

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 М138.01.04.043

УДК 622.281-216.002:658.514

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А51	Сидоренко Алена Сергеевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОПТ	Ласуков Александр 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	Ласуков Александр 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	Сидоренко Алёне Сергеевны

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления корпуса М138.01.04.043	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 10/с от 31.01.2019г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе (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.).	1. Рабочий чертеж корпуса М138.01.04.043 2. Служебное назначение. 3. Программа выпуска 1200 штук в год.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (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;	1. Аналитический обзор по теме ВКР. 2. Разработка технологического процесса изготовления корпуса. Конструирование специального приспособления. Расчет требуемого количества оборудования и рабочих. 3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение проекта. 4. Социальная ответственность.

заключение по работе).		
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>		1. Чертеж детали и заготовки (1 лист А1). 2. Карты технологических наладок (6 листов А1). 3. Приспособление (1 лист А1).
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	Ласуков Александр Александрович	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А51	Сидоренко Алена Сергеевна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕ- СУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
10А51	Сидоренко Алена Сергеевна

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

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

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

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)

1. Затраты на покупные комплектующие, ЗП исполнителей, итоговые затраты

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, доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А51	Сидоренко Алена Сергеевна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
10A51	Сидоренко Алена Сергеевна

Институт	Юргинский Технологический Институт	Отделение	Промышленных технологий
Уровень образования	Бакалавр	Направление	15.03.01 «Машинострое- ние»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Анализ рабочего технологического процесса изготовления корпуса с заводским кодом M138.01.04.043 на наличие:	<ul style="list-style-type: none"> - вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) - опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической пожарной и взрывной природы) - негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) - чрезвычайных ситуаций (стихийного, экологического и социального характера)
2. Перечень законодательных и нормативных документов по теме	<p>ГОСТ 12.1.005-88 Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.</p> <p>ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.</p> <p>ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.</p> <p>ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования.</p> <p>ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.</p> <p>ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.</p> <p>ГОСТ 12.1.010-76 Система стандартов безопасности труда. Взрывобезопасность. Общие требования.</p> <p>ГОСТ 12.1.018-93 Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие требования.</p> <p>ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.</p> <p>ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.</p> <p>ГОСТ 12.2.007.1-75 Система стандартов безопасности труда.</p>

	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:	
<i>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i>	<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)
<i>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</i> –	<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)
<i>3. Охрана окружающей среды:</i>	<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.
<i>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</i>	<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
<i>5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</i>	<ul style="list-style-type: none"> - специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны
Перечень графического материала:	
<i>Представить эскизные графические материалы к расчетному заданию (при необходимости)</i>	План, схема или чертеж устройства, улучшающего условия труда на данном рабочем месте

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент ОТБ	Филонов А.В			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10A51	Сидоренко Алена Сергеевна		

РЕФЕРАТ

Тема ВКР: «Разработка технологического процесса изготовления корпуса М138.01.04.043».

Раздел «Объект и методы исследования» содержит служебное назначение изделия, расчет годовой производственной программы выпуска изделия и определения типа производства, анализ конструкции изделия на технологичность, а также выбор заготовки и метода её получения.

Раздел «Расчеты и аналитика» содержит расчет размерных цепей, выбор баз, разработку маршрута технологического процесса, выбор оборудования и средств технологического оснащения, расчет режимов резания, нормирование технологического процесса.

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

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» рассчитана себестоимость изготовления детали.

Текстовая часть выпускной квалификационной работы выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2016, графический материал с помощью программы КОМПАС-3D V16. Работа представлена на CD-R диске (в конверте на обороте обложки).

ABSTRACT

The theme of the WRC: "Development of the technological process of manufacturing the corpus M13801.04.043." The section "Object and Methods of Research" contains the service assignment of the product, the calculation of the annual production program of product release and determination of the type of production, analysis of the product design for manufacturability, as well as the choice of the workpiece and the method of its production.

The section "Calculations and Analytics" contains the calculation of dimensional chains, the choice of bases, the development of the route of the technological process, the choice of equipment and means of technological equipment, the calculation of cutting conditions, the normalization of the technological process.

The section "Social Responsibility" is devoted to the issues of safe work at the site, fire safety and ecology. In the section "Financial management, resource efficiency and resource saving", the cost of manufacturing the part is calculated. The text part of the final qualifying work was made in the text editor Microsoft Word 2016, graphic material using the program KOMPAS-3D V16. The work is presented on a CD-R disc (in an envelope on the back of the cover).

Оглавление

Введение	12
1. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	14
1.1 СЛУЖЕБНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УЗЛА И.....	14
ДЕТАЛЕЙ.....	14
1.2 ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРОГРАММА ВЫПУСКА ИЗДЕЛИЙ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА ПРОИЗВОДСТВА.....	15
1.3 АНАЛИЗ ДЕЙСТВУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ.....	16
1.4 ФОРМУЛИРОВКА ПРОЕКТНОЙ ЗАДАЧИ	22
2. РАСЧЕТ И АНАЛИТИКА	24
2.1 ОТРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ДЕТАЛИ НА ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ	24
2.2 ВЫБОР ЗАГОТОВОК И МЕТОДОВ ИХ ИЗГОТОВЛЕНИЯ	24
2.3 ВЫБОР ВАРИАНТА ПРОИЗВОДСТВА ЗАГОТОВОК	29
2.4 ВЫБОР БАЗ	31
2.5 СОСТАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ...	40
2.6 ВЫБОР СРЕДСТВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ.....	43
2.7 РАСЧЁТ ПРИПУСКОВ.....	48
2.8 РАСЧЁТ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ.....	52
2.9 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	60
2.9.1 ОБОСНОВАНИЕ И ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ	60
2.9.2 РАСЧЕТ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ НА ТОЧНОСТЬ.....	61
2.9.3 СИЛОВОЙ РАСЧЕТ.....	62
2.10 ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ЧАСТЬ	64
2.10.1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМОГО КОЛИЧЕСТВА ОБОРУДОВАНИЯ И КОЭФФИЦИЕНТ ЕГО ЗАГРУЗКИ	64
2.10.2 РАСЧЕТ СОСТАВА РАБОТАЮЩИХ.....	65
3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	68
3.1 РАСЧЕТ ОБЪЕМА КАПИТАЛЬНЫХ ВЛОЖЕНИЙ	68
3.2 СТОИМОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	68
3.3 СТОИМОСТЬ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	69
3.4 СТОИМОСТЬ ИНСТРУМЕНТОВ, ПРИСПОСОБЛЕНИЙ И ИНВЕНТАРЯ	70
3.5 СТОИМОСТЬ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ПОМЕЩЕНИЙ.....	70
3.6 СТОИМОСТЬ ОБОРОТНЫХ СРЕДСТВ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗАПАСАХ, СЫРЬЕ И МАТЕРИАЛАХ.....	71
3.7 ОБОРОТНЫЕ СРЕДСТВА В НЕЗАВЕРШЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ	71
3.8 ОБОРОТНЫЕ СРЕДСТВА В ЗАПАСАХ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ	72
3.9 ДЕНЕЖНЫЕ ОБОРОТНЫЕ СРЕДСТВА	73
3.10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СМЕТЫ ЗАТРАТ НА ПРОИЗВОДСТВО И РЕАЛИЗАЦИЮ ПРОДУКЦИИ	73
3.10.1 ОСНОВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ЗА ВЫЧЕТОМ РЕАЛИЗУЕМЫХ ОТХОДОВ	74
3.10.2 РАСЧЕТ ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РАБОТНИКОВ.....	75
3.10.3 ОТЧИСЛЕНИЯ НА СОЦИАЛЬНЫЕ НУЖДЫ ПО ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЕ ОСНОВНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РАБОЧИХ.....	76
3.10.4 РАСЧЕТ АМОРТИЗАЦИИ ОСНОВНЫХ ФОНДОВ	76
3.10.5 РАСЧЕТ АМОРТИЗАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ.....	76

