

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»**

Направление Машиностроение
Профиль Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств
Отделение промышленных технологий

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологического процесса изготовления корпуса РГС 1.041.

УДК 621.642.3-216:658.512.4

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10A51	Жанатов Адиль Багдадович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОПТ	Моховиков Алексей Александрович	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЦТ	Лизунков Владислав Геннадьевич	канд. пед. наук, доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент ОТБ	Филонов Александр Владимирович			

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОПТ	Моховиков Алексей Александрович	к.т.н., доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
и.о. руководителя ОПТ	Кузнецов Максим Александрович	к.т.н.		

Юрга – 2019 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 науки и высшего образования Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Направление Машиностроение
 Профиль Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств
 Отделение промышленных технологий

УТВЕРЖДАЮ:
 и.о. руководителя ОПТ
Кузнецов М.А.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
10A51	Жанатов Адиль Багдадович

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления корпуса РГС 1.041.	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 10/с от 31.01.2019г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	6 июня 2019 г.
--	----------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><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. Рабочий чертеж детали. 2. Служебное назначение. 3. Программа выпуска 3000 штук в год.
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><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 детали. 3. Конструирование специального приспособления. 4. Расчет требуемого количества оборудования и рабочих. 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение проекта. 5. Социальная ответственность.
<p>Перечень графического материала</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Чертеж детали и заготовки (1 лист А1). 2. Карты технологических наладок (6 листов А1). 3. Приспособление (1 лист А1).

<i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лизунков В.Г.
Социальная ответственность	Филонов А.В.
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 ОПТ	Моховиков А.А.	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А51	Жанатов Адиль Багдадович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
10А51	Жанатов Адиль Багдадович

Институт	ЮТИ ТПУ	Отделение	Промышленных технологий
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение»

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

<i>1. Стоимость приобретаемого оборудования, фонд оплаты труда, производственных расходов</i>	<i>- перечень и характеристика основных фондов и оборотных средств, необходимых для реализации инженерных решений - расчет потребности в рабочей силе</i>
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>- нормы использования необходимых материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих ресурсов</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

- 1. Краткое описание исходных технико-экономических характеристик объекта ИР / НИ*
- 2. Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР / НИ; расчет вложений в основные и оборотные фонды*
- 3. Планирование показателей по труду и заработной плате (расчет штатного расписания, производительности труда, фонда заработной платы)*
- 4. Проектирование себестоимости продукции; обоснование цены на продукцию*
- 5. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР / НИ*

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

--	--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	25.04.2019
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЦТ	Лизунков В. Г.	канд. пед. наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А51	Жанатов Адиль Багдадович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
10А51	Жанатову Адилю Багдадовичу

Институт	ЮТИ ТПУ	Кафедра	ТМС
Уровень образования	Бакалавр	Направление	15.03.01 «Машиностроение»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<i>Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования)</i>	Технологический процесс механической обработки детали, выполняемый на фрезерных, шлифовальном и хонинговальном станках. Применяемые режущие инструменты – лезвийные и абразивные режущие инструменты. Также в технологическом процессе есть слесарные операции. Заготовки в цехе перемещаются в таре с помощью мостового крана.
<i>1. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</i>	ГОСТ 12.1.005-88 Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. ГОСТ 12.1.010-76 Система стандартов безопасности труда. Взрывобезопасность. Общие требования. ГОСТ 12.1.018-93 Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие требования. ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности. ГОСТ 12.2.007.1-75 Система стандартов безопасности труда. Машины электрические вращающиеся. Требования безопасности. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95

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 разрабатываемой 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>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>3. Охрана окружающей среды:</p>	<ul style="list-style-type: none"> - защита селитебной зоны; - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); - 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.
<p>4. Защита 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
<p>5. Правовые 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
<p>Перечень графического материала:</p>	
<p>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</p>	<p>-</p>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент ОТБ	Филонов Александр Владимирович			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10Б51	Жанатов Адиль Багдадович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит _____ страницы, 9 листов графического материала.

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

В разделе «Объект и методы исследования» выполнены анализ и описание существующего производства, служебного назначения детали, расчет годовой производственной программы выпуска изделия и определения типа производства.

В разделе «Расчеты и аналитика» произведен выбор баз, разработка маршрута технологического процесса, выбор оборудования и средств технологического оснащения, расчет припусков на обработку, расчет режимов резания, нормирование технологического процесса.

Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» содержит расчет технико-экономических показателей производства и себестоимости изготовления детали.

Раздел «Социальная ответственность» посвящен вопросам безопасной работы на участке, пожарной безопасности и экологии.

Работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2007. Графический материал выполнен в графическом редакторе Компас– 3D V16.

ABSTRACT

Final qualifying work contains pages, 9 sheets of graphic material.

Keywords: technological process, details, PROCESSING, CUTTING TOOL, CUTTING SPEED, measuring tools, manufacturing equipment, manufacturing cost, base, home base, STOCK, billet.

In the section “Object and Methods of Research”, an analysis and description of the existing production, official use of the part, the calculation of the annual production program of product release and the determination of the type of production are carried out.

In the section “Calculations and Analytics”, a selection of bases, development of a process route, selection of equipment and technological equipment, calculation of processing allowances, calculation of cutting conditions, process rationing were performed.

The section "Financial Management, Resource Efficiency and Resource Saving" contains the calculation of technical and economic indicators of production and cost of manufacturing parts.

The section "Social Responsibility" is devoted to the issues of safe work at the site, fire safety and ecology.

The work was done in the text editor Microsoft Word 2007. The graphic material was made in the graphical editor Compass - 3D V16.

<i>Содержание</i>	
<i>Введение</i>	12
<i>1 ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ</i>	13
1.1 <i>Службное назначение детали</i>	14
1.2 <i>Производственная программа выпуска</i>	15
1.3 <i>Анализ действующего технологического процесса</i>	16
<i>2 РАСЧЕТЫ И АНАЛИТИКА</i>	21
2.1 <i>Технологическая часть</i>	22
2.1.1 <i>Анализ технологичности объекта производства</i>	22
2.1.2 <i>Выбор заготовки и метода её изготовления</i>	25
2.1.3 <i>Составление технологического маршрута обработки</i>	28
2.1.4 <i>Выбор баз</i>	31
2.1.5 <i>Выбор средств технологического оснащения</i>	35
2.1.6 <i>Расчет припусков</i>	41
2.1.7 <i>Расчет режимов резания</i>	44
2.1.8 <i>Нормирование технологического процесса механической обработки</i>	52
2.2 <i>Конструкторская часть</i>	56
2.2.1 <i>Обоснование конструкции приспособления</i>	56
2.2.2 <i>Силовой расчет приспособления</i>	57
2.2.3 <i>Расчёт приспособления на точность</i>	60
<i>3 РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕННОЙ РАЗРАБОТКИ</i>	62
3.1 <i>Организационная часть</i>	63
3.1.1 <i>Определение необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки</i>	63
3.1.2 <i>Определение численности рабочих</i>	64
<i>4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСО-ЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЕ</i>	66
4.1 <i>Расчет объема капитальных вложений</i>	67

					ФЮРА А510053.000.ПЗ		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	Пояснительная записка		
<i>Разраб.</i>		<i>Жанатов А.Б.</i>					
<i>Провер.</i>		<i>Маховиков А.А.</i>			<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Н. Контр.</i>					ЮТИ ТПУ зр. 10А51		
<i>Утверд.</i>							

4.2	Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции	71
4.3	Экономическое обоснование технологического проекта.....	79
5	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	81
5.1	Характеристика объекта исследования.....	82
5.2	Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды.....	82
5.3	Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды.....	89
5.3	Охрана окружающей среды.....	92
5.4	Защита в чрезвычайных ситуациях.....	94
5.5	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	95
	Заключение.....	98
	Список использованных источников.....	99
	Приложение 1.....	102
	Приложение 2.....	104

					ФЮРА.А51053.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ док.м.	Подпись	Дата		

Введение

Выпускная квалификационная работа (ВКР) является завершающим этапом государственной итоговой аттестации бакалавров при освоении основной образовательной программы. ВКР является законченной, самостоятельной работой, имеющей профессиональную направленность в соответствии с будущей производственной деятельностью выпускника. При выполнении ВКР выпускник демонстрирует степень усвоения дисциплин, предусмотренных учебным планом, способность выполнения инженерных и экономических расчетов, чертежей и схем, владения современными программными средствами при выполнении графической части работы, а также знание современных достижений в соответствующих отраслях науки и техники.

Данная ВКР имеет технологическую направленность и содержит описание всех необходимых этапов при разработке технологического процесса изготовления корпуса гидрораспределителя, входящего в сборку распределителя модульного секционного, который выпускается ООО «Юргинский машзавод».

Основными задачами данной ВКР являются:

- расширение и закрепление теоретических знаний при работе по заданию ВКР;
- развитие навыков разработки и представления технической документации;
- приобретение опыта оценки и обеспечение правильности всех принимаемых решений с точки зрения техники безопасности, охраны труда и окружающей среды;
- развитие навыков пользования разнообразной научно-технической, нормативной, справочной и экономической литературой, применения производственного опыта при разработке и оптимизации технологических процессов изготовления деталей машин.

1 ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

					ФЮРА А510053.001.ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>Объект и методы исследования</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>		<i>Жанатов А.Б.</i>						
<i>Провер.</i>		<i>Маховиков А.А.</i>						
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Утверд.</i>								
						<i>ЮТИ ТПУ зр. 10А51</i>		

1.1 Служебное назначение детали.

Изделие «Корпус», имеющее заводскую маркировку РГС1.041 является частью сборки РГС1.000 «Распределитель модульный секционный». «Распределитель модульный секционный» является элементом системы управления гидрооборудования секции шахтной крепи М138 и применяется в блоках управления. Он может работать в режиме электроуправления (в комплекте с электроуправляемыми командными модулями типа РМ1), в режиме ручного дистанционного управления (в комплекте с командными модулями типа КМ1 или МПП1), в ремонтном режиме (от рукоятки в составе самого РГС).

Корпус изготавливаются из углеродистой качественной конструкционной стали марки 35 ГОСТ 1050-2013 [1]. Химический состав данной стали приведен в таблице 1.1, а ее физико-механические свойства в таблице 1.2.

Таблица 1.1 - Химический состав стали

Химический состав, %						
C	Mn	Si	S	P	Ni	Cr
0,3...0,4	0,5...0,8	0,17...0,37	≤0,04	≤0,04	≤0,25	≤0,25

Таблица 1.2 - Свойства стали

Предел текучести σ_T , МПа	Предел прочности σ_B , МПа	Плотность ρ , кг/м ³	Относит. удлинение δ , %	Относит. сужение φ , %	Твердость по Бреннелю НВ, кг/мм ²
315	530	$7,85 \cdot 10^3$	20	45	280

Данная сталь имеет следующие технологические свойства:

1. Температура начала ковки 1280°C, температура конца ковки 750 °C (заготовки сечением до 800 мм охлаждаются на воздухе).

2. Свариваемость – ограниченно свариваемая. Способы сварки: ручная дуговая сварка, автоматическая дуговая сварка под флюсом и с газовой защитой, электрошлаковая сварка. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка.

3. Обрабатываемость резанием – в горячекатаном состоянии, при HB144 – 156 и $\sigma_B=510$ МПа.

4. Склонность к отпускной хрупкости – не склонна.

5. Флокеночувствительность – не чувствительна.

Материал детали обладает следующими механическими свойствами:

1. Предел текучести $\sigma_T=315$ Н/мм²;

2. Временное сопротивление $\sigma_B=530$ Н/мм²;

3. Относительное удлинение $\delta_5=20\%$;

4. Относительное сужение $\psi=45\%$;

5. Ударная вязкость КСУ, не менее 69 Дж/см².

1.2 Производственная программа выпуска.

В соответствии с выданным заданием годовая программа выпуска корпуса РГС1.041 составляет 3000 штук.

Подетальная годовая производственная программа изготовления деталей представлена в таблице 1.3. На запасные части принимаем 7 % [2].

Тип производства для механической обработки деталей уточняется по таблице 4 [2]. Полученные данные соответствуют мелкосерийному типу производства.

Далее по формуле определяем размер партии запуска [2]:

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

где F - число рабочих дней в году;

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

В соответствии с производственным календарем 2019 года в текущем году F= 247 дней. Периодичность запуска принимаем 24 дня.

$$n = 3000 \cdot 24 / 247 = 291,5 = 292 \text{ шт.}$$

Таблица 1.3 – Подетальная годовая производственная программа

Наименование изделия	Наименование детали	Марка материала	Число деталей на изделие	Процент на запасные части, %	Число деталей			Масса, т	
					на основную программу	на запасные части	всего	детали	На программу с запасными частями
«Распределитель модульный секционный» РГС1.000	РГС1.041 «Корпус»	Сталь 35 ГОСТ 1050-88	2	7	279 0	210	300 0	2,83·10 ⁻³	8,49

Для мелко- и среднесерийного производства деталей в этом разделе необходимо рассчитать размер партии запуска:

1.3 Анализ действующего технологического процесса.

Технологический процесс изготовления изделия «Корпус» РГС 1.041, разработанный специалистами предприятия ООО «Юргинский машзавод», представлен в таблице 1.4. Данный технологический процесс разработан для годовой производственной программы 500 шт. деталей, что также относится к мелкосерийному типу производства.

Таблица 1.4 - Технологический процесс обработки детали в условиях ООО «Юргинский машзавод»

Номер операции	Наименование операции	СТО		
		Оборудование	Режущий инструмент	Измерительный инструмент
1	2	3	4	5
005	Фрезерная Фрезеровать	6Р13 Тиски	Фреза 100 СТП 1451.	-

продолжение табл. 1.4

Номер операции	Наименование операции	СТО		
		Оборудование	Режущий инструмент	Измерительный инструмент
1	2	3	4	5
	поверхность в размер $49 \pm 0,5$			
010	Слесарная Снять заусенцы, притупить острые кромки	Верстак	-	-
015	Фрезерная Фрезеровать поверхность в размер $134_{-0,5}$	6P13 Тиски	Фреза 100 СТП 1451.	-
020	Слесарная Снять заусенцы, притупить острые кромки	Верстак	-	-
025	Фрезерная Фрезеровать поверхность в размер $48,6 \pm 0,3$ с переустановкой детали	6P13 Тиски	Фреза 100 СТП 1451.	-
030	Слесарная Снять заусенцы, притупить острые кромки	Верстак		
035	Шлифовальная Шлифовать поверхность в размер $48_{-0,1}$ с переустановкой детали	3П722		
040	Сверлильно- фрезерная Составить и набрать управляющую программу, обработать партию деталей	C500/04 Приспособлени е поворотное	Фреза $\varnothing 32$ ГОСТ 17026; Сверло 20ц СТП 1234; Сверло $\varnothing 13$ ГОСТ 10903; Фреза $\varnothing 16$ ГОСТ 17026; Сверло $\varnothing 9$ ГОСТ 10903; Зенкер $\varnothing 11$ СТП 1240; Зенковка 20 ГОСТ 14953;	

продолжение табл. 1.4

Номер операции	Наименование операции	СТО		
		Оборудование	Режущий инструмент	Измерительный инструмент
1	2	3	4	5
045	Слесарная Снять заусенцы, притупить острые кромки	Верстак		
050	Сверлильно- фрезерная Составить и набрать управляющую программу, обработать партию деталей	C500/04 Приспособлени е УСП	Сверло 20ц СТП 1234; Сверло Ø3 ГОСТ 10903; Сверло Ø8 ГОСТ 10903; Сверло Ø9 ГОСТ 17025; Развертка Ø10 ^{+0,17} _{+0,08} 030– 2080; Зенкер Ø11/Ø18 027– 838.	Скоба Ø11h12 105– 6379; Скоба Ø18H11 105–7410; Шаблон 1,85H12 106–6934; Пробка Ø10H11 100–3164.
055	Слесарная Снять заусенцы, притупить острые кромки	Верстак	-	-
060	Консервация	Стол–стеллаж	-	-
065	Удаление консервации со свариваемых поверхностей	-	-	-
070- 095	Сварка По техпроцессу бюро сварки	-	-	-
100	Сверлильно- фрезерная Составить и набрать управляющую программу, обработать партию деталей	C500/04 Приспособлени е УСП	Сверло 20ц СТП 406– 1234–79; Сверло Ø3 ГОСТ 10903; Сверло Ø18 ГОСТ 10903; Сверло Ø32 ГОСТ 10903; Зенкер Ø33,6 ГОСТ 12489; Фреза Ø30 ∠ 90° 055– 975; Зенкер Ø34,5/Ø38 027– 701; Развертка черн.	Пробка п/р M36×1,5 100–2813; Пробка Ø38H9 100–2814; Калибр ПР M36×1,5 110–1103; Калибр HE M36×1,5 110–1105; Штангеннутромер 101–1516; Скоба 133h12 105– 7352; Штангенглубиноме р 101–1635; Пробка

Номер операции	Наименование операции	СТО		
		Оборудование	Режущий инструмент	Измерительный инструмент
1	2	3	4	5
			$\varnothing 34,5/\varnothing 38$ 037-515 Развертка чист. $\varnothing 34,5/\varnothing 38$ 037-517 Метчик М36×1,5 Фреза $\varnothing 50$ ГОСТ 17026; Зенковка 50×90° ГОСТ 14953; Развертка $\varnothing 34$ 030–2173; Развертка $\varnothing 34,06Н9$ 030–2176.	$\varnothing 34,06Н9$ 100–3364; Калибр соосн. $\varnothing 34,06$ и $\varnothing 38^{+0,122}_{+0,08}$ Калибр соосн. $\varnothing 34,06$ и М36×1,5 150–2720; Калибр соосн. $\varnothing 34,06$ и М36×1,5 150–2719.
105	Слесарная Снять заусенцы, притупить острые кромки	Верстак	Полировник 257 – 634	-
108	Дорнование Обработать два отверстия $\varnothing 34^{+0,122}_{+0,08}$ (см. эскиз оп. 100)	2М55	Прошивка 064-76 Кольцо 068-220	Пробка $\varnothing 34^{+0,122}_{+0,08}$ 100–2815.
110	Контрольная Контроль размеров по техпроцессу и чертежу. Заусенцы не допускаются.	Плита контрольная	-	-
125	Контрольная Контроль размеров после покрытия $\varnothing 34Н9$, $\varnothing 38Н9$, М36×1,5–7Н, $\varnothing 10^{+0,11}$, $\varnothing 11^{-0,18}$, $\varnothing 18^{+0,11}$	Плита контрольная	-	-

Требования, предъявляемые к технологическому процессу изготовления детали «Корпус»:

1. Выполнение контроля первой детали мастером.
2. Последующий контроль БТК.
3. Межоперационное хранение и транспортировку производить в таре 505-173.

