА.А61090.005.000						
Приспособление сверлильно-фрезерно-расточное				Лит.	Лист	Листов
				1	1	3
				ЮТИ ТПУ гр. 10А61		
				Формат А4		

Копировал

Формат А4

Доп.	Взам.	Подп.	Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата
<i>Приложение</i>							
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС							
механической обработки							
корпуса редуктора ФЮРА.АБ1090.000							
<div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;"> <p>Разраб. Проб. Н. контр.</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Марцева Ласуков Ласуков</p> </div> </div>							