3.10.6 РАСЧЕТ АМОРТИЗАЦИОННЫХ ОТЧИСЛЕНИЙ ЗДАНИЙ	78
3.10.7 ОТЧИСЛЕНИЯ В РЕМОНТНЫЙ ФОНД	78
3.10.8 ЗАТРАТЫ НА ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА СОДЕРЖАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ	78
3.10.9 ЗАТРАТЫ НА СИЛОВУЮ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ	79
3.10.10 ЗАТРАТЫ НА ИНСТРУМЕНТЫ, ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И ИНВЕНТАРЬ	80
3.10.11 РАСЧЕТ ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ РАБОЧИХ	80
3.10.12 ЗАРАБОТНАЯ ПЛАТА АДМИНИСТРАТИВНО-УПРАВЛЕНЧЕСКОГО ПЕРСОНАЛА	81
3.10.13 ПРОЧИЕ РАСХОДЫ	81
3.11 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТА	82
4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	84
4.1 ОПИСАНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА. АНАЛИЗ ВЫЯВЛЕННЫХ ВРЕДНЫХ И ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ НА РАБОЧЕМ УЧАСТКЕ	84
4.2 ОПИСАНИЕ ВРЕДНЫХ И ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ	85
4.2.1. ОСВЕЩЕНИЕ НА РАБОЧЕМ УЧАСТКЕ	85
4.2.2 Шум.....	86
4.2.3 ВИБРАЦИЯ.....	86
4.2.4 ЗАПЫЛЁННОСТЬ И ЗАГАЗОВАННОСТЬ ВОЗДУХА	88
4.2.5 СТРУЖКА, ОСТРЫЕ КРОМКИ, ЗАУСЕНЦЫ И ШЕРОХОВАТОСТИ НА ПОВЕРХНОСТЯХ ЗАГОТОВОК, ИНСТРУМЕНТОВ И ОБОРУДОВАНИЯ	89
4.2.6 СОЖ.....	89
4.2.7 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК.....	90
4.3 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	93
4.3.1 ДРУГИЕ ВРЕДНЫЕ И ОПАСНЫЕ ФАКТОРЫ.....	93
4.3.2 ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	94
4.4 ЗАЩИТА В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ	95
4.5 ПРАВОВЫЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.....	96
4.6 ВЫВОДЫ	96
Квалиметрическая оценка проекта.....	98
Список используемых источников.....	99
ПРИЛОЖЕНИЕ	102

Введение

Машиностроение – одна из ведущих отраслей народного хозяйства. Задачей машиностроения является создание совершенных конструкций машин и передовой технологии изготовления. Объем продукции должен увеличиваться за счет автоматизации и механизации производства. Основное направление в развитии технического процесса – это создание принципиально новых технологических процессов производства и замена существующих процессов более точными и экономичными. Главное внимание уделяется вопросам сокращения сроков подготовки и повышению качества продукции машиностроения, в значительной степени качество и технико-экономические показатели выпускаемой продукции зависят от подготовки производства, важной составной частью которой является проектирование технологических процессов.

Внедряемые технологические процессы должны обеспечивать высокое качество, точность и низкую себестоимость выпускаемой продукции. Эти показатели обеспечиваются обоснованным применением высокопроизводительного оборудования и технологической оснастки, а также средствами механизации и автоматизации.

В разрабатываемом проекте решается задача получения детали минимальными затратами при использовании высокопроизводительного оборудования и технологической оснастки, также рационального метода получения заготовки.

Целью данного курсового проекта является систематизация, расширение и закрепление теоретических знаний студентов, обучение правильно и самостоятельно решать инженерные и исследовательские задачи, возникающие при проектировании технологических процессов изготовления изделий машиностроения и средств технологического оснащения, а также подготовить студентов к выполнению выпускной квалификационной работы.

В соответствии с поставленной целью в процессе курсового проектирования выделяют следующие задачи:

- развитие и закрепление навыков ведения самостоятельной творческой инженерной работы;

- овладение методикой проектирования технологических процессов механико-сборочного производства;
- приобретения опыта анализа существующих и конструирования современных видов технологической оснастки;
- овладение технико-экономическим анализом принимаемых решений;
- развития навыков самостоятельной защиты принимаемых технических решений.

1. Объекты и методы исследования

1.1 Служебное назначение и техническая характеристика узла и деталей

Изделие «Корпус» с заводским номером М138.01.04.043 входит в сборку М138.01.000СБ «Гидроцилиндр», который является частью стойки крепи.

Корпус изготавливаются из углеродистой конструкционной стали марки 45 ГОСТ 1050-2013. Химический состав данной стали приведен в таблице 1.1, а ее физико-механические свойства в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав, %						
C	Si	Cr	Mn	Ni	S	P
0.42...0.50	0.17...0.37	До 0.25	0.50...0.80	До 0.30	До 0.04	До 0.035

Механические свойства стали 45:

Временное сопротивление на разрыв - $\sigma_B=640\text{МПа}$

Предел текучести материала - $\sigma_T=355\text{МПа}$

Относительное удлинение - $\psi=30\%$

Ударная вязкость – $a_H=5\text{кгс}\cdot\text{м}/\text{см}^2$

Технологические свойства:

Температура ковки начала 1250°C , конца 700°C .

Свариваемость – трудносвариваемая.

Литейные свойства – удовлетворительные.

Коэффициент обрабатываемости для условий обработки инструментами: из твердых сплавов, $K_V - 1$; из быстрорежущей стали, $K_V - 1$.

1.2 Производственная программа выпуска изделий. Определение типа производства

Назначаем среднесерийный тип производства (табл. 2).

Таблица 2 - Годовая программа выпуска изделий

Наименование изделия	Характеристика, модель	Число изделий на программу	Масса, т	
			изделия	на годовую программу
корпус	M138.01.04.043	1200	0.032	38,4

В этой части дипломного проекта тип производства определён приближённо, используя [36, табл. 3]. В дальнейшем после разработки технологического процесса изготовления детали серийность производства будет уточняться. Уточнение производится по коэффициенту закрепления операций в соответствии с ГОСТ 14.004 – 83.

Коэффициент закрепления операций находится как:

$$K_{zo} = \frac{P_o}{C} = \frac{F_d}{N \cdot t_{шт.-к.ср.}}, \quad (1)$$

где P_o – количество операций в технологическом маршруте;

C – расчетное количество рабочих мест, необходимых для выполнения годовой программы;

F_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования, час;

N – годовая программа, шт;

$t_{шт.-к.ср.}$ – среднее штучно-калькуляционное время выполнения операции.

Для серийного определяется размер партии запуска:

$$n = \frac{N \cdot a}{F}, \text{ шт}, \quad (2)$$

где N – годовая программа, шт;

a – период запуска в днях, по рекомендациям [36, с. 11], принимаем $a = 3$;

F – число рабочих дней в году, для 2019 – го года F = 247.

$$n = \frac{1200 \cdot 3}{247} = 14.57 \text{ шт.} \quad (3)$$

n- принимаем равным 14 так как в дальнейшем предусматривается использование двухместного приспособления.

1.3 Анализ действующих технологических процессов

Базовый технологический процесс изготовления корпуса разработан для среднесерийного производства и имеет структуру, представленную в табл. 3.