4. Выполнение каждой операции заверить отличительным клеймом исполнителя.

Технологический процесс, представленный в таблице 1.4, состоит из двадцати пяти операций, среди которых операции механической обработки, слесарные, контрольные, сборочно-сварочные и химико-термические операции.

При изготовлении детали «Корпус» РГС 1.041 применяются универсальные и универсально-сборные приспособления, большое количество режущего инструмента из быстрорежущей стали и универсальные и специализированные мерительные инструменты. Обработка производится на универсальном металлорежущем оборудовании и станках с ЧПУ.

2 РАСЧЕТЫ И АНАЛИТИКА

					ФЮРА А51053.002.ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ доким.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>Расчеты и аналитика</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>		<i>Жанатов А.Б.</i>						
<i>Провер.</i>		<i>Маховиков А.А.</i>						
<i>Н. Контр.</i>						<i>ЮТИ ТПУ зр. 10А51</i>		
<i>Утверд.</i>								

2.1 Технологическая часть.

2.1.1 Анализ технологичности объекта производства.

В ГОСТ 14.205-83 приведены виды и показатели технологичности конструкций, общие правила обработки конструкции изделия на технологичность представлены в ГОСТ 14.201-83.

В соответствии с данными регламентами для начала проведем качественную оценку технологичности изделия.

Деталь «Корпус РГС1.041» представлена на рис. 2.1. Изделие представляет собой параллелепипед со скругленными противоположными сторонами. По направлению высоты параллелепипеда, лежащего в основе формы детали, выполнены два сквозных точных отверстия под установку золотников. Также имеется система каналов для перепуска рабочей жидкости и отверстия для крепления корпуса в конструкции. На наружной боковой поверхности есть два выступа цилиндрической формы со сквозными отверстиями в канал золотника.

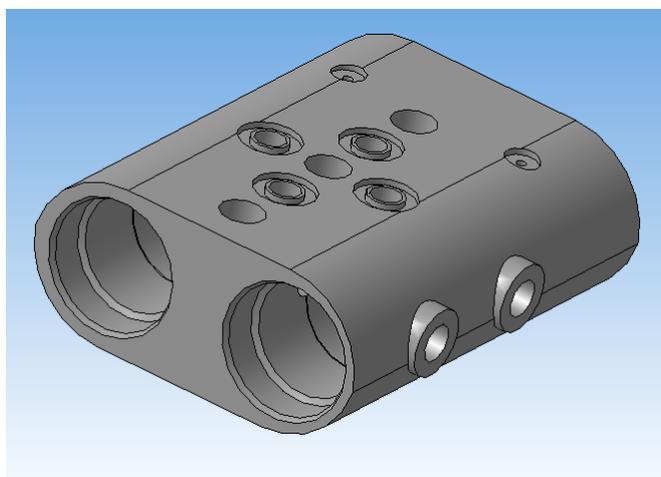


Рисунок 2.1 Деталь «Корпус РГС1.041»

При такой форме детали, с учетом ее назначения (работа с жидкостью под давлением) просматривается два возможных укрупненных варианта изготовления заготовки – путем объемной штамповки (без уточнения способа) и фрезерования из сортового проката (листа или полосы). При заданной программе выпуска изделий 3000 деталей в год и мелкосерийном

типе производства штамповка заготовок является оптимальным вариантом получения заготовки с учетом особенностей детали.

Большинство конструктивных элементов деталей позволяет вести их обработку на проход. Применение комбинированного инструмента не требуется. К основной части обрабатываемых поверхностей имеется свободный доступ, соответственно нет необходимости использовать режущие инструменты удлиненного типа. Однако, для обработки канавки R1,5 на диаметр 37,2 H12 вероятно будет необходимо применить специализированный инструмент. Также на данную канавку стоит требование радиального биения не более 0,1 мм. Отверстия расположенные не под прямым углом к плоскости входа инструмента - отсутствуют. Жёсткость детали можно оценить, как достаточную поэтому при изготовлении нет необходимости занижать режимы резания. Протяженность базовых поверхностей достаточная. Рассматриваемая деталь относится к классу корпусных деталей. Материал детали, конструкционная сталь марки Сталь 35 по ГОСТ 1050-2013, имеет высокий коэффициент обрабатываемости и позволяет применять высокопроизводительные методы обработки. Качества получаемых размеров, указанные параметры шероховатости обработанных и необработанных поверхностей, допуски взаимного расположения поверхностей (соосность) соответствуют функциональному назначению детали и не являются завышенными.

К недостаткам при качественном рассмотрении технологичности детали можно отнести следующие моменты:

- корпус имеет глухие резьбовые отверстия;
- наличие отверстий малого диаметра.

Далее выполняем количественную оценку технологичности изделия. Для оценки технологичности детали по количественным показателям необходимо составить таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Поверхности детали

Наименование поверхности	Количество поверхностей, Q_3	Количество унифицированных элементов, $Q_{y.э}$	Квалитет точности	Параметр шероховатости, мкм
Ø3Н14	4	4	14	6,3
Ø13Н8	3	3	8	3,2
Ø9Н14	6	6	14	6,3
Ø10Н11	2	2	11	2,5
Ø11Н12	4	4	12	2,5
Ø18Н11	4	4	11	2,5
Ø34Н9	2	2	9	2,5
Ø11Н14	2	2	14	6,3
М36-7Н	2	2	7	3,2
Ø38Н9	2	2	9	2,5
Ø40Н14	2	2	14	2,5
Фаски 1x30°	2	2	14	6,3
Фаски 1,5x45°	2	2	14	6,3
Ø37,2Н12	2	-	12	6,3

Коэффициент унификации конструктивных элементов детали (должен быть больше 0,6):

$$K_y = Q_{y.э}/Q_3, \quad (2.1)$$

где $Q_{y.э}$ – количество унифицированных элементов;

Q_3 – количество поверхностей.

$$K_y = 80/81 = 0,98$$

Полученное значение коэффициента технологичности унификации конструктивных элементов детали показывает, что деталь является технологичной.

Коэффициент точности обработки (значение не должно быть не менее 0,8):

$$K_{т.ч} = 1 - (1/A_{ср}) \quad (2.3)$$

где $A_{ср}$ - средний квалитет точности.

$$A_{ср} = (n_1 + 2n_2 + 3n_3 + \dots + 19n_{19}) / \sum_1^{19} n_i, \quad (2.4)$$

где n_i – число поверхностей детали точностью соответственно по 1...19-му квалитетам.

$$A_{cp} = \frac{(18 \cdot 14) + (12 \cdot 6) + (11 \cdot 4) + (10 \cdot 3) + (9 \cdot 6)}{37} = 12,2$$

$$K_{т.ч} = 1 - (1/12,2) = 0,91.$$

Расчетное значение показывает, что по критерию коэффициента точности размеров деталь можно отнести к технологичным.

Коэффициент шероховатости поверхности (значение должно быть меньше 0,32):

$$K_{ш} = 1/B_{cp}, \quad (2.5)$$

где B_{cp} – средняя шероховатость поверхности по Ra , мкм.

$$B_{cp} = (0,01n_1 + 0,02n_2 + 0,03n_3 + \dots + 0,8n_{14}) / \sum_1^{14} n_i, \quad (2.6)$$

где $n_1; n_2; \dots n_{14}$ – количество поверхностей, имеющих шероховатость, соответствующую данному числовому значению параметра Ra .

$$K_{ш} = 1/4,3 = 0,23$$

Поскольку $K_{ш} < 0,32$, по этому показателю деталь технологична.

Результаты выполненного количественного анализа технологичности детали показывают, что по всем показателям деталь является технологичной.

2.1.2 Выбор заготовки и метода её изготовления.

Основные виды поставки материала Сталь 35 ГОСТ1050-2013 – поковки, сортовой и фасонный прокат, листы, полосы, ленты, трубы и соединительные части к ним, проволока. Исходя из особенностей конструкции детали при выборе вида заготовки и методов её изготовления можно рассматривать два основных альтернативных варианта: первый – заготовка будет получена из проката сортового горячекатаного полосового (полосы); второй - штампованная поковка, полученная в открытом штампе на кривошипном горячештамповочном прессе (КГШП).

Полосовой прокат производится в соответствии с сортаментом, регламентируемым в соответствии с ГОСТ 103-2006 и ГОСТ 82-70. Наиболее

близкий к конфигурации детали сортамент изготавливается по ГОСТ 103-2006. В соответствии с техническими условиями и допусками на изготовление сортамента принимаем полосу сечением 150×56 мм с массой 1м 65,94 кг. Конечная штучная заготовка после разделения полосы должна иметь размеры: 150×108×56 мм. Масса заготовки будет равна 65,94×0,108=7,12 кг. Определяем коэффициент использования металла:

$$K_{\text{им}} = \frac{m_{\text{д}}}{m_{\text{з}}} = \frac{2,83}{7,12} = 0,4 \quad (2.7)$$

Коэффициент использования материала имеет слишком низкое значение показывая, что более половины материала будет удалено при механической обработке.

Штамповка в открытых штампах на КГШП по ГОСТ 7505-89:

Принимаем: материал - Сталь 35; класс точности – Т4; группа стали – М1; степень сложности С1; исходный индекс – 13. Размеры заготовки в соответствии с [7] представлены в таблице 2.2.

Определяем массу расчетной поковки:

$$m_{\text{п.р}} = m_{\text{д}} \cdot k_{\text{р}} = 2,83 \cdot 1,5 = 4,24 \text{ кг.}$$

Конфигурация поверхности штампа- (П) плоская. Масса детали –2,83 кг.

Таблица 2.2 – Размеры заготовки

Размер детали, Мм	Припуски и кузнечные напуски, мм	Размер заготовки, мм	Допуск на размер заготовки, мм
48±0,31	2,3	55	+1,8 -1
102 $\frac{+0,8}{-0,4}$	2,0	114	+1,8 -1
133 $_{-0,4}$	2,3	140	+2,1 -1,1

Дополнительные припуски, учитывающие отклонение от плоскостности и прямолинейности 0,5 мм. Смещение по поверхности

разъема штампа не более 0,3 мм. Штамповочные уклоны: на наружной поверхности не более 7°, на внутренней не более 3°. Радиус закругления наружных углов на глубину полости ручья штампа: до 50мм - не менее 3 мм, свыше 50мм не менее 4мм.

Расчетная масса заготовки:

$$m_3 = V \cdot \rho = 0,0004222413 \cdot 7662 = 4,001 \text{ кг.}$$

Определяем коэффициент использования металла (2.7):

$$K_{\text{им}} = \frac{m_{\text{д}}}{m_3} = \frac{2,83}{4,001} = 0,707$$

Полученное значение $K_{\text{им}}$ показывает использование материала около 70%.

Далее по технологической себестоимости заготовок производим выбор оптимального варианта:

$$S_{\text{Т}} = \frac{G_{\text{д}}}{K_{\text{им}}} \cdot [C_{\text{заг}} + C_{\text{с}}(1 - K_{\text{им}})], \text{ руб} \quad (2.8)$$

где $G_{\text{д}}$ – масса детали, кг;

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

$C_{\text{заг}}$ – удельная стоимость материала заготовки, руб/кг;

$C_{\text{с}}$ – средняя по машиностроению стоимость срезания одного килограмма стружки при механической обработке, руб/кг.

По данным открытых интернет источников средняя стоимость Стали 35 на начало 2019 г. составляет: $C_{\text{заг}} = 47$ руб/кг.

В ценах 1991 г средняя по машиностроению стоимость срезания одного килограмма стружки при механической обработке составляла 0,495 руб/кг.

На основании данных открытых интернет источников принимаем коэффициент инфляции равным 114,3, получаем: $C_{\text{с}} = 56$ руб/кг.

Прокат сортовой полосовой горячекатанный (2.8) [8]:

$$S_{\text{Т1}} = \frac{2,83}{0,4} \cdot [47 + 56(1 - 0,4)] = 570,25 \text{ руб}$$

Штампованная поковка в открытом штампе на КГШП (2.8):

$$S_{T_2} = \frac{2,83}{0,707} \cdot [47 + 56(1 - 0,707)] = 253,8 \text{ руб}$$

Экономический эффект:

$$\mathcal{E} = (S_{T_1} - S_{T_2}) \cdot N \quad (2.9)$$

$$\mathcal{E} = (570,25 - 253,8) \cdot 3000 = 949350 \text{ руб.}$$

Себестоимость штамповки в открытых штампах на КГШП получилась ниже, чем изготовление детали из сортового полосового проката, основным фактором здесь оказался коэффициент использования металла. Поэтому целесообразно в качестве метода получения заготовки принять штамповку в открытые штампы на КГШП.

2.1.3 Составление технологического маршрута обработки.

На основании действующего технологического процесса обработки в условиях ООО «Юргинский машзавод», а также с учетом принятой годовой производственной программой и выбранного способа получения заготовки составляет маршрутный технологический процесс изготовления детали «Корпус РГС1.041» (табл. 2.3).

Таблица 2.3 – Технологический маршрут обработки

№ операции	Наименование и содержание операции	Оборудование
1	2	3
005	<p>Вертикально - фрезерная</p> <p>Фрезеровать поверхность выдерживая размер $48 \pm 0,31$.</p> <p>Фрезеровать поверхность выдерживая размер $133 - 0,3$.</p> <p>Фрезеровать поверхность в размер $24 \pm 0,11$.</p> <p>- Центровать 5 отверстий.</p> <p>-Сверлить 3 отверстия $\varnothing 12,7^{+0,43}$ на проход.</p>	<p>Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр Haas VF-1</p>

№ операции	Наименование и содержание операции	Оборудование
1	2	3
	<ul style="list-style-type: none"> - Развернуть 3 отверстия в размер $\varnothing 13_{H8}$ на проход. - Цековать 3 отверстия в размеры $\varnothing 30_{+0,52}$ и на глубину $5_{\pm 0,5}$. - Сверлить 2 отверстия в размер $\varnothing 3_{+0,25}$, выдерживая размеры $7,5_{\pm 0,18}$ и $57_{\pm 0,18}$ 	
010	<p>Слесарная Снять заусенцы, острые кромки притупить.</p>	Верстак
015	<p>Вертикально - фрезерная</p> <ul style="list-style-type: none"> -Фрезеровать поверхность в размер $48,4_{-0,2}$. - Центровать 6 отверстий. - Сверлить 2 отверстия в размер $\varnothing 3_{+0,25}$, выдерживая размеры $88_{\pm 0,37}$ на глубину 7мм. - Фрезеровать 2 отверстия в размер $\varnothing 10_{+0,03}^{+0,11}$ и на глубину $2,27_{+0,1}$. - Сверлить 4 отверстия в размер $\varnothing 9_{+0,36}$ на глубину 30_{+1}. - Фрезеровать 4 кольцевые канавки в размеры $\varnothing 18_{+0,03}^{+0,14}$ $\varnothing 11_{-0,201}^{-0,03}$ на глубину $2,27_{+0,1}$. 	Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр Haas VF-1
020	<p>Слесарная Снять заусенцы, острые кромки притупить.</p>	Верстак
025	<p>Плоскошлифовальная Шлифовать поверхность в размер $48_{-0,1}$</p>	Плоскошлифовальный станок модели 3E710A
030	<p>Слесарная Снять заусенцы, острые кромки притупить.</p>	Верстак
035	<p>Вертикально - фрезерная Позиция 1</p> <ul style="list-style-type: none"> - Центровать 2 отверстия. - Сверлить 2 отверстия в размер $\varnothing 18_{+0,18}$ на проход. -Рассверлить 2 отверстия в в размер 	Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр Haas VF-1 с поворотным столом Haas HRT210.

№ операции	Наименование и содержание операции	Оборудование
1	2	3
	<p> $\varnothing 33^{+0,25}$ на проход. - Расточить 2 отверстия в размер $\varnothing 34H9$ на проход. - Расточить 2 отверстия в размер $\varnothing 38H9$ на глубину $12^{+0,43}$. - Фрезеровать 2 фаски 30° - Фрезеровать резьбу на $M36 \times 1,5-7H$ на глубину 30 min. Позиция 2 - Фрезеровать 2 канавки в размеры 3,2H13 , $\varnothing 37,2H12$ -Фрезеровать 2 фаски в размер 45° на глубину 1,5мм. Позиция 3 - Фрезеровать поверхность в размер $54_{-0,3}$. - Центровать 2 отверстия. - Сверлить 2 отверстия в размер $\varnothing 9^{+0,36}$ на глубину 68^{+1}мм. - Рассверлить 2 отверстия в размер $\varnothing 11^{+0,43}$ на глубину $6^{+0,3}$мм. </p>	
040	<p>Слесарная Снять заусенцы, острые кромки притупить.</p>	Верстак
045	<p>Хонинговальная с ЧПУ Обработать 2 $\varnothing 34$ отверстия</p>	Хонинговальный станок модели Gering P350-31
050	<p>Покрытие. Карта согласования по технологическому процессу на никелирование</p>	
055	<p>Контрольная Контроль размеров по техпроцессу и чертежу.</p>	Плита контрольная

Размеры поверхностей детали, указанные на чертеже как размеры после покрытия, подлежат корректировке на толщину покрытия. В данном случае в соответствии с техническими требованиями чертежа – покрытие

металлическое никель на толщину 30-40 мкм [9, 10]. Для размеров «валов» корректировка в «-», для «отверстий» в «+».