Таблица 3 - Базовый технологический процесс изготовления вала

Операция	Наименование и содержание	Оборудование и тех. оснастка
005	Фрезерная. ИОТ № 6-89 Обработать согласно эскизу	Станок специализированный фрезерный консольный верти- кальный модели ВМ127М Тиски самоцентрирующие Подкладки цеховые Фреза СТП 1451 Штангенциркуль ШЦ-I-125 Штангенциркуль ШЦ-II-250
010	Фрезерная. ИОТ № 6-89 Обработать согласно эскизу	Станок специализированный фрезерный консольный верти- кальный модели ВМ127М Тиски самоцентрирующие Подкладки цеховые Фреза СТП 1451 Штангенциркуль ШЦ-II-250
015	Слесарная. ИОТ № 410-98 Снять заусенцы, притупить острые кромки	Верстак слесарный ЛПС

Таблица 3

020	Фрезерно-сверлильная ИОТ № 151-90; № 5-99; № 6-89 Обработать согласно эскизу	Фрезерно-сверлильно-расточной станок с ЧПУ и АСИ модели СФП500А8 УСП Фреза 32 ГОСТ 17026 Сверло центровочное [011-715] Сверло 6 ГОСТ 10902 Штангенциркуль ШЦ-П-160 Пробка 6Н14 СТП 4307 Штангенциркуль ШЦ-П- 250-0,05
	Фрезерная ИОТ № 151-90; № 5-99; Обработать согласно эскизу Подготовить первую деталь к сдаче контролёру БТК. Снять заусенцы, притупить острые кромки.	Фрезерно-сверлильно-расточной станок с ЧПУ и АСИ модели СФП500А8 УСП Сверло центровочное [011-715] Сверло [017-98] Сверло 12 ГОСТ 10902 Зенкер [027-688] Зенковка ГОСТ 14953 Ø31,5×90 ⁰ Развёртка [037-496] Развёртка [037-496] Штангенциркуль ШЦ-І-125 Пробка 12Н14 СТП 4307 Пробка 14 – [100-2676] Пробка 20 – [100-2678] Калибр [151-842] Калибр [151-842]

Таблица 3

030	<p>Фрезерная ИОТ № 151-90; № 5-99; № 6-89 Обработать согласно эскизу Подготовить первую деталь к сдаче контролёру БТК. Снять заусенцы, притупить острые кромки. Калибровать резьбу. Продуть канал сжатым возду- хом.</p>	<p>Фрезерно-сверлильно-расточной станок с ЧПУ и АСИ модели СФП500А8 Тиски самоцентрирующие ЛПС Сверло центровочное [011-715] Сверло 25 ГОСТ 10903 Сверло 36 ГОСТ 10903 Зенкер [027-748] Зенкер [020-1076] Развёртка [030-2013] Развёртка [030-2015] Развёртка [037-516] Развёртка [037-518] Фреза [055-883] Фреза [041-26] Метчик М42×1,5-6Н [043-412] Штангенциркуль ШЦ-I-125 ШГ-СТП-4350 ШГ ГОСТ 162-160 Пробка Ø38 – [100-2827] Пробка Ø45 – [100-2825] Пробка п/р М42×1,5 [100-2824] Калибр М42×1,5 Пробка [110-1109] ПР Пробка [110-1111] НЕ Нутромер [101-923]</p>
-----	--	--

Таблица 3

035	<p>Фрезерная ИОТ № 151-90; № 5-99 Обработать согласно эскизу. Продуть отверстие сжатым воздухом. Подготовить первую деталь к сдаче контролёру БТК. Снять заусенцы, притупить острые кромки.</p>	<p>Фрезерно-сверлильно-расточной станок с ЧПУ и АСИ модели СФП500А8 Тиски самоцентрирующие Сверло центровочное [011-715] Сверло [017-98] Сверло 13п СТП 1201 Сверло 8 ГОСТ 10903 Зенкер [027-68] Зенковка Ø31,5×90⁰ ГОСТ 14953 Развёртка [037-496] Развёртка [037-498] Сверло 5 ГОСТ 10902 Сверло 3 ГОСТ 10902 Штангенциркуль ШЦ-I-125 Пробка 5^{+0,3} СТП – 4307 Пробка 3^{+0,25} СТП – 4307 Штырь [159-375] Пробка 8Н14 СТП – 4307 Пробка Ø14 – [100-2676] Пробка Ø20 – [100-2628] Штангенциркуль ШЦ-II-250 Калибр [151-842] Калибр [151-842]</p>
-----	---	--

Таблица 3

040	Фрезерная ИОТ № 151-90; № 5-99 Обработать согласно эскизу. Продуть отверстие сжатым воздухом.	Фрезерно-сверлильно-расточной станок с ЧПУ и АСИ модели СФП500А8 Тиски самоцентрирующие Сверло центровочное [011-715] Сверло 9 СТП 1201 Сверло 19,5П СТП 1201 Развёртка [037-741] Развёртка [037-742] Сверло 14 ГОСТ 10903 Зенковка Ø20×120 ⁰ ГОСТ 14953 Штангенциркуль ШЦ-I-125 Штангенциркуль ШЦ-II-250 Пробка 9Н14 СТП – 4307 Пробка п/р М16-6Н п/никель [100-2938] Пробка Ø 21 ^{+0,112} _{+0,08} п/никель [100-2938]
043	Сверлильная ИОТ № 5А Обработать 2 отв. Ø5 ^{+0,3} с пере- установкой детали.	Станок универсальный верти- кально-сверлильный модели 2С132К УСП Сверло 5 ГОСТ 10902 Пробка 5Н14 СТП – 4307 Штангенциркуль ШЦ-I-125

Таблица 3

045	<p>Слесарная ИОТ № 410-98 Снять заусенцы, притупить острые кромки. Продуть сжатым воздухом. Нарезать резьбу на РН М16-6Н Маркировать 4 на бирке. Клей- мить на бирке. Полировать R 0,6 Калибровать резьбу п/н М42×1,5-6Н</p>	<p>Верстак слесарный Инструмент слесарный ЛПС Пневмопистолет СМ21-9-2500 Очки О ГОСТ 12.4.013 Метчик [043-435] Метчик [043-437] Метчик [043-437-01] Шабер [093-253] Шабер [093-277] Шабер [093-277] Борфреза Ø10 2844-0701 ГОСТ 18944-73 Развёртка 2363-0063 ГОСТ 1672-80 Метчик п/н М42×1,5-6Н [043-412] Пробка «ПР» п/н М42×1,5-6Н [110-1109] Пробка «НЕ» п/н М42×1,5-6Н [110-1111] Калибр [110-1118] Калибр [110-1120]</p>
-----	--	---

Таблица 3

050	Контроль ИОТ № 356, 238а Контроль детали производить по чертежу и техпроцессу. 1. проверить деталь внешним осмотром на отсутствие механических повреждений, заусенцев, острых кромок и др. дефектов. 2. шероховатость обработанной поверхности Проверить: $\varnothing 14^{+0,103}_{+0,08}$; $\varnothing 20^{+0,209}_{+0,145}$; $\varnothing 21^{+0,112}_{+0,08}$; $\varnothing 38^{+0,122}_{+0,08}$; $\varnothing 45^{+0,122}_{+0,08}$; М42×1,5-6Н; М16-7Н.	Плита контрольная Калибр 100-2676 Калибр 100-2678 Калибр 100-2681 Калибр 100-2827 Калибр 100-2825 Калибр 110-1109 Калибр 110-1111 Калибр 110-1118 Калибр 110-1120 Образцы шероховатости ГОСТ 9378 Эндоскоп ЭЛЖ-1 ТУ25-0619 38-82
055	Покрытие (по т/п ЦЗЛ)	
060	Контроль	плита

1.4 Формулировка проектной задачи

При анализе исходного технологического процесса были выявлены некоторые его недостатки, которые по возможности следует устранить при разработке проектируемого технологического процесса.

Задачей данного курсового проекта является разработка нового технологического процесса, применяемого для среднесерийного типа производства.