2.1.4 Выбор баз.

Операция 005

Заготовка устанавливается в самоцентрирующихся тисках с призматическими губками с упором в бобышку см. рис 2.2.

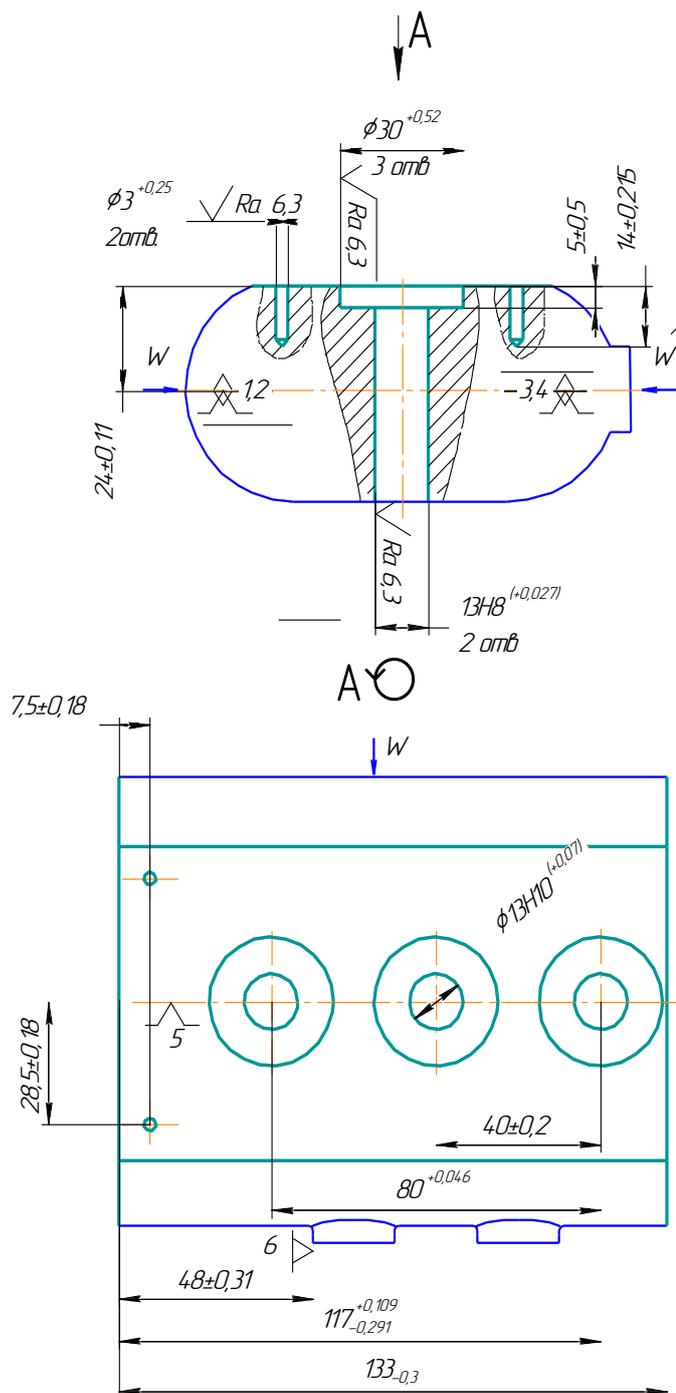


Рисунок 2.2 Схема базирования на операции 005

Выполняемые на операции размеры 117 и 24 получены путем расчета соответствующих размерных цепей. Расчеты выполнены с помощью библиотеки «Размерная цепь» системы Компас 3D. Погрешность базирования на выполняемые размеры равна 0.

Операция 015.

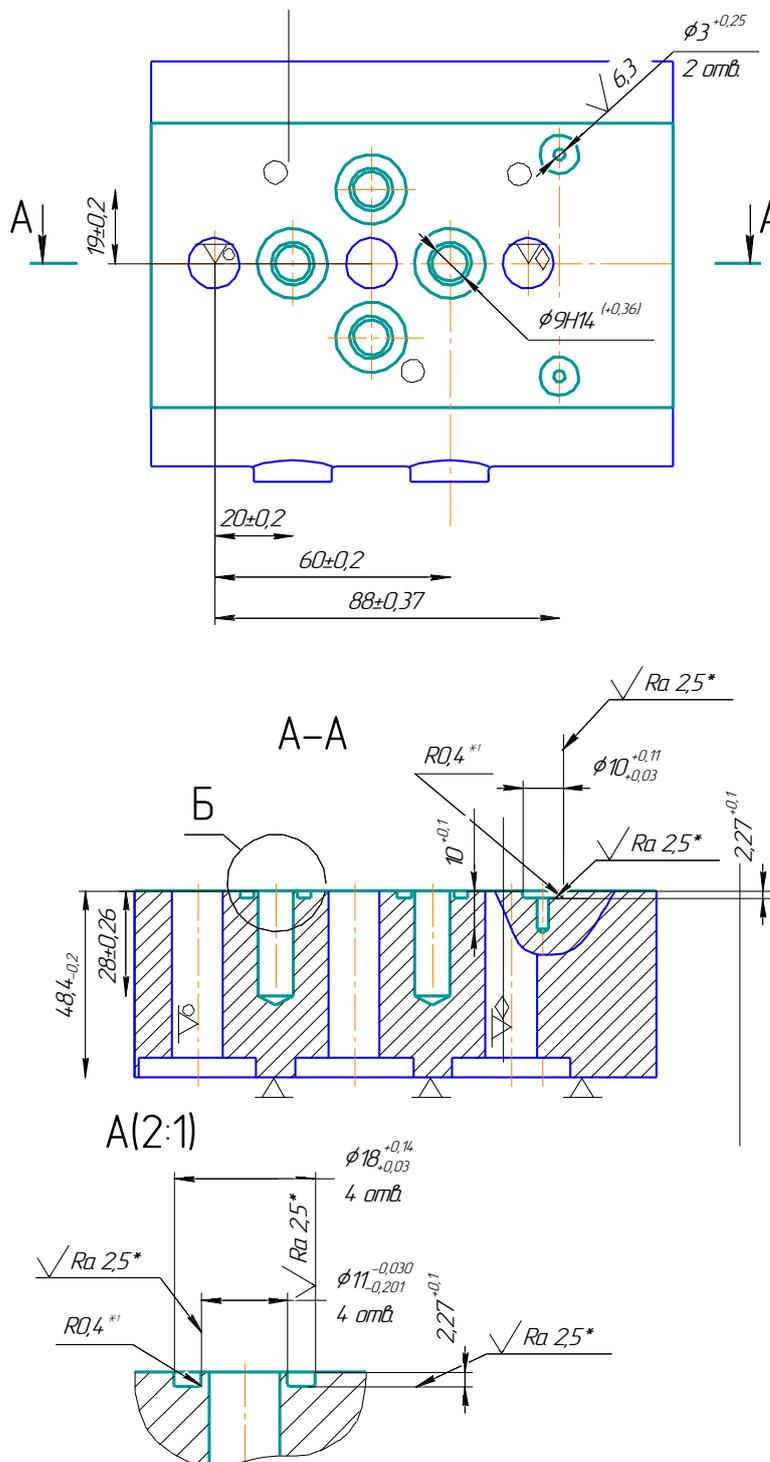


Рисунок 2.3 Схема базирования на операции 015.

На операции 015 заготовка базируется на плоскость и два коротких установочных пальца – цилиндрический и срезанный (рис. 2.3). Погрешность базирования на выполняемые размеры равна 0.

Операция 025.

Заготовка устанавливается на магнитный стол плоскошлифовального станка. На данной операции достаточным является применение схемы не полного базирования – установки на плоскость с лишением трех степеней свободы (рис. 2.4). Погрешность базирования на выполняемый размер $48_{-0,1}$ равна 0. Погрешность на размер $1,87_{-0,1}$ глубины кольцевых канавок и отверстий $\varnothing 10$ мм, формируемый при шлифовании плоскости, не превышает 0,1 мм и будет выполнен годным.

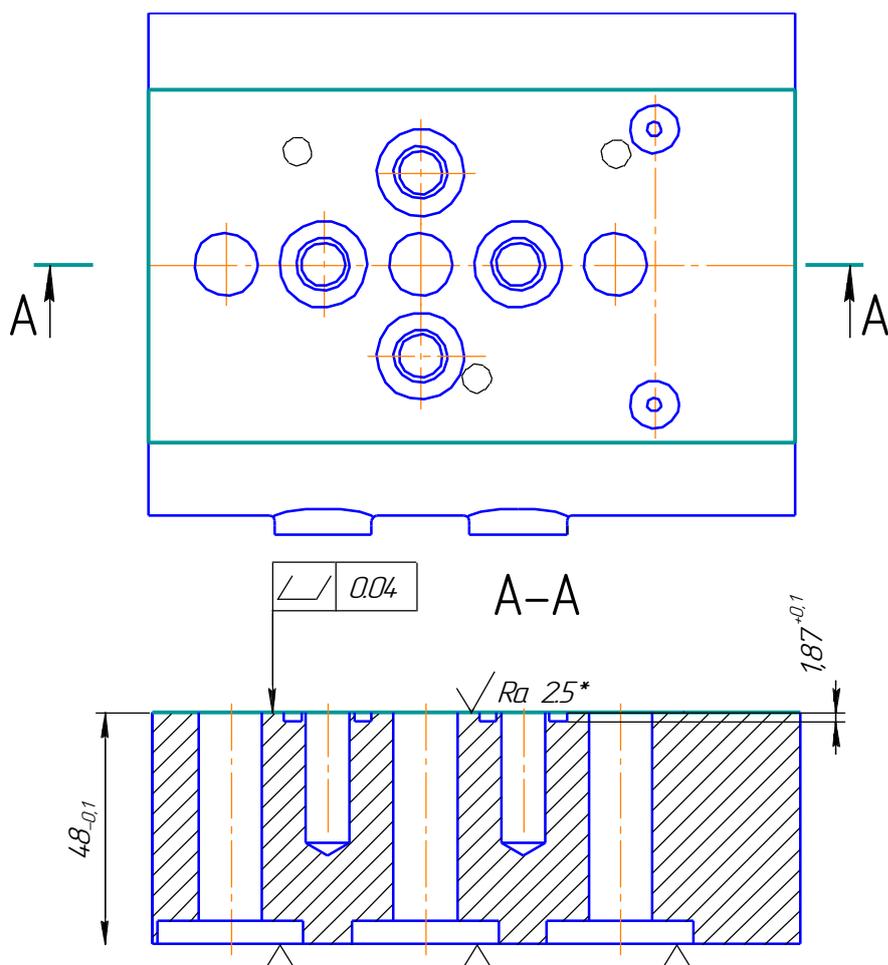


Рисунок 2.4 Схема базирования на операции 025.

Операция 035.

Заготовка базируется в специальном приспособлении. Схема базирования – на плоскость и два установочных пальца цилиндрический и срезанный. Зажим производится Г- образными прихватами. Обработка ведется за три позиции. Для выполняемых размеров погрешность базирования равна 0 или ее величина меньше допуска на выполняемый размер (рис. 2.5).

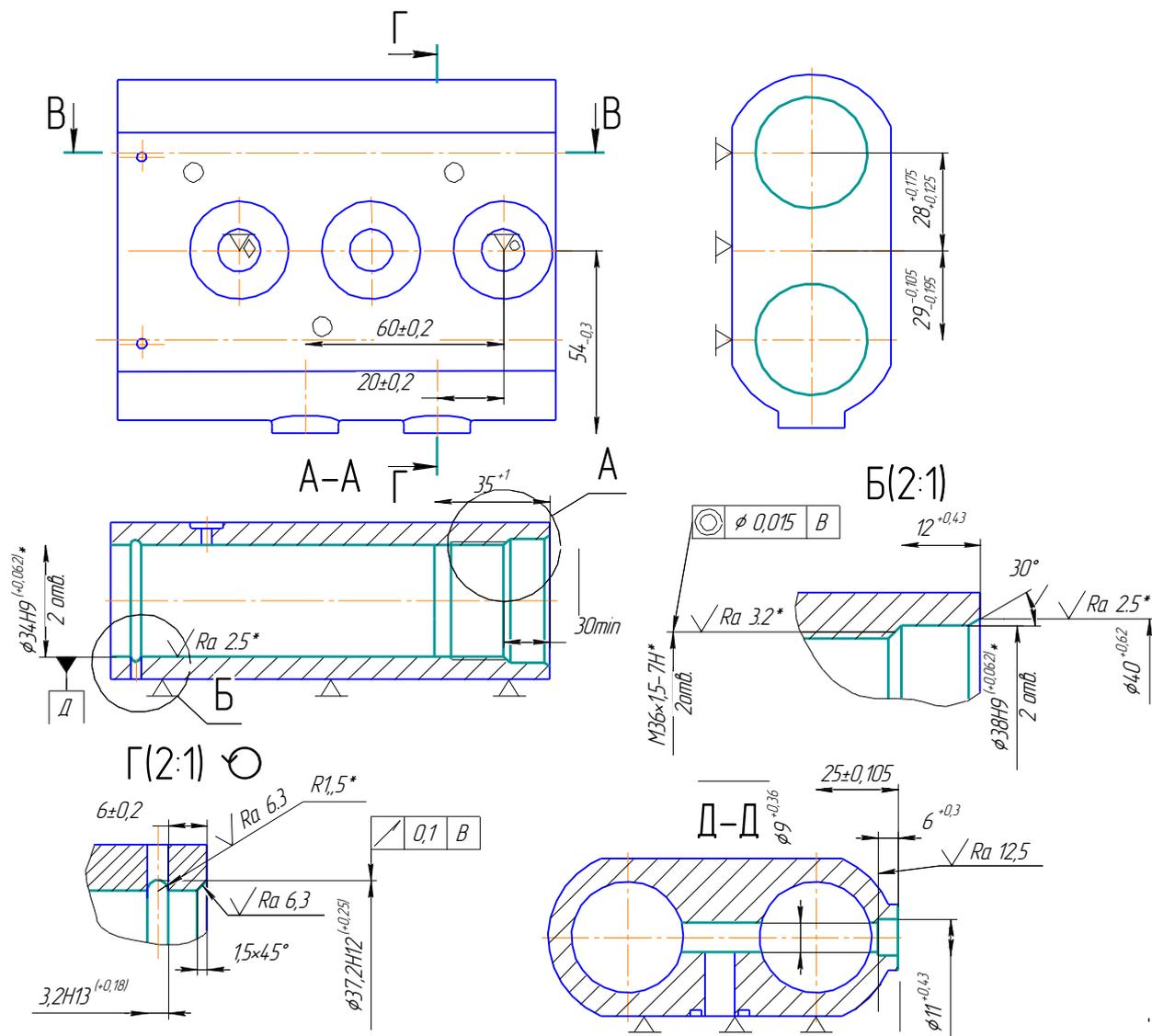


Рисунок 2.5 Схема базирования на операции 035

Операция 045.

Заготовка устанавливается аналогично операции 035. Базирование на плоскость и на два пальца: срезанный и цилиндрический.

Все размеры отверстий, получаемых на этой операции, обеспечиваются инструментом, обработка ведется на проход, поэтому для них $\varepsilon_6=0$. Получаемый диаметр отверстий $\varnothing 34 \frac{+0,122}{+0,080}$ мм, глубина обработки 98 мм (см. сечение А-А рис. 2.5).

Номинальные размеры и их предельные отклонения на положение отверстий $\varnothing 34 \frac{+0,122}{+0,080}$ под золотники от осей установочных пальцев получены путем расчета размерных цепей. Для размера $29 \frac{-0,105}{-0,195}$ это размерная цепь (а) на рисунке 2.5. А для размера $28 \frac{+0,175}{+0,125}$ это размерная цепь (б) на рисунке 2.6. Расчеты выполнены с помощью библиотеки «Размерная цепь» системы Компас 3D.

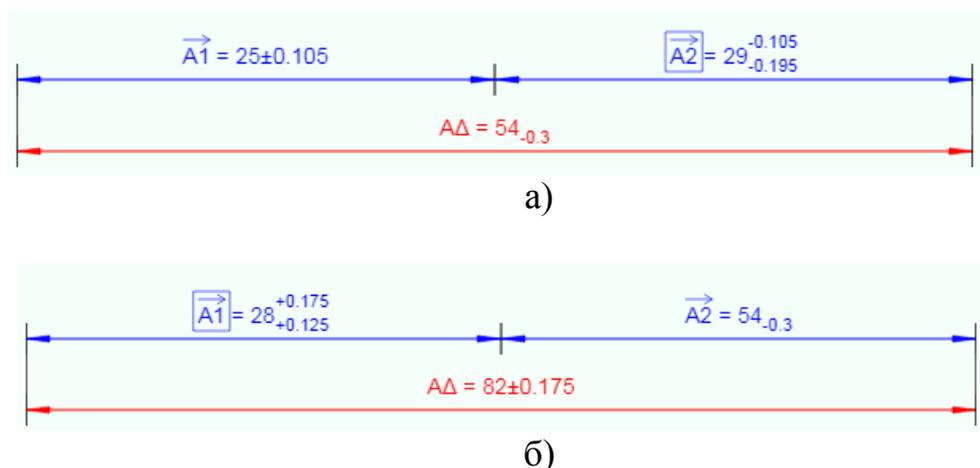


Рисунок 2.6 Размерные цепи

2.1.5 Выбор средств технологического оснащения

Выбор технологического оборудования, оснастки и инструментов выполнен с помощью открытых интернет источников [11-15].

Операция 005 Вертикально - фрезерная.