Критически анализируя базовый технологический процесс механической обработки, делаем вывод, что необходимо применять более прогрессивные виды оборудования и технологической оснастки, тем самым добиться повышения производительности труда и уменьшения себестоимости продукции.

При разработке технологического процесса механической обработки универсальные станки нужно заменить полуавтоматами или современными станками с ЧПУ (используемые при многостаночном обслуживании) с расширенными технологическими возможностями. Универсальные приспособления по необходимости следует заменить специальными, применять современные виды

инструментов, если необходимо – спроектировать специальный инструмент, использовать более точные методы получения заготовки, повышая коэффициент использования материала и снижая припуски на механическую обработку.

В конструкторской части данного курсового проекта необходимо спроектировать приспособление на одну из операций технологического процесса. Приспособление, по возможности, должно быть оснащено механизированным приводом. Также производится расчет приспособления на точность, силовой расчет и выбор параметров привода.

Организационная часть курсового проекта включает в себя нормирование технологического процесса механической обработки, расчет потребного количества оборудования и коэффициента его загрузки.

В экономической части курсового проекта необходимо произвести оценку экономической эффективности разработанного технологического процесса и оценку экономичности сконструированного приспособления.

Графическая часть курсового проекта включает в себя:

- чертеж детали и заготовки;
- карты технологических наладок;
- чертеж приспособления.

2. Расчет и аналитика

2.1 Отработка конструкции детали на технологичность

Технологичность – важнейшая техническая основа, обеспечивающая использование конструкторских и технологических резервов для выполнения задач по повышению технико-экономических показателей изготовления и качества изделия.

Технологичность конструкции изделия определена ГОСТ 14.205 – 83 как совокупность свойств конструкции изделия, определяющих ее приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, эксплуатации и ремонте для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ.

Технологичность конструкции обуславливается рациональным выбором исходных заготовок, технологичностью формы детали, рациональной постановкой размеров, назначением оптимальной точности размеров, форм и взаимного расположения поверхностей, параметров шероховатости и технических требований.

Материал детали позволяет применять высокопроизводительные методы обработки.

На рабочем чертеже вала выполнена одна проекция, три сечения, поясняющие размеры резьбовых отверстий, и два выносных элемента, показывающих размеры канавок. Этого достаточно для однозначного определения конструкции детали. Обозначение шероховатостей, полей допусков, отклонений формы и расположения поверхностей соответствуют требованиям оформления конструкторской документации. В целом деталь можно считать технологичной

2.2 Выбор заготовок и методов их изготовления

При выборе вида заготовки и методов её изготовления рассматриваются два альтернативных варианта. В первом случае заготовкой является штампованная поковка в закрытых штампах на кривошипном горячештамповочном прессе, во втором случае – поковка, получаемая на горизонтально-ковочной машине.

Для последующих расчётов необходимо знать массу детали. Определяем массу данную в чертеже:

$$m_d = 3,2 \text{ кг}$$

Используя рекомендации [4, с. 134...168] рассчитываем заготовку.

2.2.1 Штамповка в закрытых штампах

Материал – Сталь 45 ГОСТ 8479-70.

Оборудование – КГШП с выталкивателем.

Нагрев заготовок – индукционный.

Масса детали – 3,2 кг.

Заготовку проектируем по ГОСТ 7505-89.

Масса поковки (расчетная)

Расчетный коэффициент $K_p = 1,7$

$$m_{\Pi} = 3,2 \cdot 1,7 = 5,44 \text{ кг} \quad (4)$$

Класс точности – Т2

Группа стали – М2 для сталей содержащих более 0.35% С и содержанием легирующих элементов более 2% назначается группа стали.

Степень сложности – С2

Размеры описывающей поковку фигуры (прямоугольник), мм

$$\text{Высота} - 105 \cdot 1,05 = 110,2 \text{ мм} \quad (5)$$

$$\text{Ширина} - 57 \cdot 1,05 = 60 \text{ мм} \quad (6)$$

$$\text{Длина} - 170 \cdot 1,05 = 178,5 \text{ мм} \quad (7)$$

(где 1,05 – коэффициент)

Масса описанной фигуры (расчетная) – 11,2 кг.

$$\frac{G_{\Pi}}{G_{\Phi}} = \frac{5.44}{11.2} = 0,48 \quad (8)$$

Конфигурация поверхности разъёма штампа П–плоская

Исходный индекс – 14

Припуски и кузнечные напуски

Основные припуски на размеры

2–Длина 170 мм и чистота поверхности 6.3

2–Длина 115 мм и чистота поверхности 6.3

1,7–Длина 57 мм и чистота поверхности 6.3

Дополнительные припуски учитывающие:

Смещение по поверхности разъёма штампа – 0,3 мм

Отклонение от плоскостности – 0,3 мм

Штамповочный уклон:

На наружной поверхности – не более 5° принимается 5°

Размеры поковки и их допускаемые отклонения

$$\text{Длина} - 170 + (2 + 0,3) \cdot 2 = 174,6 \text{ мм} \quad (9)$$

$$\text{Длина} - 115 + (2 + 0,3) \cdot 2 = 119,6 \text{ мм} \quad (10)$$

$$\text{Длина} - 57 + (1,7 + 0,3) \cdot 2 = 61 \text{ мм} \quad (11)$$

Радиус закругления наружных углов – 2,0 мм (минимальный) принимается 3,0 мм

Допускаемые отклонения размеров, мм

Длина:

$$174,6^{+2,7}_{-1,3}$$

$$119,6^{+2,4}_{-1,2}$$

$$61^{+2,1}_{-1,1}$$

Не указаны предельные отклонения размеров

Не указаны допуски радиусов закругления – свыше 2 мм

Допускаемая величина остаточного облоя – 0,7 мм

Допускаемое отклонение от плоскостности – 0,6 мм

Допускаемое смещение по поверхности разъёма штампа – 0,5 мм

Допускаемая величина высоты заусенца – 3 мм

По полученным выше размерам рассчитываем массу заготовку

$$M_3 = V \cdot \rho \quad (12)$$

Где V – объем заготовки

ρ – плотность стали $\rho = 7826 \text{ кг} / \text{м}^3$

$$V = 27,6 \cdot 126 \cdot 36 + 18 \cdot 107 \cdot 32 + 22 \cdot 34 \cdot 32 + 3,14 \cdot 33,3^2 \cdot 144 = 712157,30 \text{ мм}^3 \quad (13)$$

$$M_3 = 712157,30 \cdot 7826 \cdot 10^{-9} = 5,57 \text{ кг} \quad (14)$$

$K_{\text{им}}$ – коэффициент использования материала, определяемый из отношения массы детали к массе заготовки:

$$K_{\text{им}} = \frac{m_{\text{д}}}{m_3} = \frac{3,2}{5,57} = 0,57 \quad (15)$$

2.2.2 Штамповка, выполняемая на ГКМ в открытых штампах

Материал – Сталь 45 ГОСТ 8479-70.

Оборудование – КГШП с выталкивателем.

Нагрев заготовок – индукционный.

Масса детали – 3,2 кг.

Заготовку проектируем по ГОСТ 7505-89.

Масса поковки (расчетная)

Расчетный коэффициент $K_p = 1,7$

$$m_{\text{п}} = 3,2 \cdot 1,7 = 5,44 \text{ кг} \quad (16)$$

Класс точности – Т4

Группа стали – М2 для сталей содержащих более 0.35% С и содержанием легирующих элементов более 2% назначается группа стали.