1. Оборудование

Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр Haas VF-1

Технические характеристики станка

Макс. перемещение по оси X, мм

508

Макс. перемещение по оси Y, мм	406
Макс. перемещение по оси Z, мм	508
Максимальное расстояние от стола до торца шпинделя, мм	610
Минимальное расстояние от стола до торца шпинделя, мм	102
Длина стола, мм	660
Ширина стола, мм	356
Макс. нагрузка на стол (равном. распределенная), кг	1361
Ширина T-образных пазов, мм	16
Расстояние между T-образными пазами, мм	125
Размер конуса шпинделя	40
Максимальная частота вращения шпинделя, об/мин	8100
Макс. мощность шпинделя, кВт	22,4
Макс. крутящий момент, кН	122
Макс. осевое усилие, кН	18,7
Макс. скорость холостых подач, м/мин	25,4
Макс. рабочие подачи по осям XYZ, м/мин	16,5
Кол-во позиций в автоматическом сменщике инструмента, шт	20
Макс. диаметр инструмента (при занятых соседних позициях), мм	89
Макс. масса инструмента, кг	5,4
Время смены инструмента (среднее), сек	4,2
Точность позиционирования, мм	±0,0050
Повторяемость, мм	±0,0025
Объем бака СОЖ, л	208

2. Средства технологического оснащения.

Фреза концевая цилиндрическая с СМП НМР01 -040×55-XP40-SP12-02

Пластина АРКТ 150412-PM

Пластина SPMT 120408-PM

Оправка WELDON SK40-SL40-115

Торцевая фреза 3P TF90-632-16R-06

Пластина 190608R-M
Оправка торцевых и насадных фрез DIN69871 40 SEM 16x35
Центровочное сверло $\varnothing 8$ P6M5;
Цанговый патрон DIN 69871S40ER16H70
Цанга ER16D08
Сверло оправка TCD 125-129-16T3-5D
Вставка TCD 127- P
Оправка WELDON S40WE16H63;
Корпус развертки ТВ T13.000-S-16T0-3B
Сменные лезвия ТВ- 3B06
Цанговый патрон DIN 69871 S40ER25H70
Цанга ER 25D16
Цековка 2350-0724 ГОСТ 26258-87;
Оправка DIN 69871800000217;
Монолитные сверла NHD 030-014-06 PE3;
Цанговый патрон DIN 69871 S40ER16H70;
Цанга ER16D06;
Штангенциркуль ШЦ-Ш-0-500-0,1 ГОСТ 166-80;
Очки 0 ГОСТ 12.4.013-85;
Тара 505-190.
Тиски специальные с призматическими губками
СОЖ 5% Укринол-1 ТУ 38-101197-76

Операция 015 Вертикально - фрезерная.

1. Оборудование

Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр Haas VF-1

2. Средства технологического оснащения.

Торцевая фреза 3P TF90-632-16R-06

Пластина 190608R-M

Оправка торцевых и насадных фрез DIN69871 40 SEM 16x35
 Центровочное сверло $\varnothing 8$ P6M5;
 Цанговый патрон DIN 69871S40ER16H70
 Цанга ER16D08
 Сверло оправка TCD 125-129-16T3-5D
 Вставка TCD 127- P
 Оправка WELDON S40WE16H63;
 Монолитные сверла NHD 030-014-06 PE3;
 Цанговый патрон DIN 69871 S40ER16H70;
 Цанга ER16D03;
 Цельная твердосплавная фреза PM-2R-D3.0R0.3;
 Цанговый патрон DIN 69871 S40ER16H70;
 Цанга ER16D03;
 Штангенциркуль ШЦ-Ш-0-500-0,1 ГОСТ 166-80;
 Очки 0 ГОСТ 12.4.013-85;
 Тара 505-190.
 Приспособление специальное
 СОЖ 5% Укринол-1 ТУ 38-101197-76

Операция 025 Плоскошлифовальная.

1. Оборудование

Станок плоскошлифовальный с крестовым прямоугольным столом и горизонтальным шпинделем мод. 3E710A.

Технические характеристики станка.

Класс точности станка по ГОСТ 8-82, (Н,П,В,А,С).....	А
Размеры зеркала стола (ВxL), мм.....	400
Рабочая подача суппорта, мм/ход.....	125
Размеры шлифовального круга (DxHxd), мм.....	200x32x76
Пределы частоты вращения шпинделя Min об/мин.....	6.3

Пределы частоты вращения шпинделя Max об/мин.....	13000
Мощность двигателя, кВт.....	3
Габариты станка Длина Ширина Высота (мм).....	1470×1450×1790
Масса, кг.....	2300

2. Средства технологического оснащения.

Шлифовальный круг 1 200×32×76 9A 40 K5 CT1 ГОСТ 2424-83

Плита магнитная ПМУМ 7208-0009

Очки 0 ГОСТ 12.4.013-85;

Тара 505-190

СОЖ Ultracut 370

Операция 035 Вертикально - фрезерная.

1. Оборудование

Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр Haas VF-1, оснащенный поворотным столом уменьшенной длины с пневмотормозом Haas HRT210.

Диаметр планшайбы стола.....210 мм

Крутящий момент.....285 Нм

Максимальная скорость вращения.....100 град/сек

2. Средства технологического оснащения.

Центровочное сверло ø8 P6M5;

Цанговый патрон DIN 69871S40ER16H70

Цанга ER16D08

Оправка Taegu Tec TSD 180-189-25T2-80

Вставка Taegu Tec TSD 180-P

Оправка WELDON S40WE25H100

Оправка LCD- 330-339-40T2-5D;

Пластина LCD- 335-P

Оправки WELDON S40WE40H115

Расточной инструмент C3-391.69A-2-026 211 A

Ползун- резцовая вставка СС391.68А-2-038 13 С06 А
Базовый держатель С3-390.140-40 030;
Расточной инструмент С4-391.69А-3-032 262 А;
Ползун- резцовая вставка ТС 391.68А-3-047 16 Т11 А;
Базовый держатель С4-390.140-40 030;
Фреза для снятия фасок R215.64-12А20-6012;
Пластины для фрез SPMT 12 04 08-WL;
Цанговый патрон DIN 69871 S40ER32H70;
Цанга ER32D20;
Концевая фреза двуперая TMTSR 0020 H14-2 ;
Пластина TMT14 I 1.5 ISO;
Цанговый патрон S40ER32H70;
Канавочная однозубая фреза R331.91- 022.3-018.
Пластины для канавочных фрез 331.91- 3110.-1
Цанговый патрон DIN 69871S40ER16H70
Цанга ER16D08
Торцевая фреза 3P TF90-632-16R-06;
Пластина ЗРКТ 190608R-M;
Оправка для насадных фрез DIN 69871 S40FC16H55.A;
Оправка Taegu Tec TSD 090-094-12T3-3D;
Вставка Taegu Tec TSD 090-P;
Оправка WELDON S40WE12H50;
Монолитное сверло NHD 110-056-12 PE5
Цанговый патрон DIN 69871 S40ER16H70.
Шаблон для измерения фасок специальный
Штангенциркуль ШЦ-Ш-0-500-0,1 ГОСТ 166-80;
Очки 0 ГОСТ 12.4.013-85
Тара 505-190.
СОЖ 5% Укринол-1 ТУ 38-101197-76

Пробка М 36 ПР ГОСТ 24997-81

Пробка М 36 НЕ ГОСТ 24997-81

СОЖ 5% Укринол-1 ТУ 38-101197-76

Операция 045 Хонинговальная

1. Оборудование

Вертикальный хонинговальный станок GENRING P 350-31

Технические характеристики

Вид исполнения станка.....вертикальный

Диаметр хонингования мин.-макс.....3-60 мм

Макс. длина хонингования.....350 мм

Размер стола.....456 x 803

Поворотный стол.....2 позиции

Скорость вращения заготовки.....1000 об/мин

Диапазон вращения инструмента.....100 - 1500 об/мин

Хонинговальные давление.....22 атм/мин

Габариты станка ДхШхВ.....2500 x 1800 x 3500 мм

Вес станка.....10 т

Средства технологического оснащения.

Специальное приспособление

Хон

бруски: БП 12x4x50 25А 8 С2 3 К А ГОСТ 2456-82;

Пробка Ø34 100–2815;

СОЖ "МОДУС-М"

Тара 505–178;

Очки 0 ГОСТ 12.4.013–85.

2.1.6 Расчет припусков

Припуск - это слой материала, удаляемый с поверхности заготовки в целях достижения заданных свойств обрабатываемой поверхности детали. Любая заготовка, предназначенная для механической обработки,

изготавливается с припуском на размеры готовой детали. В величину припуска, снимаемого при первых, черновых операциях, входит также дефектный слой. Дефектный слой включает в себя выпуклости, вмятины, раковины, трещины, погрешности формы и размеров заготовки. У штамповок дефектный слой от 0,5 до 1,5 мм. Припуск на обработку поверхностей детали может быть назначен по соответствующим справочным таблицам, ГОСТам или на основе расчетно-аналитического метода определения припусков (РАМОП). РАМОП предусматривает расчет припусков по всем последовательно выполняемым технологическим переходам (промежуточные припуски) [16-18].

Данный метод основан на определении минимального припуска, который определяется по формуле:

$$2Z_{\min} = 2(R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\sum_{i-1}}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (2.7)$$

где $R_{Z_{i-1}}$ – шероховатость поверхности, получаемая на предшествующем технологическом переходе;

h_{i-1} – глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем технологическом переходе;

$\Delta_{\sum_{i-1}}$ – суммарное пространственное отклонение, полученное на предшествующем технологическом переходе;

ε_i – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе.

Результаты расчета, полученные данным методом, заносятся в специальную таблицу.

Рассмотрим обрабатываемую поверхность $\varnothing 34H9^{(+0,062)}$ мм Ra = 2,5 мкм. Все необходимые справочные данные принимаем в соответствии с [16-18]. Результаты расчетов вносим в таблицу 2.4.

Т.к. на данную поверхность после обработки наносится покрытие Н30, то необходимо уточнить значения его предельных отклонений (покрытие Н30, толщина слоя: 0,03÷0,04 мм):

$$EI = EI_0 + S_{\max} \cdot 2 \quad (2.8)$$

$$ES = ES_0 + S_{min} \cdot 2 \quad (2.9)$$

$$ES = 0,062 + 0,03 \cdot 2 = 0,122 \text{ мм}$$

$$EI = 0 + 0,04 \cdot 2 = 0,080 \text{ мм}$$

Таким образом, получаем $\varnothing 34 \frac{+0,122}{+0,080}$ мм.

Определение общих минимального и максимального припусков:

$$2Z_{\min \text{ общ}} = 550 + 384 + 300 = 1234 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\max \text{ общ}} = 700 + 422 + 320 = 1422 \text{ мкм.}$$

Проверка правильности расчета:

$$2Z_{\max \text{ общ}} - 2Z_{\min \text{ общ}} = TD_3 - TD_0, \quad (2.10)$$

$$1422 - 1234 = 250 - 42 = 208 \text{ мкм.}$$

Расчёт припусков выполнен верно.

Таблица 2.4 - Расчет припусков на обработку отверстия $\varnothing 34H9$ мм

Технологический переход обработки и поверхности	Элементы припуска, мкм.				Мин. припуск $2Z_{\min}$, мкм.	Расчётный максимальный размер, мм.	Допуск T_d , мкм.	Предельные размеры, мм.		Предельные значения припусков, мкм.	
	Rz	H	Δ_Σ	ϵ				min	max	$2Z_{\max}$	$2Z_{\min}$
Сверление IT12	50	70	97,8	–	–	33,475	180	18,09	17,91	–	–
Расверливание IT10	32	40	3,9	0	435	33,91	100	33	33,1		
Растачивание IT9	10	20	0,2	0	152	34,062	62	34,0	34,062	1000	0,962
Хонингование	6,3	–	0,004	0	60	34,122	42	34,122	34,08	0,122	0,018
Итого, Σ										1122	980

В таблице 2.5 приведен расчёт припусков на обработку отверстия $\varnothing 13H8$ мм.

Таблица 2.5 - Расчет припусков на обработку отверстия $\varnothing 13H8$ мм

Технологический переход обработки и поверхности	Элементы припуска, мкм.				Мин. припуск Z_{\min} , мкм.	Расчётный максимальный размер, мм.	Допуск T_d , мкм.	Предельные размеры, мм.		Предельные значения припусков, мкм.	
	Rz	H	Δ_{Σ}	ϵ				min	max	Z_{\max}	Z_{\min}
Сверление IT10	12,5	20	6	0	-	12,985	0,18	12,7	12,88	-	-
Развертывание IT8	5	5	1	0	78	13,063	0,063	13	13,063	195	78

Общие припуски $Z_{O\min}=78$ мкм, $Z_{O\max}=195$ мкм.

Проверка расчёта припусков:

$$Z_{O\max} - Z_{O\min} = 195 - 78 = 117 \text{ мкм.};$$

$$T_{\text{дзар}} - T_{\text{дет}} = 180 - 63 = 117 \text{ мкм.}$$

Расчёт припусков выполнен верно.

2.1.7 Расчет режимов резания.

Расчет режимов резания для сверлильно-фрезерных операций выполнялся по следующей методике.

1. По рекомендациям производителей режущего инструмента, указанным в каталогах фирм-производителей принимаем среднее значение из рекомендуемого диапазона значений скорости резания $V_{\text{табл.}}$. Далее определяем поправочный коэффициент k_v , учитывающий изменение физико-механических свойств обрабатываемого материала и рассчитываем значение скорости резания:

$$V_c = V_{\text{табл.}} \cdot k_v. \quad (2.11)$$

2. Определяем рекомендуемое значение подачи режущего инструмента (подачи на оборот или на зуб). Принимаем среднее значение из рекомендуемого производителями диапазона.

3. Определяем и вносим в онлайн – калькулятор режимов резания [19] значения параметров резания – глубину резания, ширину резания, необходимые геометрические параметры режущего инструмента, а также определяем длину рабочего хода инструмента:

$$L = l + l_{вр} + l_{пер}, \quad (2.12)$$

где l – длина обработки, мм;

$l_{вр}$ – длина врезания, мм;

$l_{пер}$ – длина перебега, мм.

4. Выполняем расчет и вносим результаты в таблицу 2.6.

5. Далее производим проверку возможности обработки с расчетными режимами резания исходя из мощности станка и максимального числа оборотов шпинделя.

Таблица 2.6 – Результаты расчета режимов резания

№ перехода	№ инструмента	Содержание операции	t , мм	S , мм/об	S , мм/зуб	S , мм/мин	V , м/мин	n , об/мин	P , кВт	$T_{ор}$, мин.
Операция 005 Вертикально - фрезерная										
1	1	Фрезеровать поверхность выдерживая размеры $48 \pm 0,31$	2		0,08	153	120	955	2,7	2,3
2	1	Фрезеровать поверхность в размер $133_{-0,3}$	2		0,08	153	120	955	2,7	2,3

№ перехода	№ инструмента	Содержание операции	t, мм	S, мм/об	S, мм/зуб	S, мм/мин	V, м/мин	n, об/мин	P, кВт	T _{ср} мин.
3	2	Фрезеровать поверхность в размер 133 _{0,3}	2,1		0,15	1253	140	1393	2,09	0,61
3	2	Центровать 5 отверстий.	2	0,16	-	-	120	6366	1	0,04
4	3	Сверлить 3 отверстия в размер $\varnothing 12,7^{+0,43}$ на проход.	6,35	0,25	-	-	100	2506	3,46	1,318
5	4	Развернуть 3 отверстия в размер $\varnothing 13H8$ на проход.	0,15	0,25	-	-	70	1714	0,09	0,939
6	5	Цековать 3 отверстия в размеры $\varnothing 30^{+0,52}$ и на глубину $5 \pm 0,5$.	8,5	0,10	-	-	16	169,8	0,6	1,63
7	6	Сверлить 2 отверстия в размер $\varnothing 3+0,25$, выдерживая размеры $7,5 \pm 0,18$ и $57 \pm 0,18$.	1,5	0,05	-	-	35	3714	0,03	0,962

Операция 015 Вертикально - фрезерная.

№ перехода	№ инструмента	Содержание операции	t, мм	S, мм/об	S, мм/зуб	S, мм/мин	V, м/мин	n, об/мин	P, кВт	T _{ор} , мин.
1	1	Фрезеровать поверхность в размер 48,4 _{-0,2} .	2,1	-	0,1	836	140	1393	2,095	0,66
2	2	Центровать 6 отверстий.	2	0,16	-	-	120	6366	1	0,05
3	3	Сверлить 2 отверстия в размер $\varnothing 3^{+0,25}$, выдерживая размеры 88 \pm 0,37 и на глубину 7мм.	1,5	0,05	-	-	35	3714	0,03	0,962
4	4	Фрезеровать 2 углубления в размер $\varnothing 10^{+0,11}_{+0,03}$ на глубину 2,27 ^{+0,1} .	3,5	-	0,03	446	70	7484	0,46	0,15
5	5	- Сверлить 4 отверстия в размер $\varnothing 9^{+0,36}$ на глубину 30 ⁺¹ .	4,5	0,15	-	-	100	3536	1,66	1,06

№ перехода	№ инструмента	Содержание операции	t, мм	S, мм/об	S, мм/зуб	S, мм/МИН	V, м/МИН	n, об/МИН	P, кВт	T _{ор} , МИН.
6	4	Фрезеровать 4 кольцевые канавки в размеры $\varnothing 18^{+0.14}_{+0.03}$ и $\varnothing 11^{-0.03}_{-0.201}$ на глубину 2,27+0,1.	3,5		0,03	446	70	7484	0,46	0,288

Операция 035 Вертикально - фрезерная.