Степень сложности – С2

Размеры описывающей поковку фигуры (прямоугольник), мм

$$\text{Высота} - 105 \cdot 1,05 = 110,2 \text{ мм} \quad (17)$$

$$\text{Ширина} - 57 \cdot 1,05 = 60 \text{ мм} \quad (18)$$

$$\text{Длина} - 170 \cdot 1,05 = 178,5 \text{ мм} \quad (19)$$

(где 1,05 – коэффициент)

Масса описанной фигуры (расчетная) – 11,2 кг.

$$\frac{G_{\Pi}}{G_{\Phi}} = \frac{5.44}{11.2} = 0,48 \quad (20)$$

Конфигурация поверхности разъёма штампа П–плоская

Исходный индекс – 10

Припуски и кузнечные напуски

Основные припуски на размеры

1,4 – Длина 170 мм и чистота поверхности 6.3

1,3 – Длина 115 мм и чистота поверхности 6.3

1,2 – Длина 57 мм и чистота поверхности 6.3

Дополнительные припуски учитывающие:

Смещение по поверхности разъёма штампа – 0,3 мм

Отклонение от плоскостности – 0,4 мм

Штамповочный уклон:

На наружной поверхности – не более 5° принимается 5°

Размеры поковки и их допускаемые отклонения

$$\text{Длина} - 170 + (1,4 + 0,3) \cdot 2 = 172,4 \text{ мм} \quad (21)$$

$$\text{Длина} - 115 + (1,3 + 0,3) \cdot 2 = 118,2 \text{ мм} \quad (22)$$

$$\text{Длина} - 57 + (1,2 + 0,3) \cdot 2 = 60 \text{ мм} \quad (23)$$

Радиус закругления наружных углов – 2,0 мм (минимальный) принимается 3,0 мм

Допускаемые отклонения размеров, мм

Длина:

$$172,4^{+1,6}_{-0,9}$$

$$118,2^{+1,4}_{-0,8}$$

$$60^{+1,1}_{-0,5}$$

Не указаны предельные отклонения размеров

Не указаны допуски радиусов закругления – свыше 2 мм

Допускаемая величина остаточного облоя – 0,7 мм

Допускаемое отклонение от плоскостности – 0,6 мм

Допускаемое смещение по поверхности разъема штампа – 0,5 мм

Допускаемая величина высоты заусенца – 3 мм

По полученным выше размерам рассчитываем массу заготовки

$$M_з = V \cdot \rho \quad (24)$$

Где V – объем заготовки

$$\rho - \text{плотность стали } \rho = 7826 \text{ кг} / \text{м}^3 \quad (25)$$

$$V = 26,4 \cdot 126 \cdot 36 + 18 \cdot 107 \cdot 32 + 20,4 \cdot 34 \cdot 32 + \\ + 3,14 \cdot 34^2 \cdot 144 = 726274,56 \text{ мм}^3 \quad (26)$$

$$M_з = 726274,56 \cdot 7826 \cdot 10^{-9} = 5,68 \text{ кг} \quad (27)$$

$K_{им}$ – коэффициент использования материала, определяемый из отношения массы детали к массе заготовки:

$$K_{им} = \frac{m_д}{m_з} = \frac{3,2}{5,68} = 0,56 \quad (28)$$

2.3 Выбор варианта производства заготовок

Выбор варианта производства заготовок производим по технологической себестоимости заготовок:

$$S_T = \frac{G_д}{K_{им}} \cdot [C_{заг} + C_с (1 - K_{им1})], \text{ руб.} \quad (29)$$

где $G_д$ – масса детали, кг.;

$K_{им}$ – коэффициент использования материала с учётом заусенца при открытой штамповке;

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

$C_с$ – средняя по машиностроению стоимость срезания одного килограмма стружки при механической обработке, руб/кг.

По данным бюро ценообразования удельная стоимость материала заготовки для поковки из стали 45 составляет:

$$C_{\text{ЗАГ}} = 118 \text{ руб/кг}$$

В ценах 1991 г средняя по машиностроению стоимость срезания одного килограмма стружки при механической обработке составляет 0.495 руб/кг, принимая коэффициент инфляции равным 11, получаем:

$$C_{\text{С}} = 58.41 \text{ руб/кг}$$

При закрытой штамповке:

$$S_{T1} = \frac{3,2}{0.57} \cdot [118 + 58.41(1 - 0.57)] = 803,50 \text{ руб.} \quad (30)$$

При открытой штамповке:

$$S_{T2} = \frac{3,2}{0.56} \cdot [118 + 58.41 \cdot (1 - 0.56)] = 821,2 \text{ руб.} \quad (31)$$

Заготовка, полученная в открытых штампах экономически более выгодна. К тому же штамповка в открытых штампах имеет ряд преимуществ, не учитываемых при расчётах. Открытая штамповка обеспечивает меньшие припуски, стойкость штампов при закрытой открытой выше. Учитывая эти факторы, в качестве заготовки выбираем штампованную поковку, получаемую в открытых штампах на КГМ.

Определяем экономическую эффективность выбранной заготовки:

$$(S_{\text{T}}^{\text{I}} - S_{\text{T}}^{\text{II}}) \cdot N = (821,2 - 803,5) \cdot 1200 = 21240 \text{ руб.} \quad (32)$$

2.4 Выбор баз

005. Фрезерная

Базирование осуществляется по плоскости в специальном приспособлении

Так как технологическая база совпадает с измерительной то погрешность базирования в данном случае равна нулю – $\varepsilon_6 = 0$.