1	1	Позиция 1 Центровать 2 отверстия .	2	0,16	-	-	120	6366	1	0,06
продолжение табл. 2.6										
2	2	Сверлить 2 отверстия в размер $\varnothing 18^{+0.18}$ на проход.	9	0,3	-	-	100	1768	5,63	0,56
3	3	Рассверлить 2 отверстия в в размер $\varnothing 33^{+0.25}$ на проход.	7,5	0,3	-	-	150	1446	5,2	0,762
4	4	Расточить 2 отверстия в размер $\varnothing 34Н9$ на проход.	0,5	0,2	-	-	150	1404	0,9	0,96
5	5	Расточить 2 отверстия в размер $\varnothing 38Н9$ на глубину 12 _{+0,43} .	2	0,2	-	-	150	1256	3,47	0,11

№ перехода	№ инструмента	Содержание операции	t, мм	S, мм/об	S, мм/зуб	S, мм/мин	V, м/мин	n, об/мин	P, кВт	T _{ор} , мин.
6	8	Фрезеровать 2 фаски в размер 30°.	1,5	-	0,2	1060	150	1768	2,71	0,006
7	7	Фрезеровать резьбу на М36×1,5–7Н на глубину 30min.	1,5	-	0,16	851	134	2660	3,54	0,64
8	6	Позиция 2 Фрезеровать 2 канавки в размеры 3,2Н13, Ø37,2Н12.	3,2	-	0,25	384	100	1480	1,25	0,26
9	9	Фрезеровать 2 фаски в размер 1,5×45°.	1,5	-	0,2	1060	150	1768	2,71	0,006
продолжение табл. 2.6										
10	10	Позиция 3 Фрезеровать поверхность в размер 54 _{-0,3} .	2	-	0,15	1253	140	1393	2,09	0,027
11	1	Центровать 2 отверстия.	2	0,16	-	-	120	6366	1	0,006
12	11	Сверлить 2 отверстия в размер Ø9 ^{+0,36} на глубину 68 ⁺¹ мм.	4,5	0,15	-	-	100	3536	1,66	0,142

№ перехода	№ инструмента	Содержание операции	t, мм	S, мм/об	S, мм/зуб	S, мм/МИН	V, м/МИН	n, об/МИН	P, кВт	T _{ор} , МИН.
13	12	Рассверлить 2 отверстия в размер $\varnothing 11^{+0,43}$ на глубину $6^{+0,3}$ мм.	3	0,15	-	-	35	1013	0,67	0,230

Режимы резания на 025 операцию - плоскошлифовальную определяем исходя из рекомендаций [15, 16, 17, 19].

1. Определим частоту вращения шлифовального круга при принятой скорости $V_k=35$ м/с.

$$n_k = \frac{1000 \cdot 60 V_k}{\pi \cdot D_k} = \frac{1000 \cdot 60 \cdot 35}{3,14 \cdot 200} = 3343 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

По паспортным данным станка 3E710A $n_k = 6 - 13000$ мин-1

2. Определяем скорость движения продольной подачи $V_{\text{спрод}}$. Для стали конструкционной твёрдостью до 30 HRC, $V_{\text{спрод}} = 18$ м/мин.

3. Определяем поперечную подачу круга. Для параметра шероховатости поверхности $Ra=2,5$ мкм и ширины шлифовального круга $B_k = 32$ мм $S = 11$ мм/ход стола.

4. Определяем подачу на глубину на проход. Движение подачи на величину на проход, или вертикальная подача круг, осуществляется в момент реверсивного поперечного движения подачи.

Для конструкционной стали твёрдостью до 30 HRC_Э, припуск на обработку 0,4 мм и поперечной подачи S до 11 мм/ход стола $S_{\text{тх}} = 0,015$ мм.

5. Определяем мощность затрачиваемую на резание [19] $N_{\text{табл}} = 2,8$ кВт.

6. Определяем основное время. Основное время при плоском шлифовании периферией круга T_0 (в мин) рассчитывается по формуле

$$T_0 = L \times B \times Z / 1000 S_{\text{тх}} \times S_{\text{пр}} \times S_{\text{поп}} \quad (2.13)$$

где, $L = L_{\text{шл}} + 30$ - длина шлифования, мм;

$L_{\text{шл}}$ - длина шлифуемой поверхности;

$B = B_{\text{шл}} + B_{\text{к}} + 5$ - ширина шлифования, мм;

$B_{\text{шл}}$ - ширина шлифуемой поверхности, мм;

$B_{\text{к}}$ - ширина шлифовального круга, мм;

Z - припуск на обработку, мм;

$S_{\text{пр}}$ - продольная подача, м/мин;

$S_{\text{поп}}$ - поперечная подача мм/ход;

$S_{\text{тх}}$ - подача на глубину резания, мм.

$$T_0 = 163 \times 116 \times 0,4 / 1000 0,015 \times 18 \times 11 = 2,54 \text{ мин.}$$

Для операции 045 Хонинговальной расчет режимов резания ведем по методике изложенной в [20].

Обработать 2 отверстия $\varnothing 34_{+0,08}^{+0,122}$.

1. Припуск на обработку $h = 0,2$ мм/диаметр;

2. Радиальная подача брусков $S_p = 0,2$ мкм/дв.ход;

3. Окружная скорость $V_{\text{окр}} = 50$ м/мин;

4. Возвратно-поступательная скорость хонинговальной головки $V_{\text{в-п}} = 10$ м/мин;

5. Рекомендуемое давление абразивных брусков $P = 0,3$ МПа.

6. Основное время определяем по формуле:

$$T_0 = \frac{L}{V_{\text{в-п}}} \cdot \frac{h}{S_p} \cdot K, \quad (2.14)$$

где $K = 1,1 \dots 1,3$ – коэффициент, учитывающий «выхаживание» и износ брусков, принимаем $K = 1,2$;

L – длина хода хонинговальной головки, которая определяется по формуле:

$$L = l_d + 2 l_{\text{пер}} - l_{\text{бр}} = 98 + 2 \cdot 3 - 50 = 54 \text{ мм.}$$

$$T_o = \frac{54}{500} \cdot \frac{0,2}{0,002} \cdot 1,2 = 0,7 \text{ мин.}$$

Так как необходимо обработать 2 отверстия, то время составит 1,4 мин.

2.1.8 Нормирование технологического процесса механической обработки.

Норма времени [21, 22]:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{п-з}}{n}, \quad (2.15)$$

где $T_{шт-к}$ – штучно-калькуляционное время выполнения работ на станках, мин;

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

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

Для станков с ЧПУ:

$$T_{шт} = (T_{ца} + T_B \cdot K_{тв}) \cdot \left(1 + \frac{A_{обс} + A_{отд}}{100} \right), \quad (2.16)$$

где $T_{ца} = T_o + T_{мв}$, – время цикла автоматической работы станка по программе, мин.

T_o – основное время на обработку одной детали, мин;

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

T_B – вспомогательное время, мин;

$K_{тв}$ – поправочный коэффициент вспомогательного времени;

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

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

$$T_B = T_{уст} + T_{опер} + T_{изм}, \quad (2.17)$$

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

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

$T_{изм}$ – время на измерение, мин.

$$T_{П-3} = T_{П-31} + T_{П-32} + T_{П-3.ОБР}, \quad (2.18)$$

где $T_{П-31}$ – время на организационную подготовку, мин;

$T_{П-32}$ – время на наладку станка, мин;

$T_{П-3.ОБР}$ – нормы времени на пробную обработку, мин.

Для универсальных станков:

$$T_{шт} = (T_0 + T_B \cdot K_{ИБ}) \cdot \left(1 + \frac{A_{ОБС} + A_{ОТД}}{100}\right), \quad (2.19)$$

где T_0 – основное время на обработку одной детали, мин;

T_B – вспомогательное время, мин;

$K_{ИБ}$ – поправочный коэффициент вспомогательного времени;

$A_{ОБС}$ – время на обслуживание рабочего места, %;

$A_{ОТД}$ – время на отдых и личные надобности, %.

$$T_B = T_{УСТ} + T_{ПЕР} + T_{ИЗМ}, \quad (2.20)$$

где $T_{УСТ}$ – время на установку и снятие детали, мин;

$T_{ПЕР}$ – время, связанное с переходом, мин;

$T_{ИЗМ}$ – время на измерение, мин.

$$T_{П-3} = T_{П-31} + T_{П-32} + T_{П-3.ОБР}, \quad (2.21)$$

где $T_{П-31}$ – время на организационную подготовку, мин;

$T_{П-32}$ – время на наладку станка, мин;

$T_{П-3.ОБР}$ – нормы времени на пробную обработку, мин.

Результаты нормирования рассчитаны на основе литературы [21,22] и приведены в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Нормирование операций.

№ опер.	Содержание работы	Источник	Время, мин
1	2	3	4
005	Вертикально-фрезерная		
	1. Основное время		10,1
	2. Вспомогательное время:		
	время, связанное с операцией	Карта 14,0,4 поз.1-6	1,0
	время на установку и снятие изделия	Карта 13,1,1	
	Коэффициент на вспомогательное время	поз. 3	2,5

продолжение табл. 2.7			
№ опер.	Содержание работы	Источники продолжение табл. 2.7	Время, мин
1	2	3	4
	Суммарное вспомогательное время		
	3. Время перерывов на отдых и личные надобности, %		4%
	4.Время на обслуживание рабочего места, %	Карта 16	14%
	Штучное время	Поз.39	11,63
	Суммарное подготовительно-заключительное время	Карта 49, поз.2, 3, 6	43,5
	Штучно-калькуляционное время	Карта 26,	11,72
010	Слесарная	карта 23	0,35
015	Вертикально - фрезерная		
	1. Основное время		3,12
	2. Вспомогательное время: на установку и снятие детали	Карта 9, поз.1	0,6
	время на установку и снятие изделия	Карта 48,	1,0
	Коэффициент на вспомогательное время	поз.18	1,15
	Суммарное вспомогательное время	Карта 86, поз.158	2,75
	Время на обслуживание рабочего места,%		15%
	Время перерывов на отдых и личные надобности,%	Карта 49 Карта 88	4%
	Суммарное подготовительно-заключительное время	Карта 49, поз.1	56,2 6,87
	6. Штучное время		
	7. Штучно-калькуляционное время	Карта 49, поз.2, 3, 6 Карта 49, поз.9	6,98
020	Слесарная	карта 23	0,4
025	Плоскошлифовальная		
	1. Основное время		2,54
	2. Вспомогательное время: время, связанное с операцией	Карта 14, поз.1-6	0,15 0,29
	время на установку и снятие изделия	Карта 13,	1,1
	Коэффициент на вспомогательное время	поз. 3	1,45
	Суммарное вспомогательное время	Карта 86,	
	3. Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные	Карта 16 поз.1-6	14% 4%

№ опер.	Содержание работы	Источник	Время, мин
1	2	3	4
	надобности		
	Суммарное подготовительно-заключительное время	Поз.39 Карта 26	6
	Штучное время		3,25
	Штучно-калькуляционное время		3,26
030	Слесарная	карта 23	0,4
035	Вертикально - фрезерная		
	1. Основное время		3,77
	2. Вспомогательное время: связанное с операцией на установку и снятие детали на измерение Коэффициент на вспомогательное время Суммарное вспомогательное время	Карта 88 поз.20 Карта 16, поз.7, 40 Карта 56, поз.16 Карта 86, поз.72	1,3 1,0 0,32 1,2 3,82
	3. Время на обслуживание рабочего места	Карта 56, поз.18	16%
	4. Время перерывов на отдых и личные потребности	Карта 56, поз.20	5%
	5. Суммарное подготовительно-заключительное время	Карта 56, поз.21	108,5
	6. Штучное время		9,196
	7. Штучно-калькуляционное время		9,42
040	Слесарная	Карта 23	2,35
045	Хонинговальная		
	1. Основное время		1,4
	2. Машинно-вспомогательное время по программе	Карта 14, поз.1-6	2,78
	3. Вспомогательное время: связанное с операцией на установку и снятие изделия на измерение Коэффициент на вспомогательное время Суммарное вспомогательное время	Карта 13, поз.7, 36 Карта 15, поз.7, 9, Карта 86, поз.72	0,6 1,0 3,16 1,15 8,69
	Время на обслуживание рабочего места,%	Карта 16,	15%
	Время перерывов на отдых и личные потребности,%	с.90 Карта 25,	4%

продолжение табл. 2.7			
№ опер.	Содержание работы	Источник	Время, мин
1	2	3	4
	Суммарное подготовительно-заключительное время	Карта поз.8, 21,	25,58,3 20,
	6. Штучное время		3,05
	7. Штучно-калькуляционное время		3,34

2.2 Конструкторская часть.

2.2.1 Обоснование конструкции приспособления.

В конструкторской части выпускной квалификационной работы спроектировано сверлильно-фрезерное приспособление, предназначенное для фрезерования и сверления заготовки на операции 035 вертикально-фрезерной. Обработка корпуса в данном приспособлении ведется с трех сторон. Приспособление устанавливается на поворотный стол Naas HRT210 с базированием по центральному отверстию стола и пазу с помощью короткого цилиндрического пальца поз.4. и шпонки поз.16. Закрепление приспособления на поворотном столе станка выполняется с помощью болтов, устанавливаемых в Т-образные пазы, и пазов размером 15×28 в плите поз. 1 приспособления. Заготовка устанавливается на пластины поз. 11 и два установочных пальца цилиндрический поз. 13 и срезанный поз. 14. Закрепление заготовки выполняется двумя Г-образными прихватами поз. 3 с помощью гаек поз. 9. Для установки/снятия заготовки приспособление Г-образные прихваты имеют возможность поворота на 90 градусов.

Расчет условия установки на два установочных пальца (цилиндрический и ромбический) производился в соответствии с [23,24]. Принимаем диаметр отверстий 13H8(+0,027), диаметр установочных пальцев $13f9\left(\begin{smallmatrix} -0.016 \\ -0.059 \end{smallmatrix}\right)$ и конструктивные размеры в соответствии с ГОСТ 12210-66, ГОСТ 12209-66, допуск на межцентровое расстояние отверстий в заготовке 46 мкм.

$$S_{\min}^1 + S_{\min}^2 \frac{D}{b} \geq \delta_o + \delta_{\text{п}}, \quad (2.22)$$

где S_{\min}^1 – минимальный зазор в сопряжении первого отверстия с пальцем;

S_{\min}^2 – минимальный зазор в сопряжении второго отверстия с пальцем

δ_o – допуск на межцентровое расстояние базовых отверстий;

$\delta_{\text{п}}$ – допуск межцентрового расстояния установочных пальцев.

$\delta_{\text{п}} = \frac{1}{2} \delta_o$, тогда получаем по выражению 1

$$16 + 16 \frac{13}{3} \geq 46 + 23$$

$$75,28 \geq 69.$$

Условие установки выполняется, при заданном допуске на межцентровое расстояние отверстий заготовки и допуске на межцентровое положение пальцев в приспособлении равном 23 мкм.

Погрешность базирования на выполняемые линейные размеры зависит от величины предельного смещения (поворота) заготовки при установке её по плоскости и отверстиям на два пальца, и определяется в соответствии с [23].

$$\tan \alpha = \frac{S_{\max}^1 + S_{\max}^2}{2 \cdot A_o} \quad (2.23)$$

S_{\max}^1 – максимальный зазор в сопряжении первого отверстия с пальцем;

S_{\max}^2 – максимальный зазор в сопряжении второго отверстия с пальцем;

A_o – расстояние между центрами базовых отверстий и установочных пальцев (номинальный размер).

$$\tan \alpha = \frac{86 + 86}{2 \cdot 80} = 0,000905$$

$$\alpha = 0,0174^\circ$$

2.2.2 Силовой расчет приспособления

Упрощенная схема для силового расчета приспособления представлена на рисунке 3.1. Исходя из анализа выполняемых технологических переходов

на операции 035 наибольшее усилие, возникающее при резании, это осевая сила при сверлении, которая направлена под 90° к опорным пластинам (в нашем случае $R=3104$ Н).

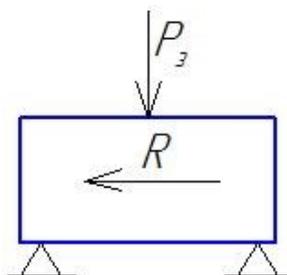


Рисунок 2.6 Схема для силового расчета приспособления

Сила, необходимая для зажима:

$$P_z = K \cdot \frac{R}{f_{on} + f_{зм}} \quad (2.24)$$

где f_{on} и $f_{зм}$ - коэффициенты трения между поверхностями заготовки и установочными и зажимными элементами приспособления;

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

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (2.25)$$

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

$K_1 = 1,2$ - коэффициент неровностей;

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

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

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

$$P_z = K \cdot \frac{R}{f_{on} + f_{зм}} = 3,04 \cdot \frac{3104}{0,12 + 0,12} = 38804 \text{ Н}$$

Силы, действующие на Г-образном прихвате, изображены на рис 3.2.

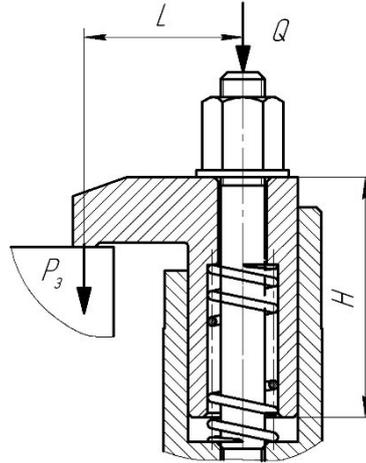


Рисунок 2.7 Действующие на Г-образном прихвате силы

Сила, действующая на гайке, определяется по формуле [23]:

$$Q = \frac{P_3}{1 - 3 \cdot f \cdot L/H}, \quad (2.26)$$

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

L и H – конструктивные элементы прихвата ($L=58\text{мм}$, $H=72\text{мм}$).

$$Q = \frac{38804/2}{1 - 3 \cdot 0,12 \cdot 58/72} = 27326\text{Н}$$

При известной силе Q вычисляют номинальный диаметр винта по формуле:

$$d = 1,4 \sqrt{\frac{Q}{\sigma_p}}, \quad (2.27)$$

где σ_p – напряжение материала винта, для стали 20 $\sigma_p = 400$ МПа;

$$d = 1,4 \sqrt{\frac{27326}{400}} = 11,57 \text{ мм.}$$

Принимаем $d = 16\text{мм}$.