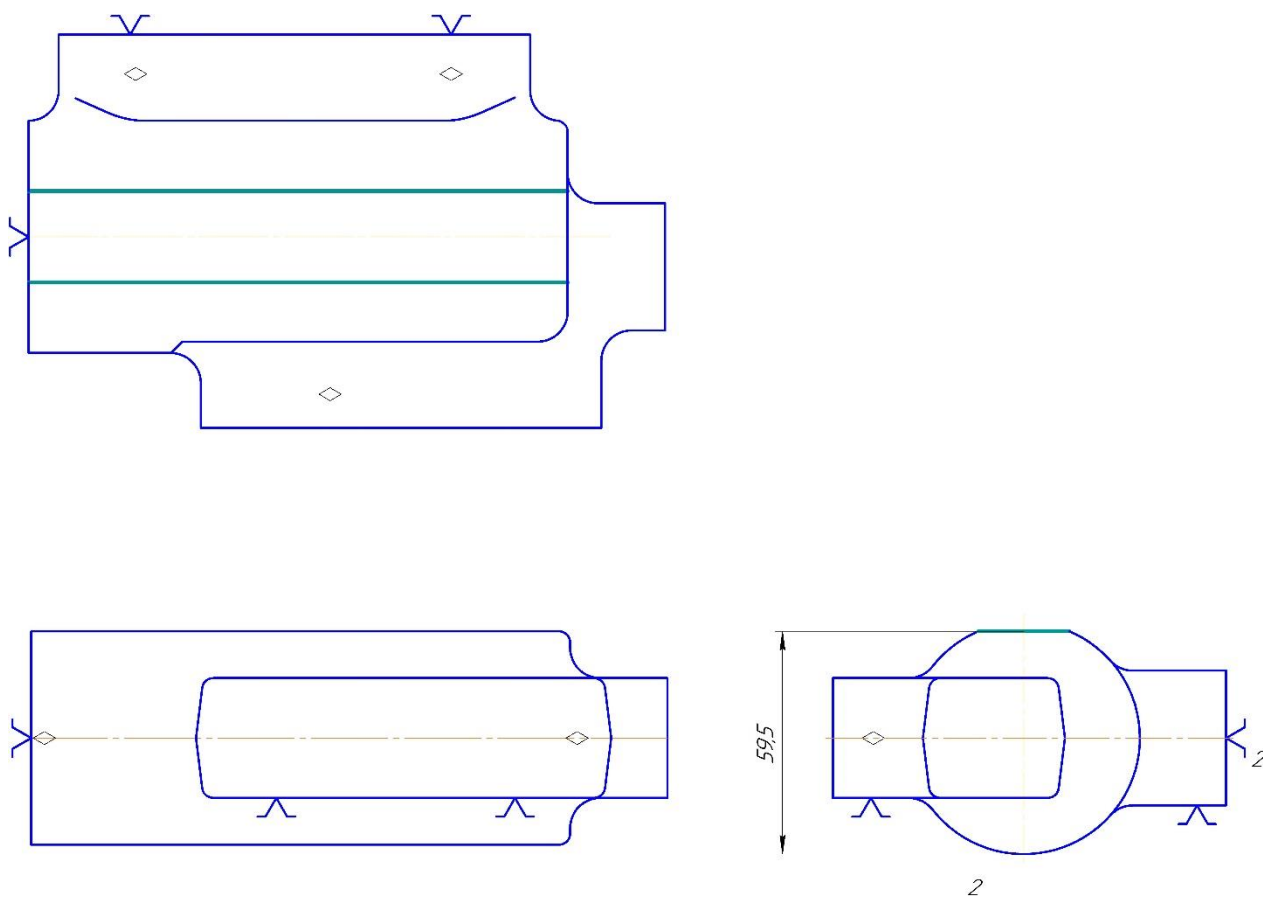


Рисунок 1 – схема базирования для операции 005

015. Фрезерная

Базирование осуществляется по плоскости в специальном приспособлении. Так как технологическая база совпадает с измерительной то погрешность базирования в данном случае равна нулю – $\varepsilon_6 = 0$.

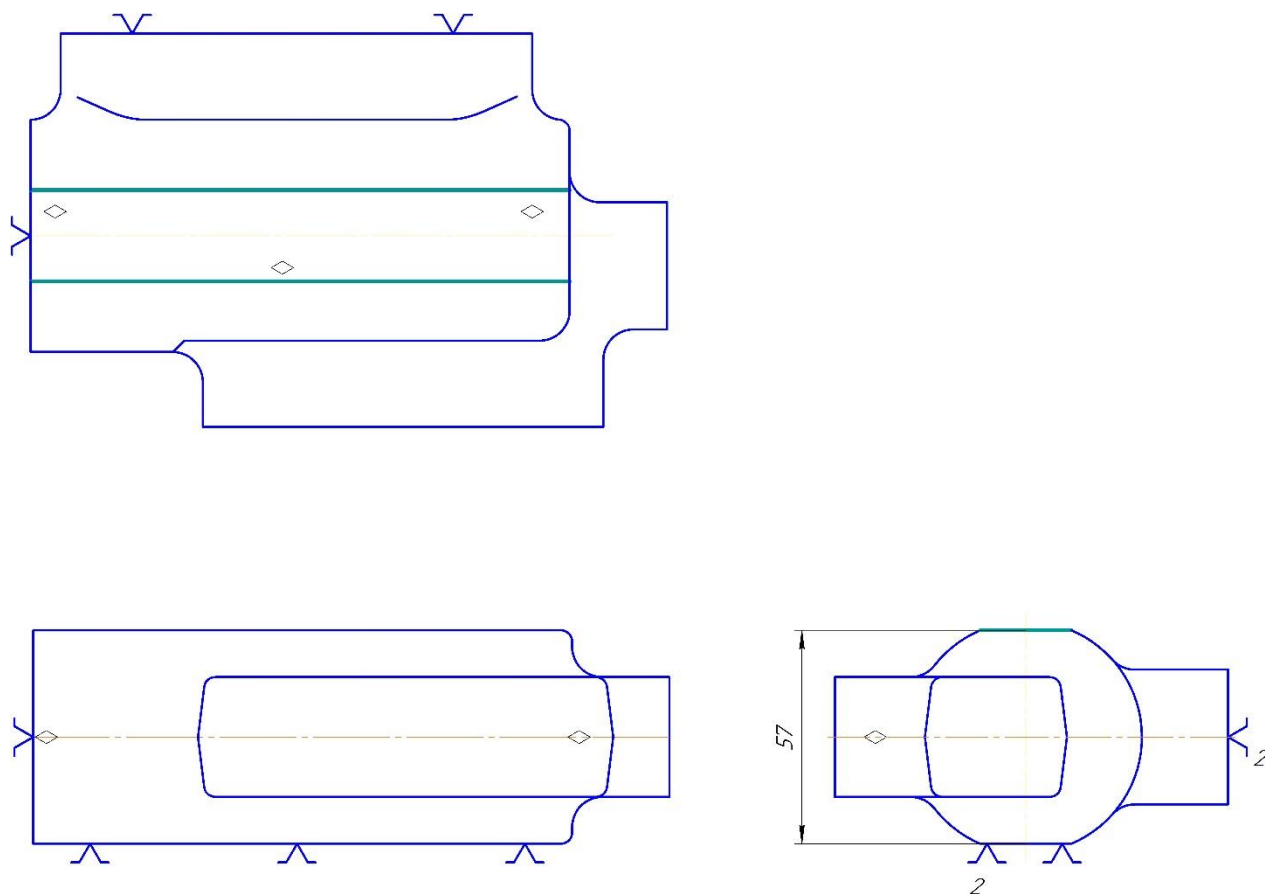


Рисунок 2 – схема базирования для операции 015

025. Фрезерная

Базирование осуществляется по плоскости в специальном приспособлении. Так как технологическая база совпадает с измерительной то погрешность базирования в данном случае равна нулю – $\varepsilon_6 = 0$.