Определяем необходимые параметры резьбы: резьба М16, шаг резьбы $P=1,5$ мм, $d_1=D_1=15,026$ мм, $d_2=D_2=14,376$ мм.

Момент затяжки:

$$M = 0,5 \cdot Q \cdot \left\{ d_2 \cdot \text{tg}(\alpha + \varphi_{np}) + f \cdot (D_{н.т.}^3 - d_{н.т.}^3) / [3 \cdot (D_{н.т.}^2 - d_{н.т.}^2)] \right\}, \quad (2.28)$$

где d_2 – средний диаметр резьбы;

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

t – шаг резьбы;

φ_{np} – приведённый коэффициент трения для заданного профиля резьбы, определяется по формуле:

$$\varphi_{np} = \arctg\left(\frac{f}{\cos \beta}\right), \quad (2.29)$$

β – половина угла при вершине профиля витка резьбы;

Дн.т., дн.т. – наружный и внутренний диаметры опорного торца гайки (Дн.т.=24 мм, дн.т.=12,3 мм).

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

$$\alpha = \arctg\left(\frac{2}{3,14 \cdot 12,701}\right) = 2,86^\circ$$

$$\varphi_{np} = \arctg\left(\frac{0,15}{\cos 30}\right) = 9,82^\circ,$$

$$M = 0,5 \cdot 10216 \cdot 10^{-3} \left\{ \begin{array}{l} 14,376 \cdot \operatorname{tg}(2,78 + 9,82) + \\ + 0,15 \cdot (24^3 - 12,3^3) / [3 \cdot (24^2 - 12,3^2)] \end{array} \right\} = 17,8 \quad \text{Нм}$$

Длина гаечного ключа L=175мм. При данной длине ключа усилие, развиваемое на рукоятке равно 101Н. Максимально допустимая сила зажима на рукоятке для приспособлений с ручным зажимом 250Н, следовательно, ручной зажим для данного приспособления может быть применён.

2.2.3 Расчёт приспособления на точность

При расчёте приспособления на точность необходимо определить погрешность установки заготовки в приспособлении, которая определяется как:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_б^2 + \varepsilon_{3.о.}^2 + \varepsilon_{3.и.} + \varepsilon_{и.} + \varepsilon_{y.c.}} \quad (2.30)$$

где $\varepsilon_б$ – погрешность базирования, мм;

$\varepsilon_{3.о.}$ – основная погрешность закрепления, мм;

$\varepsilon_{3.и.}$ – систематические составляющие погрешности закрепления, мм;

$\varepsilon_{\text{и}}$ – погрешность положения, связанная с износом установочных элементов, мм;

$\varepsilon_{\text{y.c.}}$ – погрешность изготовления и сборки приспособления.

Определяем погрешности закрепления.

В соответствии с [24] для пластин:

$$\varepsilon_{3,0} = \sqrt{(\varepsilon_3^{\text{I}})^2 + (\varepsilon_3^{\text{II}})^2 + (\varepsilon_3^{\text{III}})^2}, \quad (2.31)$$

В результате анализа справочных данных устанавливаем следующие значения:

$$\varepsilon_3^{\text{I}} = 4,72 \text{ мкм};$$

$$\varepsilon_3^{\text{II}} = 20,9 \text{ мкм};$$

$$\varepsilon_3^{\text{III}} = 0 \text{ мкм}.$$

$$\varepsilon_{3,0} = \sqrt{4,72^2 + 20,9^2 + 0^2} = 21,42 \text{ мкм}.$$

Находим погрешности положения, вызванные износом опорных элементов [24].

$$\varepsilon_{\text{и}} = 23 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_{\text{y.c.}} = 22 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_{\text{y}} = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_{3,0}^2 + \varepsilon_{3,\text{и}}^2 + \varepsilon_{\text{и}}^2 + \varepsilon_{\text{y.c.}}^2} = \sqrt{0^2 + 21,42^2 + 0^2 + 23^2 + 22^2} = 37 \text{ мкм}$$

Приспособление удовлетворяет требованиям точности, т.к. погрешность установки не превышает допуска на выполняемые размеры.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕННОЙ РАЗРАБОТКИ

					<i>ФЮРА А51053.003.ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>Результаты проведенной разработки</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>		<i>Жанатов А.Б.</i>						
<i>Провер.</i>		<i>Маховиков А.А.</i>						
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Утверд.</i>								
						<i>ЮТИ ТПУ гр. 10А51</i>		

3.1 Организационная часть.

3.1.1 Определение необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки.

Расчетное количество станков для обработки годовой программы деталей определяется по формуле [25,26]:

$$C_p = \frac{T_{шт-к} \cdot N}{60 \cdot F_d}, \quad (3.1)$$

где C_p – расчётное количество станков данного типа, шт;

F_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования, час:

$$F_d = F_n \cdot K_n,$$

(3.2)

где F_n – номинальный годовой фонд времени работы оборудования, час (в 2019 году составляет 1970 час при 40 часовой рабочей неделе);

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

Коэффициент загрузки оборудования:

$$K_{зо} = \frac{C_p}{C_{п}} \cdot 100, \quad (3.3)$$

где $C_{п}$ – принятое число станков.

Результаты расчёта приведены в таблице 3.1:

Таблица 3.1 - Определение необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки

№ операции	$T_{шт-к}$, мин	C_p	$C_{п}$	$K_{зо}$, %
005	11,72	0,31	1	30,67
015	6,98	0,18	1	18,26
025	3,26	0,09	1	8,53
035	9,42	0,25	1	24,65
045	3,34	0,09	1	8,74

Средний коэффициент загрузки $K_{зо. ср.} = 18,7\%$.

Коэффициент загрузки оборудования получился небольшим, поэтому следует произвести дозагрузку оборудования за счёт изготовления изделий другой номенклатуры, либо применять один станок фрезерный станок с ЧПУ Naas VF-1 на операциях 005, 015, 035. Тогда коэффициент загрузки станка будет равен 73,58%.

3.1.2 Определение численности рабочих

Число основных производственных рабочих в серийном производстве можем определить, как по общей трудоемкости, так и по станкоемкости оборудования:

$$P = C_{п.общ.}, \quad (3.4)$$

где C - количество станков.

Принимаем число станочников. На вертикально - фрезерных операциях 005, 015, 025 принимаем многостаночное обслуживание т.к. коэффициент загрузки оборудования является небольшим:

На операции 005 $P_1 = 1$ чел.;

На операции 015 $P_2 = 1$ чел;

На операции 025 $P_3 = 1$ чел;

На операции 035 $P_4 = 1$ чел;

На операции 045 $P_5 = 1$ чел;

Число основных рабочих, работающих за одну смену $P = 5$ чел.

Расчет потребного количества вспомогательных рабочих:

Они составляют 25÷35% от числа основных рабочих

$$P_{всп} = P \times 30\% = 5 \times 30\% = 2 \text{ чел.} \quad (3.5)$$

Количество производственных рабочих:

$$P_{пр} = 5 + 2 = 7 \text{ чел.} \quad (3.6)$$

Расчет потребного количества инженерно-технических работников (ИТР): ИТР составляют 8 ÷ 12% от числа производственных рабочих:

$$P_{итр} = 7 \cdot 10\% = 0,7 \text{ чел.} \quad (3.7)$$

$$P_{итр} = 1 \text{ чел.}$$

Расчет требуемого количества младшего обслуживающего персонала (МОП): МОП составляет 1,5÷3% от числа всех работающих:

$$P_{\text{моп}} = 8 \cdot 2\% = 1,6 \text{ чел.} \quad (3.8)$$

$$P_{\text{моп}} = 2 \text{ чел.}$$

Все рассчитанное выше количество работающих на механическом участке заносим в таблицу 3.2.

Таблица 3.2 – Сводная ведомость работающих на участке

Наименование профессии	Количество работающих, чел.	Разряд	Оборудование
1.Производственные рабочие			
1.1 Основные (5 чел.)			3E710A
шлифовщик	1	3	Haas VF-1
оператор станков с ЧПУ	4	4	Haas VF-1
1.2 Вспомогательные (2 чел.)	2	4	
2.ИТР(1чел.)	1	10	
мастер участка			
3. МОП (1 чел.)	2	2	
уборщик			
Всего: 10 человек			

4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСО-ЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

					ФЮРА А51053.004.ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>		Жанатов А.Б.						
<i>Провер.</i>		Лизунков В.Г.						
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Утверд.</i>								
						ЮТИ ТПУ зр. 10А51		

Целью данного раздела ВКР является расчет себестоимости детали (корпус РГС1.041.) при заданном объеме производства 3000 штук и капитальных вложений в предлагаемый инженерный проект.

Норма расхода материала – 5,3 кг;

Чистый вес – 2,83 кг;

Материал – Сталь 35 ГОСТ 1050-88;

Годовой объем выпуска – 3000 шт.

Расчет экономической части производим по методике изложенной в [27].

4.1 Расчет объема капитальных вложений

В объем капитальных вложений входит:

- стоимость технологического оборудования;
- стоимость вспомогательного оборудования;
- стоимость инструментов и инвентаря;
- стоимость эксплуатируемых помещений;
- стоимость оборотных средств в дебиторской задолженности;
- сумма денежных оборотных средств.

Стоимость технологического оборудования

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

$$K_{то} = \sum_{i=1}^m Q_i \cdot C_i, \quad (4.1)$$

где m – количество операций технологического процесса изготовления изделия;

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

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

Расчет сводим в таблицу 4.1

Таблица 4.1 – Стоимость технологического оборудования

№ операции	Модель станка	Ц _i , руб.	Q _i , шт.	K _{тоi} , руб.
005	Haas VF-1	2500000	1	2500000
015	Haas VF-1	2500000	1	2500000
025	3E710A	600000	1	600000
035	Haas VF-1	2500000	1	2500000
045	GEHRING P 350-31	1200000	1	1200000
Всего				9300000

Стоимость вспомогательного оборудования

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

Стоимость вспомогательного оборудования определим приближенно – 30 процентов стоимости технологического оборудования:

$$K_{во} = K_{то} \cdot 0,30, \quad (4.2)$$

где $K_{во}$ – стоимость вспомогательного оборудования, руб.;

$K_{то}$ – стоимость технологического оборудования, руб.

$$K_{во} = 9300000 \cdot 0,30 = 2790000 \text{ руб.}$$

Стоимость инструментов, приспособлений инвентаря

Стоимость инструментов и инвентаря по предприятию может быть установлена приближенно в размере 10 – 15 процентов от стоимости технологического оборудования.

В данном случае учитывается стоимость:

1. Инструментов всех видов (резцы, фрезы, сверла, штангенциркуль, шаблоны и т.д.) и прикрепляемые к машинам приспособления для обработки изделия (приспособления для крепления заготовок на станках, зажимы, тески и т.д.);

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

3. Хозяйственного инвентаря (шкафы, столы, инвентарь конторского назначения и т.д.).

$$K_{ин} = K_{мо} \cdot 0,15, \quad (4.3)$$

где $K_{ин}$ – стоимость инструментов и инвентаря, руб.;

$K_{мо}$ – стоимость технологического оборудования, руб.

$$K_{ин} = 9300000 \cdot 0,15 = 1395000 \text{ руб.}$$

Стоимость эксплуатируемых помещений

$$C_{II}^n = (S_{III} \cdot A_{III} + S_{СП} \cdot A_{СП}) \cdot T, \quad (4.4)$$

где S_{III} , $S_{СП}$ – соответственно производственная и складская площадь, m^2 ;

A_{III} , $A_{СП}$ – арендная плата $1m^2$ за месяц, руб./ m^2 ;

T – отчетный период ($T=12$ мес.).

$$C_{II}^n = (100 \cdot 200 + 30 \cdot 200) \cdot 12 = 312000 \text{ руб.}$$

Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах.

Данные средства рассчитываются по формуле:

$$K_{нзм} = \frac{H_m \cdot N \cdot C_m}{360} \cdot T_{обм} = \frac{5,3 \cdot 3000 \cdot 30}{360} \cdot 30 = 39750 \text{ руб.}, \quad (4.5)$$

где H_m – норма расхода материала, кг/ед;

N – годовой объем производства продукции, шт.;

C_m – цена материала, $C_m = 30$ руб./кг;

$T_{обм}$ – продолжительность оборота запаса материалов (квартал, полугодие, определенный период) в днях.

Оборотные средства в незавершенном производстве

Стоимость незавершенного производства ($K_{нзп}$) определяется из следующего выражения:

$$K_{нзп} = \frac{N \cdot T_{ц} \cdot C' \cdot k_2}{360} = \frac{3000 \cdot 5 \cdot 170,04 \cdot 0,93}{360} = 79050 \text{ руб.}, \quad (4.6)$$

где $T_{ц}$ - длительность производственного цикла, дни;

C' - себестоимость единицы готовой продукции на стадии предварительных расчетов, руб.;

k_2 - коэффициент готовности.

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

$$C' = \frac{H_{м} \cdot Ц_{м}}{k_{м}} = \frac{5,3 \cdot 30}{0,93} = 170,04 \text{ руб.}, \quad (4.7)$$

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

Коэффициент готовности:

$$k_2 = (k_{м} + 1) \cdot 0,5 = (0,85 + 1) \cdot 0,5 = 0,93 \quad (4.8)$$

Оборотные средства в запасах готовой продукции.

Стоимость запаса готовой продукции определяется по формуле:

$$K_{зп} = \frac{C' \cdot N}{360} \cdot T_{зп} = \frac{170,04 \cdot 3000}{360} \cdot 7 = 9919 \text{ руб.}, \quad (4.9)$$

где $T_{зп}$ - продолжительность оборота готовой продукции на складе в днях.

Оборотные средства в дебиторской задолженности.

Дебиторская задолженность определяется по формуле:

$$K_{оз} = \frac{B_{пн}}{360} \cdot T_{оз} = \frac{44856}{360} \cdot 20 = 2492 \text{ руб.}, \quad (4.10)$$

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

$T_{оз}$ - продолжительность дебиторской задолженности ($T_{дз} = 7 \div 40$), дней.

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

$$K_{\partial z} = \frac{B_{pn}}{360} \cdot T_{\partial z} = \frac{230472}{360} \cdot 20 = 12804 \text{ руб.}, \quad (4.11)$$

где p - рентабельность продукции ($p = 15 \div 20\%$).

Денежные оборотные средства.

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

$$C_{обс} = K_{нзм} \cdot 0,10 = 79050 \cdot 0,10 = 7905 \text{ руб.} \quad (4.12)$$

Сумма капитальных вложений определяется по формуле:

$$C_{к.в.} = K_{то} + K_{во} + K_{ии} + C_n + K_{пзн} + K_{изп} + C_{обс} \quad (4.13)$$

$$C_{к.в.} = 9300000 + 2790000 + 1395000 + 312000 + 39750 + 12804 + 7905 = 13857459 \text{ руб.}$$

4.2 Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции

Основные материалы за вычетом реализуемых отходов.

Затраты на основные материалы (C_M) рассчитываются по формуле:

$$C_M = N \cdot (C_M \cdot H_M \cdot K_{мзр} - C_o \cdot H_o), \quad (4.14)$$

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

C_o – цена возвратных отходов, $C_o = 2,6$ руб/кг;

H_o – норма возвратных отходов кг/шт;

Норма возвратных отходов определяется:

$$H_o = m_3 - m_0 = 5,3 - 2,83 = 1,87 \text{ кг/шт}, \quad (4.15)$$

где m_3 – масса заготовки, кг;

m_0 – масса изделия, кг. Расчет сводим в таблицу 4.2

Таблица 4.2 - Основные материалы за вычетом реализуемых отходов

№ детали	Затраты на материалы, руб.	Возвратные отходы, руб.	C_M , руб.
Деталь-представитель	96299	2917	99216

Всего:	30155
--------	-------

Расчёт заработной платы производственных работников.

Заработная плата рассчитывается по формуле:

$$C_{zo} = \sum_{i=1}^m \frac{t_{umi} \cdot C_{часj}}{60} \cdot k_n \cdot k_p \cdot N, \quad (4.16)$$

где m – количество операций технологического процесса;

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

$C_{часj}$ - 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 4.3 - Расчёт заработной платы производственных работников

Профессия рабочего	t_{umi} , мин	Разряд	Количество	$C_{часj}$, руб.	$C_{зоi}$, руб
005 Оператор станков с ЧПУ	5,2	4	1	33,15	3361
010 Шлифовщик	7,03	3	1	29,65	2428
015 Оператор станков с ЧПУ	29,1	4	1	33,15	16923
020 Оператор станков с ЧПУ	5,96	4	1	33,15	3853
030 Оператор станков с ЧПУ	3,05	4	1	33,15	1971
Фонд заработной платы всех рабочих					28536

Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих.

Отчисления на социальные нужды:

$$C_{oco} = C_{zo} \cdot (\alpha_1 + \alpha_2), \quad (4.17)$$

где C_{oco} – отчисления на социальные нужды, руб.;

C_{zo} – основная заработная плата, руб.;

α_1 – обязательные социальные отчисления, $\alpha_1 = 0,3$ руб./год;

α_2 – социальное страхование по профессиональным заболеваниям и несчастным случаям, $\alpha_2 = (0,03 \div 1,7)$ руб./год.

$$C_{oco} = 28536 \cdot (0,3 + 0,08) = 10844 \text{ руб./год.}$$

Расчет амортизации основных фондов.

Амортизация основных фондов – это перенос части стоимости основных фондов на вновь созданный продукт для последующего воспроизводства основных фондов к времени полного износа.

Годовые амортизационные отчисления начисляются одним из следующих методов: линейным и нелинейным.

Расчет амортизации оборудования.

При крупном масштабе производства, при полной загрузки оборудования сумма амортизационных начислений распределяется на каждую единицу продукции равномерно.