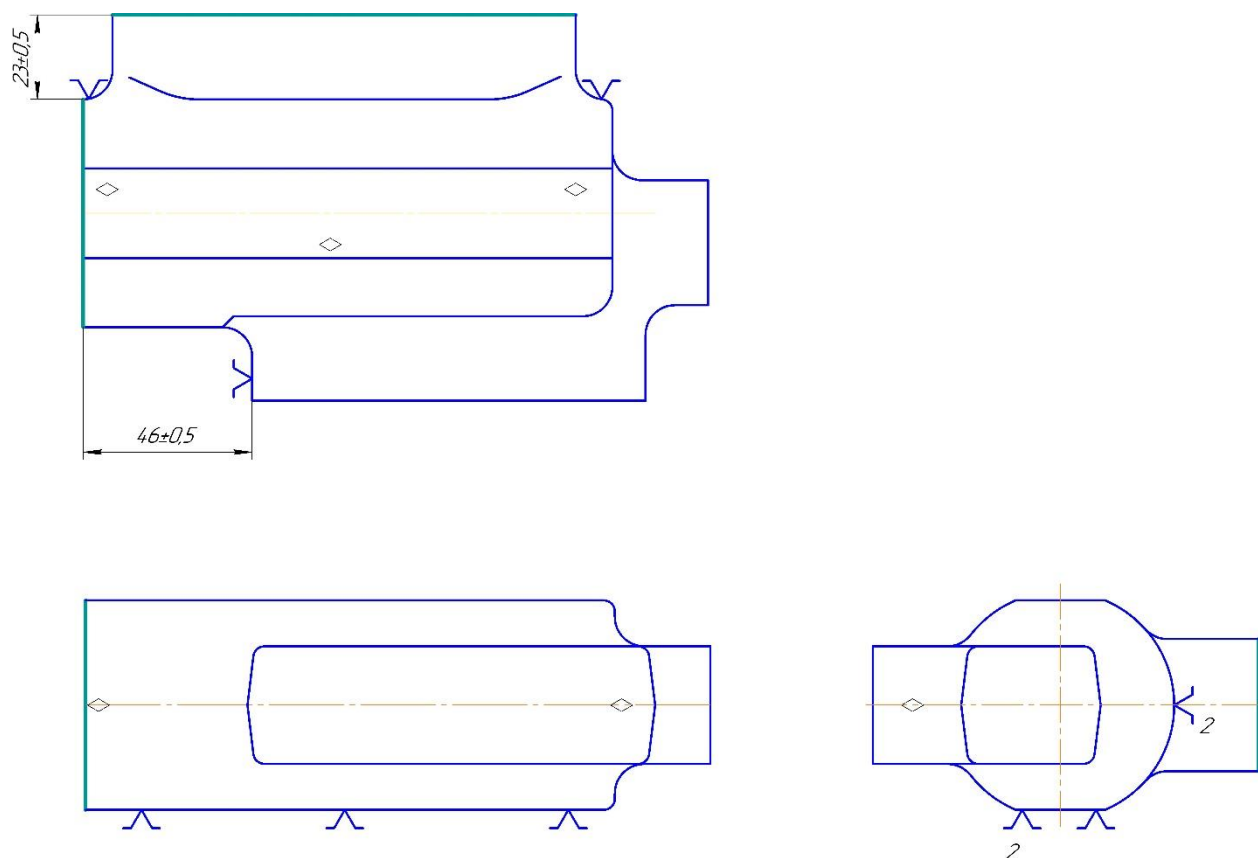


Рисунок 3 – схема базирования для операции 025

035. Сверлильно-фрезерно-расточная

Базирование осуществляется по плоскости в специальном приспособлении. Так как технологическая база совпадает с измерительной то погрешность базирования в данном случае равна нулю – $\varepsilon_6 = 0$.

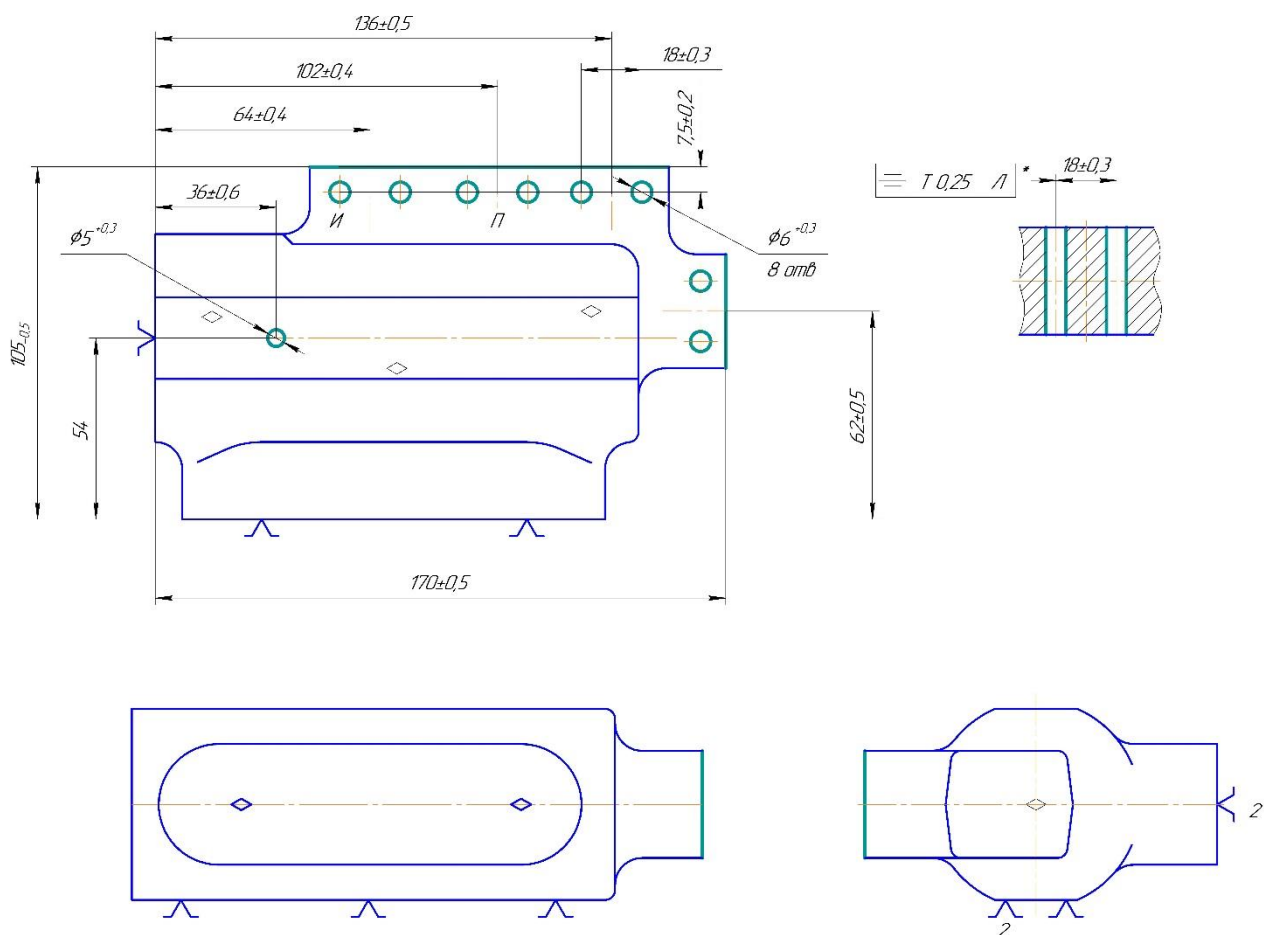


Рисунок 4– схема базирования для операции 035

045. Сверлильно-фрезерно-расточная

Базирование осуществляется по плоскости в специальном приспособлении. Так как технологическая база совпадает с измерительной то погрешность базирования в данном случае равна нулю – $\varepsilon_6 = 0$.