В расчетах ВКР целесообразно определить годовую норму амортизации каждого оборудования, по следующей схеме используя линейный метод:

$$a_{ni} = \frac{1}{T_0} \cdot 100\%, \quad (4.18)$$

где a_{ni} – годовая норма амортизации каждого оборудования, руб.;

T_0 – срок службы оборудования, $T_0 = (3 \div 12)$ лет.

$$a_{ni} = \frac{1}{12} \cdot 100\% = 8,33\%$$

Сумма амортизации определяется:

$$A = \sum_{i=1}^n C_i \cdot a_{ni}, \quad (4.19)$$

где A – сумма амортизации, руб.;

n – количество оборудования, шт.;

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

a_{ni} – годовая норма амортизации каждого оборудования.

Списание стоимости происходит равномерно и к концу срока использования достигается нулевая балансовая стоимость.

При небольшом объеме производства и не полной загрузки оборудования (оборудование загружено еще производством других видов продукции) необходим расчет амортизационных отчислений, приходящихся на один час работы оборудования:

$$A_q = \sum_{i=1}^n \frac{C_i \cdot a_{ni}}{F_0 \cdot K_{epi}}, \quad (4.20)$$

где A_q – сумма амортизации, руб.;

n – количество оборудования, шт.;

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

a_{ni} – годовая норма амортизации каждого оборудования, руб.;

F_0 – действительный годовой фонд рабочего времени работы оборудования,

$F_0 = 2016$ часов;

K_{epi} – коэффициент загрузки i -го оборудования по времени.

Таблица 4.4 – Расчет амортизационных отчислений

№ операции	C_i , руб.	a_{ni}	F_{0i} , час.	K_{epi}	Q_i , шт.	A_{qi} , руб.
005	2500000	0,0833	2016	0,801	1	118,6
015	2500000	0,0833	2016	0,72	1	28,7
025	600000	0,0833	2016	0,975	1	148,3
035	2500000	0,0833	2016	0,801	1	118,6
045	1200000	0,0833	2016	0,756	1	66,6
Вспомогательное оборудование	2250000	0,0555	2016	1	1	61,9
Амортизационные отчисления для всех станков (A_{qi})						543

Амортизационные отчисления эксплуатируемых площадей, включены в стоимость арендной платы. $A_{3i} = C_{II}^n = 312000$ руб.

Отчисления в ремонтный фонд.

Отчисления в ремонтный фонд рассчитываются по формуле:

$$C_p = (K_{mo} + K_{во}) \cdot k_{рем} + C_n \cdot k_{з.рем}, \quad (4.21)$$

$$\tilde{N}_d = (9800000 + 2940000) \cdot 0,001 + 312000 \cdot 0,005 = 13850 \text{ руб}$$

Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования.

Затраты на СОЖ.

Затраты на СОЖ определяем по формуле:

$$C_{СОЖ} = n \cdot N \cdot g_{ох} \cdot u_{ох}, \quad (4.22)$$

где $C_{СОЖ}$ – затраты на СОЖ, руб.;

n – количество станков, шт.;

N – годовой объем производства продукции, шт.;

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

$u_{ох}$ – средняя стоимость охлаждающей жидкости, руб./кг.

$$C_{СОЖ} = 5 \cdot 600 \cdot 0,03 \cdot 37 = 3330 \text{ руб.}$$

Затраты на сжатый воздух.

Затраты на сжатый воздух определяем по формуле:

$$C_{возд} = \frac{g_{возд} \cdot \Pi_{возд} \cdot N}{60} \sum t_{oi}, \quad (4.23)$$

где $C_{возд}$ – затраты на сжатый воздух, руб.;

$g_{возд}$ – расход сжатого воздуха, $g_{возд} = 0,7$ м³/ч;

$\Pi_{возд}$ – стоимость сжатого воздуха, руб.;

N – годовой объем производства продукции, шт.;

t_{oi} – основное время на каждой операции, мин.

$$C_{возд} = \frac{0,7 \cdot 65,30 \cdot 1500}{60} \cdot 29,8 = 34053,95 \text{ руб.}$$

Затраты на силовую электроэнергию.

Расчет затрат на электроэнергию:

$$C_{чэ} = \sum_{i=1}^m N_{yi} \cdot F_{\partial} \cdot K_N \cdot K_{ep} \cdot K_{од} \cdot \frac{K_{\omega}}{\eta} \cdot Ц_{э}, \quad (4.24)$$

где $C_{чэ}$ – затраты на электроэнергию, руб.;

m – количество операций технологического процесса изготовления изделия;

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

F_{∂} – действительный годовой фонд рабочего времени работы оборудования,

$F_{\partial} = 2016$ часов;

K_N – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности, $K_N = 0,5$;

K_{ep} – средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени, $K_{ep} = 0,3$

$K_{од}$ – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей,

$K_{од} = 0,6 \div 1,3$, принимаем $K_{од} = 0,7$;

K_{ω} – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети завода,

$K_{\omega} = 1,06$

η – КПД оборудования, $\eta = 0,7$;

$Ц_{э}$ – средняя стоимость электроэнергии по данным городской электросети)

$Ц_{э} = 4,85$ руб.

Таблица 4.5 – Затраты на электроэнергию технологического процесса

№ операции	N_{yi} , кВт	Q_i , шт.	$C_{чэi}$, руб.
005	24	1	37311
015	15	1	23099
025	19	1	29259
035	24	1	37311
045	5,5	1	8469
Затраты на электроэнергию для всех операций			135449

Затраты на инструмент приспособление и инвентарь.

Стоимость инструмента для изготовления данной детали ($K_{инст} = K_{инст} \cdot 0,05 = 73500$ руб.) по предприятию установлена приближенно, поэтому их учет как плановые показатели включим в себестоимость произведенной продукции. На предприятии затраты такого плана рассчитываются по факту приобретения и учитываются в себестоимости с учетом срока износа.

Расчет заработной платы вспомогательных рабочих.

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле:

$$C_{звр} = \sum_{i=1}^k C_{3Мj} \cdot Ч_{врj} \cdot 12 \cdot k_{nj} \cdot k_{pj} \cdot k_y, \quad (4.25)$$

где $C_{звр}$ – заработная плата вспомогательных рабочих, руб.;

k – количество вспомогательных рабочих;

$C_{3Мj}$ – месячная тарифная ставка рабочего соответствующего разряда;

$Ч_{врj}$ – численность рабочих по соответствующей профессии, чел.;

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

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

k_y – коэффициент участия работника в изготовлении детали, $k_y = 0,08$.

$$C_{зврВСП} = 7500 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 \cdot 0,08 = 12168 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели вспомогательных рабочих:

$$C_{овер} = C_{звр} \cdot (0,26 + 0,05), \quad (4.26)$$

где $C_{овер}$ – сумма отчислений за год, руб./год;

$C_{звр}$ – заработная плата вспомогательных рабочих, руб.

$$C_{овер} = 12168 \cdot (0,3 + 0,05) = 4259 \text{ руб.}$$

Заработная плата административно-управленческого персонала.

Заработная плата административно-управленческого персонала определяется по формуле:

$$C_{\text{заун}} = \sum_{i=1}^k C_{\text{заун}j} \cdot Ч_{\text{аун}j} \cdot 12 \cdot k_{pj} \cdot k_{ндj} \cdot k_y, \quad (4.27)$$

где $C_{\text{заун}}$ – заработная плата административно-управленческого персонала;

k – количество административно-управленческого персонала;

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

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

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

k_y – коэффициент участия работника в изготовлении детали, $k_y = 0,02$.

$k_{ндj}$ – коэффициент, учитывающий премии и доплаты административно-управленческого персонала.

$$C_{\text{заун}PVK} = 13450 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 272766 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{заун}СПЕЦ} = 11500 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 233220 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{заун}} = (272766 + 233220) \cdot 0,02 = 10119,7 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала:

$$C_{\text{оаун}} = C_{\text{заун}} \cdot (0,26 + 0,02), \quad (4.28)$$

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

$C_{\text{заун}}$ – заработная плата административно-управленческого персонала, руб.

$$C_{\text{оаун}} = 10119,7 \cdot (0,3 + 0,02) = 3238 \text{ руб.}$$

Прочие расходы.

В прочие расходы входят разнообразные и многочисленные расходы: налоги и сборы, отчисления на социальные фонды, платежи по обязательству страхованию имущества и за выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду, командировочные и представительские расходы, оплата работ по

сертификации продукции, специальной одежды вознаграждения за изобретательства и рационализации, и др.

Прочие расходы рассчитываются как плановые, условно:

$$C_{\text{проч}} = ПЗ \cdot N \cdot 0,1, \quad (4.29)$$

где $C_{\text{проч}}$ – прочие расходы, руб.;

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

N – годовой объем производства продукции, шт.

$$C_{\text{проч}} = 115,8 \cdot 3000 \cdot 0,1 = 34740 \text{ руб.}$$

4.3 Экономическое обоснование технологического проекта

При данной годовой программе выпуска (3000шт.) изделия корпуса РГС1.041 и разработанном производственном процессе: себестоимость изделия составляет 692 при ее реализации по цене 865 руб., предполагаемая прибыль составит $(865 - 692) \cdot 3000 = 519000$ руб.

Таблица 4.6 – Смета затрат по экономическим элементам

Затраты	Сумма, руб./ед.	Сумма, руб./год
Прямые затраты:	231	693000
основные материалы за вычетом реализуемых отходов	165,36	496080
заработная плата производственных рабочих	47,6	142800
отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих	18	54000
Косвенные затраты:	461	1383000
амортизации оборудования предприятия	0,9	2700
арендная плата или амортизация помещений	2,6	7800
отчисления в ремонтный фонд	23	69000
вспомогательные материалы на содержание оборудования	25,3	75900
затраты на силовую электроэнергию	225,7	677100
износ инструмента	122,5	367500
заработная плата вспомогательных рабочих	20,3	60900
отчисление на социальные цели вспомогательных рабочих	7	21000
заработная плата административно-управленческого персонала	16,8	50400

отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала	5,4	16200
прочие расходы	11,5	34500
Итого	692	2076000

5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

					ФЮРА А51053.005.ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>Социальная ответственность</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>		<i>Жанатов А.Б.</i>						
<i>Провер.</i>		<i>Филонов А.В.</i>						
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Утверд.</i>								
						<i>ЮТИ ТПУ зр. 10А51</i>		

5.1 Характеристика объекта исследования

Объектом исследования является цех 44, находящийся на территории ООО «Юргинский машзавод», который относится к категории опасных производственных объектов. В корпусе применяется система комбинированного освещения. Площадь корпуса 27360 м², ширина 216 м, длина 170 м, для потолочного освещения применяются ртутные лампы СЗ-4-ДРЛ мощностью одной лампы 250 Вт. Корпус состоит из участка штамповки, механического, сварочного, сборочного и заготовительного участков, которые являются источниками следующих опасных и вредных факторов: запылённость, загазованность, шум, электрический ток, вибрация, излучение, пожаро-, взрыво- опасность, смазочно-охлаждающие жидкости, движущиеся машины и механизмы, острые кромки.

Корпус II степени огнестойкости. Категория производства-В. Класс зоны помещения-П-Па. Из средств пожаротушения корпус обеспечен внутренним противопожарным водоснабжением пожарным краном (ПК) в количестве 20 штук.

Наружное противопожарное водоснабжение корпуса осуществляется ПГ номер 24, 25, 27А, 28, 13.

5.2 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

В результате проведенного анализа в корпусе 44 обнаружены и оказывают влияние на организм человека следующие факторы:

А) Ненормированная освещенность

Основная задача производственного освещения - поддержание на рабочем месте освещенности, соответствующей характеру зрительной работы. Увеличение освещенности рабочей поверхности улучшает видимость объектов за счет повышения их яркости, увеличивает скорость различения деталей, что сказывается на росте производительности труда.

Для повышения равномерности естественного освещения больших цехов осуществляется комбинированное освещение. Производственное освещение должно обеспечить отсутствие резких теней. Наличие резких теней искажает размеры и формы объектов различения и тем самым повышает утомляемость, снижает производительность труда. Особенно вредны движущиеся тени, которые могут привести к травмам.

Б) Ненормированные параметры микроклимата

Ненормированные параметры микроклимата – должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального и допустимого теплового состояния организма. Показателями, характеризующими микроклимат, являются: температура воздуха, температура поверхностей (стены, потолок, экраны), относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха, интенсивность теплового облучения. Недостаточная влажность воздуха также может оказаться неблагоприятной для человека вследствие интенсивного испарения влаги со слизистых оболочек, их пересыхания и растрескивания, а затем и загрязнения болезнетворными микроорганизмами. Поэтому при длительном пребывании людей в закрытых помещениях рекомендуется ограничиваться относительной влажностью в пределах 30 – 70 %.

В) Запыленность и загазованность

Источники: сварка, плазменная обработка (газорезка), окраска распылением, обработка на станках, с применением смазывающая охлаждающая жидкость.

Воздействие на организм выделяющихся вредных веществ может явиться причиной острых и профессиональных хронических заболеваний и отравлений.

Повышенная запыленность металлической и абразивной пылью, наличие её в воздухе рабочей зоны участка механической обработки может привести к заболеванию слесарей-сборщиков пневмокониозом, хроническим пылевым бронхитом, профессиональной бронхиальной астмой.

Шум – это совокупность звуков различной высоты и интенсивности, беспорядочно изменяющихся во времени и вызывающих неприятные субъективные ощущения. Следует отметить, что характеристика спектра и уровни шума зависят от большого числа факторов: от режимов резания, геометрии и состояния режущей части инструмента и др.

Анализ проектируемого технологического процесса позволяет установить, что при выбранных условиях обработки (непрерывное резание с высокими скоростями) уровни шума не превышают нормы.

Е) Вибрация

Источники: транспортные средства, виброинструмент.

Вибрация представляет собой механическое колебательное движение, простейший вид которого – синусоидальное колебание.

На слесарных операциях применяется ручная машинка, которая является источником локальной вибрации.

При проектировании освещения производственных помещений цеха надлежит руководствоваться требованиями строительных норм и правил (СНиП II-4-79).

Помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь естественное освещение. При выборе освещенности для помещений с недостаточным естественным освещением и без естественного освещения следует руководствоваться указаниями СНиП 23-05-95.

Расчет искусственного освещения ведем по [30].

Для расчета искусственного освещения выбираем систему освещения, необходимую для цеха. В производственном помещении применяется комбинированное освещение (к общему добавляют местное). Система комбинированного освещения применяется в помещениях, где выполняются точные зрительные работы, а также в помещениях с невысокой плотностью рабочих мест.

Затем необходимо выбрать источник света. В нашем случае это ртутные лампы типа СЗ-4-ДРЛ, так как в помещении производятся грубые

работы, осуществляется общий надзор за эксплуатацией оборудования, помещения предназначены для постоянного пребывания людей.

Выбор осветительного прибора: ртутные лампы типа СЗ-4-ДРЛ. Так как высота помещения более 10 метров, происходит работа с поверхностями без выраженной цветности, отсутствуют специальные требования к качеству освещения. Для создания благоприятных зрительных условий на рабочем месте, для борьбы со слепящим действием источников света введены требования ограничения наименьшей высоты подвеса светильников над полом.

Расчет общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняют методом коэффициента использования светового потока. Применяя этот метод, можно определить световой поток ламп, необходимый для создания заданной освещенности горизонтальной поверхности с учетом света, отраженного стенами и потолком или, наоборот, найти освещенность при заданном потоке.

В первую очередь произведём расчёт для заточного участка.

Величина светового потока лампы [30]:

$$\Phi = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot z}{n \cdot \eta}, \quad (5.1)$$

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 из таблицы приложения 4.1, исходя из следующих величин:

- 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.

Для помещений со средним выделением пыли коэффициент запаса К равно 1,5.

Наименьшая высота подвеса светильников над полом находится для светильников СЗ—4-ДРЛ равна $3,5 \div 4,5$ м. Принимаем высоту подвеса светильников над полом равной 7 м.

Следовательно, высота подвеса светильников над рабочей поверхностью составит:

$$h = 7 - 1 = 6 \text{ м.}$$

Расстояние между светильниками [30]:

$$L = \lambda h, \tag{5.2}$$

$$\lambda = 1$$

$$L = 1 \cdot 6 = 6 \text{ м.}$$

Наибольшая равномерность освещения имеет место при размещении светильников по углам квадрата. Расстояние от стен помещения до крайних светильников равно $1/3 L = 1/3 \cdot 6 = 2$ м.

$$20 - 4 = 16 \text{ м.}$$

$$11 - 4 = 7 \text{ м.}$$

$$\lambda_1 = \frac{16}{6} = 2,7$$

λ принимаем 4

$$\lambda_2 = \frac{7}{6} = 1,2$$

λ принимаем 3

Количество светильников: $n = 12$.

Индекс помещения:

$$i = \frac{S}{h(A + B)}; \quad (5.3)$$

где A, B - стороны помещения, м.

$$i = \frac{220}{12(20 + 11)} = 0,6$$

Коэффициент использования светового потока $\eta = 53\%$.

Коэффициент неравномерности освещения $z = 0,9$.

$$\Phi = \frac{400 \cdot 1,5 \cdot 220 \cdot 0,9}{12 \cdot 0,53} = 18679,245 \text{ лм}$$

Принимаем: 12 светильников СЗ-4ДРЛ 500 Вт ($\Phi = 21000$ лм).

Применяемые методы защиты от вредных и опасных факторов.

А) Защита от пыли и вредных примесей

Анализ запыленности и загазованности в корпусе 41 проводился на основании ГОСТ 12.1.005-88 «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху в рабочей зоне». ГОСТ 12.1.014-84 «ССБТ. Метод измерения концентраций вредных веществ индикаторными трубками», в связи с аттестацией рабочих мест.

Для снижения концентрации пыли и вредных примесей необходимо установить на участке сварки местную вентиляцию (внедрить непрерывную технологию с закрытым циклом), и следить за ее исправностью, а также за исправностью вытяжной вентиляции наждаков, применять не токсичные СОТС, обеспечить рабочих индивидуальными средствами защиты: респиратор типа ШБ-1 «Лепесток» ГОСТ 12.4.028-96, очки, спецодежда, обувь, мази.

Б) Защита от шума

Допустимый (безопасный) шум на рабочих местах производственных помещений установлен санитарными нормами СН 2.2.4\2.1.8.562 - 96. и составляет 75 дБ. На всех участках корпуса 41 по результатам проверки уровень шума не превышает 70дБ, что позволяет говорить о допустимости

имеющегося уровня шума. Это достигается благодаря использованию строительно-акустических методов защиты от шума предусмотренных строительными нормами и правилами (СТиП-П-12-77) - это:

- звукоизоляция ограждающих конструкции, уплотнение по периметру притворов окон и дверей;
- глушители шума, звукопоглощающие облицовки;

При работе на оборудовании ударного действия обеспечить рабочих наушниками и берушами.

В) Защита от вибрации

В цехе источниками вибрации являются неуравновешенные вращающиеся механизмы(электродрели, ручные шлифовальные и режущие машины, металлообрабатывающие станки, вентиляторы) а также устройства, в которых движущиеся детали совершают ударные воздействия(зубчатые передачи, подшипники).

Существует два основных направления защиты от вибрации:

- снижение вибрации в источнике её возникновения;
- уменьшение параметров вибрации на пути её распространения от источника

Для того, чтобы снизить вибрацию в источнике её возникновения, необходимо уменьшить или ликвидировать действующие в системе побуждающие переменные силы. Это достигается:

- изменением вибрационных технологических процессов на безвибрационные;
- подбором режимов работы оборудования с тем, чтобы вибрация была минимальной;
- балансировкой вращающихся механизмов, применением специальных редукторов с низким уровнем вибрации;
- исключением резонанса собственной частоты вибрации оборудования с частотами переменных сил путём изменения массы и жесткости вибрирующей системы либо установление нового режима работы агрегата.

Уменьшение параметров вибрации осуществляется путём использования различных защитных устройств и физических процессов:

- вибродемпфирование – превращение механической энергии колебательной системы в тепловую путём использования специальных конструкционных материалов с большим коэффициентом трения;
- вибропоглощение – нанесение на колеблющиеся детали вибропоглощающих покрытий;
- виброгашение – достигается установкой вибрирующих машин на прочные массивные фундаменты или на специальные подушки;
- виброизоляция – уменьшение передачи колебания от вибрирующего устройства к защитному объекту путём помещения между ними дополнительных упругих устройств.

Рабочих, использующих виброинструмент, обеспечить виброперчатками.

5.3 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

Реальные производственные условия характеризуются наличием некоторых вредных и опасных производственных факторов.

Опасные производственные факторы – такие факторы, воздействие которых может привести к травме, несчастным случаям.

А) Электрический ток

Источники: электрические сети, электроустановки, трансформаторы, оборудование с электроприводом.

В корпусе 41 все оборудование находится под напряжением 380В и частотой 50 Гц. В связи с этим существует опасность поражения человека электрическим током.

Поражение человека электрическим током называется электротравмой. Электротравмы условно разделяют на общие и местные.

Б) Движущиеся машины и механизмы, острые кромки

Источники: движение наземного транспорта, подъемные механизмы, подвижные части станков, инструментов, заусенцы, металлическая стружка.

В корпусе используются мостовые краны, кран-балки, кран-укосины, которые представляют опасность. Также представляет опасность межцеховой и внутрицеховой транспорт: автомобили, трактора, электрокары, да и сама выпускаемая продукция, а это автомобильные краны и погрузчики, которые требуют испытания. Движущиеся механизмы металлорежущих станков и инструментов тоже представляет опасность для человека, а также металлическая стружка, появляющаяся в процессе механической обработки.

Защита от электрического тока

Электробезопасность в корпусе 41 достигается применением систем защитного заземления, зануления, защитного отключения и других средств и методов защиты, в том числе знаков безопасности и предупредительных плакатов и надписей.

Требования к устройству защитного заземления и зануления электрооборудования определены «Правилами устройства электроустановок» (ПУЭ). Защитному заземлению или занулению подлежат металлические части электроустановок, доступные для прикосновения человека.

Защитное отключение электроустановок в корпусе 41 обеспечивается путём введения устройства, автоматически отключающего оборудование – потребитель тока при возникновении опасности поражения током. Система срабатывает на превышение, какого - либо параметра (силы тока, напряжения, сопротивление изоляции). Повышение электробезопасности в корпусе 41 достигается также путём применения изолирующих, ограждающих, предохранительных и сигнализирующих средств защиты.

Выполним расчет заземления.

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

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

Сопrotивление диночного заземлителя R_3 , Ом вертикально установленного в землю определяется по формуле [30], :

$$R_3 = \frac{\rho_3}{2 \cdot \pi \cdot l_m} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot h_m}{d}\right), \quad (5.4)$$

где d – диаметр трубы-заземлителя, см;

ρ_3 – удельное сопротивление грунта, Ом·см;

l_m – длина трубы, см;

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

d - 4 см; ρ_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 [30]:

$$\Pi = \frac{R_3}{R \cdot \eta}, \quad (5.5)$$

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

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

Длину соединительной полосы определяем по формуле:

$$l_n = 1,05 \cdot a \cdot (\Pi - 1), \quad (5.6)$$

где a – расстояние между заземлителями, м.

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

Сопротивление соединительной полосы определяем по формуле [30]:

$$R_n = \frac{\rho_n}{2 \cdot \pi \cdot l_n} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot l_n^2}{h_n \cdot b}\right), \quad (5.7)$$

где b – ширина полосы, см;

l_n – длина полосы, см;

ρ_n – удельное сопротивление грунта, Ом·см;

h_n – глубина заковки трубы в землю, см.

$b - 1,2 \text{ см}; \rho_n - 10^4 \text{ Ом}\cdot\text{см}; l_n - 4200 \text{ см}; h_n - 80 \text{ см}.$

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

Результирующее сопротивление по всей системе с учётом соединительной полосы и коэффициентов использования определяется по формуле[30] :

$$R_c = \frac{R_3 \cdot R_n}{R_3 \cdot \eta_n + R_n + \eta_3 \cdot \Pi} , \quad (5.8)$$

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:

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

Защита от механического травмирования.

К средствам защиты от механического повреждения относятся:

- предохранительные защитные устройства - предназначены для автоматического отключения агрегатов и машин при отклонении какого-нибудь параметра;
- блокировочные устройства- препятствующие проникновению человека в опасную зону;
- ограничительные устройства – рассчитанные на разрушение (или несрабатывание) при перегрузках;
- оградительные защитные устройства – препятствующие попаданию человека в опасную зону ;
- контрольно измерительные приборы – их наличие, одно из условий безопасной работы оборудования;
- знаки безопасности, информационные плакаты;
- средства индивидуальной защиты (спецодежда, спецобувь, очки).

5.3 Охрана окружающей среды

1. Отработанное масло (моторное, промышленное, трансмиссионное), фильтра отработанные промасленные относятся к отходам III класса (умеренно опасные) опасности. Ветошь промасленная, опилки промасленные относятся к отходам IV класса опасности (малоопасные).

2. Отработанные нефтепродукты являются опасными загрязнителями практически всех компонентов природной среды – поверхностных и подземных вод, почвенно-растительного покрова, атмосферного воздуха. Значительный ущерб окружающей среде наносится во время неправильного сбора и хранения отработанного масла и нефтесодержащих отходов.

3. Отработанное масло, фильтра отработанные, ветошь промасленная, опилки промасленные являются взрывоопасными отходами, а также легко воспламеняющимися.

Порядок сдачи, транспортировки и перевозки отработанного масла и ГСМ и маслосодержащих отходов.

1. Отработанное масло и ГСМ, маслосодержащие отходы сдаются на утилизацию в специализированные организации, имеющие лицензию на деятельность по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке, размещению опасных отходов.

2. Отработанное масло и ГСМ сдаются на утилизацию либо в бочках организации, либо организация, которая его принимает, откачивает отработанное масло и ГСМ с ёмкостей для его хранения собственными силами.

3. Если транспортировка отработанного масла и ГСМ проводится силами организации, нужно соблюдать следующие требования:

- соблюдать условие герметичности тары. Пробки бочек плотно затягивать , чтобы предотвратить течь или деформацию бочки;
- следить, чтобы во время перевозки в бочке оставлялось достаточное пространство с учётом коэффициента расширения жидкости;

- бочки с отработкой следует ставить так, чтоб они не испытывали никакого механического воздействия (исключить возможность падения, деформации), плотно друг – другу;

Промасленная ветошь, опилки и песок укладываются так, что бы избежать возможность выпадения из кузова при транспортировке.

5.4 Защита в чрезвычайных ситуациях

С целью защиты работников и территории от ЧС природного и техногенного характера, опасностей, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий, предприятие создаёт и содержит в постоянной готовности необходимые защитные сооружения и организации гражданской обороны в соответствии с федеральными законами РФ от 21.12.1994 №66 «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного характера», от 12.02.1998 №28 «О гражданской обороне» и постановлением правительства РФ №620 от 10.06.1999 «О гражданских организациях гражданской обороны».

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

Производственные помещения, в которых осуществляется обработка резанием, должны соответствовать требованиям СНиП II-2-80, СНиП II-89-80, санитарных норм проектирования промышленных предприятий СНиП II-92-76 [30]. Участок должен быть оборудован средствами пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83:

- огнетушитель порошковый ОП-2 для тушения лакокрасочных материалов и оборудования под напряжением – 2 шт;
- песок (чистый и сухой) для тушения электроустановок под напряжением – 0,5 м³;

- кран внутреннего пожарного водопровода – 1 шт;
- огнетушитель углекислотный ОУ-8 – 2 шт.

На каждом участке должны быть оборудованы места для курения. На рабочих местах курить строго запрещается.

5.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

За состоянием безопасности труда установлены строгие государственный, ведомственный и общественный надзор и контроль. Государственный надзор осуществляют специальные государственные органы и инспекции, которые в своей деятельности не зависят от администрации контролируемых предприятий. Это Прокуратура РФ, Федеральный горный и промышленный надзор России, Федеральный надзор России по ядерной и радиационной безопасности, Государственный энергетический надзор РФ, Государственный комитет санитарно-эпидемиологического надзора РФ (Госкомсанэпиднадзор России), Федеральная инспекция труда при Министерстве труда РФ (Рострудинспекция); Министерство РФ по атомной энергии.

Контроль за состоянием условий труда на предприятиях осуществляют специально созданные службы охраны труда совместно с комитетом профсоюзов. Контроль за состоянием условий труда заключается в проверке состояния производственных условий для работающих, выявлении отклонений от требований безопасности, законодательства о труде, стандартов, правил и норм охраны труда, постановлений, директивных документов, а также проверке выполнения службами, подразделениями и отдельными группами своих обязанностей в области охраны труда. Этот контроль осуществляют должностные лица и специалисты, утвержденные приказом по административному подразделению. Ответственность за безопасность труда в целом по предприятию несут директор и главный инженер.

Ведомственные службы охраны труда совместно с комитетами профсоюзов разрабатывают инструкции по безопасности труда для различных профессий с учетом специфики работы, а также проводят инструктажи и обучение всех работающих правилам безопасной работы. Различают следующие виды инструктажа: вводный, первичный на рабочем месте, повторный внеплановый и текущий.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводит непосредственный руководитель работ перед допуском к работе. Этот вид инструктажа должен сопровождаться показом безопасных приемов работ.

Повторный инструктаж на рабочем месте проводят с работниками независимо от их квалификации, стажа и оплаты работы не реже чем раз в шесть месяцев. Цель этого инструктажа – восстановить в памяти рабочего инструкции по охране труда, а также разобрать конкретные нарушения из практики предприятия.

Внеплановый инструктаж на рабочем месте проводят в случае изменения правил по охране труда, технологического процесса, нарушения работниками правил техники безопасности, при несчастном случае, при перерывах в работе – для работ, к которым предъявляются дополнительные требования безопасности труда, – более чем на 30 календарных дней, для остальных работ – 60 дней.

Текущий инструктаж проводят для работников, которым оформляют наряд-допуск на определенные виды работ.

Результаты всех видов инструктажа заносят в специальные журналы. За нарушение всех видов законодательства по безопасности жизнедеятельности предусматривается следующая ответственность:

1. Дисциплинарная, которую накладывает на нарушителя вышестоящее административное лицо (замечание, выговор, перевод на нижеоплачиваемую должность на определенный срок или понижение в должности, увольнение);

2. Административная (подвергаются работники административно-управленческого аппарата; выражается в виде предупреждения, общественного порицания или штрафа);

3. Уголовная (за нарушения, повлекшие за собой несчастные случаи или другие тяжелые последствия);

4. Материальная, которую в соответствии с действующим законодательством несет предприятие в целом (штрафы, выплаты потерпевшим в результате несчастных случаев и др.) или виновные должностные лица этого предприятия.

Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был разработан техпроцесс механической обработки корпуса ФЮРА А51053.001 для условий мелкосерийного производства с годовой программой выпуска 3000 шт.

При разработке технологического процесса был определен оптимальный для заданных условий способ получения заготовки и выполнена отработка конструкции детали на технологичность. Разработанный технологический процесс состоит из 11 операций. В технологическом процессе применены современные станки, вспомогательная инструментальная оснастка и режущие инструменты. Операции механической обработки максимально сконцентрированы, применены специальные приспособления.

В конструкторской части спроектировано сверлильно-фрезерное приспособление, предназначенное для фрезерования, сверления корпуса с трех сторон на станке с ЧПУ. Спроектированное приспособление обеспечивает необходимую силу зажима и удовлетворяет требованиям точности.

В целом проект соответствует современному уровню развития машиностроительных технологий.

Список использованных источников

1. Технология машиностроения: методические указания к содержанию и выполнению курсового проекта по курсу «Технология машиностроения» для студентов специальности 151001 «Технология машиностроения» очной и очно-заочной форм обучения./ Сост. А.А. Ласуков. – Юрга: Изд-во Юргинского технологического института (филиала) Томского политехнического университета, 2011. – 31с.
2. ГОСТ 14.201–83. Общие правила обеспечения технологичности конструкции изделия. – Взамен ГОСТ 14.201-74 //М.: Изд-во стандартов. – 1983.
3. ГОСТ 14.205–83. Технологичность конструкции изделий. Термины и определения - Взамен ГОСТ. 18831-73. //М.: Изд-во стандартов - 1983.
4. ГОСТ 103-2006 Прокат сортовой стальной горячекатаный полосовой. Сортамент. – Взамен ГОСТ 103-76 //М.: Изд-во стандартов. – 2006.
5. ГОСТ 82-70 Прокат стальной горячекатаный широкополосный универсальный. Сортамент (с Изменениями N 1-4) //М.: Изд-во стандартов. – 1970.
6. ГОСТ 7505-89 Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. //М.: Изд-во стандартов. – 1989.
7. Богодухов, С. И. Основы проектирования заготовок в автоматизированном машиностроении / С. И. Богодухов [и др.]. – М.: Машиностроение. – 2009. – 432 с.
8. ГОСТ 9.303-84 ЕСЗКС. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Общие требования к выбору. //М.: Изд-во стандартов. – 1984.
9. ГОСТ 9.306-85 Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Обозначения (с Изменениями N 1, 2, 3) //М.: Изд-во стандартов. – 1985.

10. Спецпроминструмент. Подбор инструмента: [Электронный ресурс] // ООО «Спецпроминструмент», 2008-2019. URL: <http://www.spec-prom.ru/catalog/podbor/>. (Дата обращения: 18.03.2019).
11. Sandvik Coromant. Подбор инструмента: [Электронный ресурс] // ООО «Sandvik Coromant», 2008-2019. URL: <https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/downloads/>. (Дата обращения: 19.03.2019).
12. Центр Твердосплавного Инструмента. Подбор инструмента: [Электронный ресурс] // ООО «Центр Твердосплавного Инструмента», 2008-2019. URL: <http://www.carbidetool.ru/>. (Дата обращения: 20.03.2019).
13. Управляющая компания «Абамет». Оборудование и инструменты: [Электронный ресурс] // ООО «Абамет», 1992-2019. URL: <https://www.abamet.ru/>. (Дата обращения: 20.03.2019).
14. Kadia вертикальные хонинговальные станки и инструменты [Электронный ресурс] // DMLieferant - поставщик импортного промышленного оборудования и комплектующих, 2010-2019. URL: <https://dmliefer.ru/kadia#honing>. (Дата обращения: 20.03.2019)
15. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т1/ Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – 656 с.
16. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т2/ Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
17. Обработка металлов резанием: Справочник технолога/ А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. ред. А.А. Панова. - М.: Машиностроение, 1988. – 736 с.
18. Калькулятор режимов резания: [Электронный ресурс] // Walter, 2010-2019. URL: <https://www.walter-tools.com/SiteCollectionDocuments/wmc/index-bakup.html>. (Дата обращения: 22.03.2019)

19. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. - 2-е изд. - М.: Машиностроение, 1974. - Ч. 1-2.
20. А.П. Бабичев Хонингование. – М.: Машиностроение, 1965 – 96с. с ил.
21. Общемашиностроительные нормативы резания для технического нормирования на металлорежущих станках. - М.: Машиностроение, 1967. – 412 с.
22. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и поготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. - М.: Машиностроение, 1967. – 410с.
23. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. – Л.: Машгиз, 1960. – 624 с.
24. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т1/ Под ред. Б.Н. Вардашкина, А.А. Шатилова. - М.: Машиностроение, 1984. – 592 с.
25. Обработка металлов резанием: Справочник технолога/ А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. ред. А.А. Панова. - М.: Машиностроение, 1988. – 736 с.
26. Расчет экономической эффективности новой техники. Справочник/ Под ред. К.М. Великанова. – Л.: Машиностроение, 1990. – 448 с.
27. Методические указания по выполнению экономической части выпускной квалифицированной работы для студентов механико-машиностроительного факультета. – Юрга: ИПЛ ЮТИ ТПУ, 2006. – 24 с.
28. Гришагин В.М., Фарберов В.Я. Безопасность жизнедеятельности.- Томск: ТПУ.- 126с.