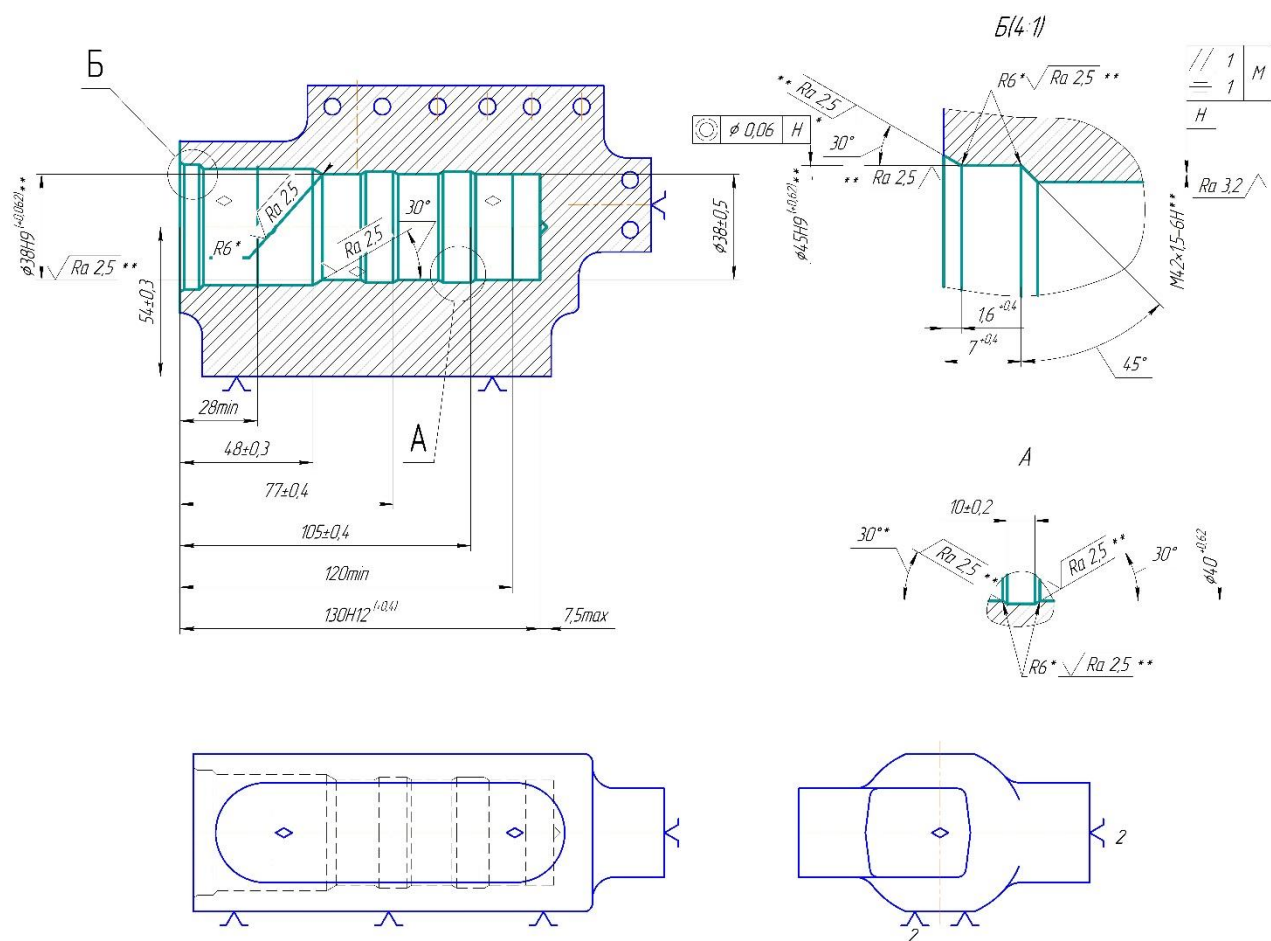


Рисунок 5 – схема базирования для операции 045

055. Сверлильно-фрезерно-расточная

Базирование осуществляется по плоскости в специальном приспособлении. Так как технологическая база совпадает с измерительной то погрешность базирования в данном случае равна нулю – $\varepsilon_6 = 0$.

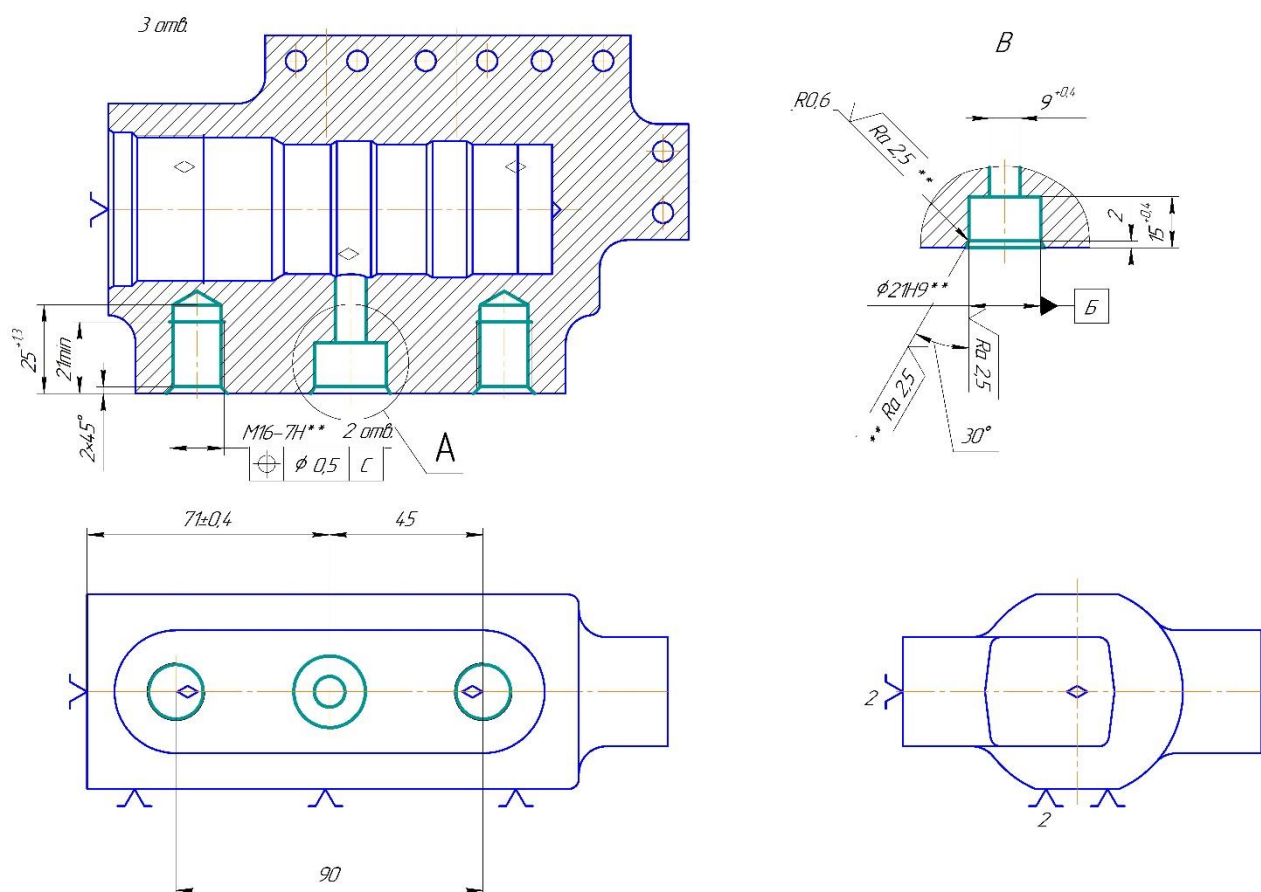


Рисунок 6 – схема базирования для операции 055

Позиция 1

Technical drawing of a mechanical part, showing a cross-section (top) and a top view (bottom).

Top View (Cross-section):

- The part is symmetrical about a vertical centerline.
- The total length is dimensioned as 62 ± 0.5 .
- The right-hand flange has a central hole with a diameter of $\varnothing 12$.
- The central bore has a diameter of $\varnothing 12$.
- The central vertical slot has a width of 4 ± 0.3 .
- The part is hatched to indicate a cross-section.

Bottom View (Top View):

- The part is symmetrical about a horizontal centerline.
- The central feature is a square with a side length of 4 ± 0.3 .
- The part is hatched to indicate a cross-section.

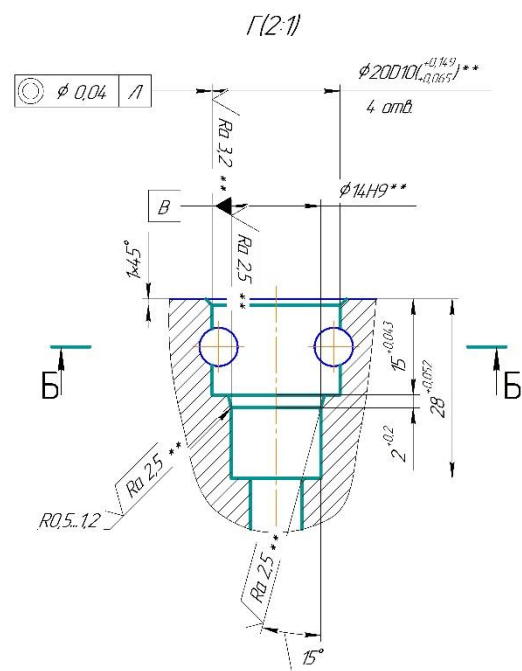


Рисунок 7 – схема базирования для операции 065

065. Сверлильно-фрезерно- расточная

Позиция 2

Базирование осуществляется по плоскости в специальном приспособлении
 Так как технологическая база совпадает с измерительной то погрешность базирования в данном случае равна нулю – $\varepsilon_6 = 0$.

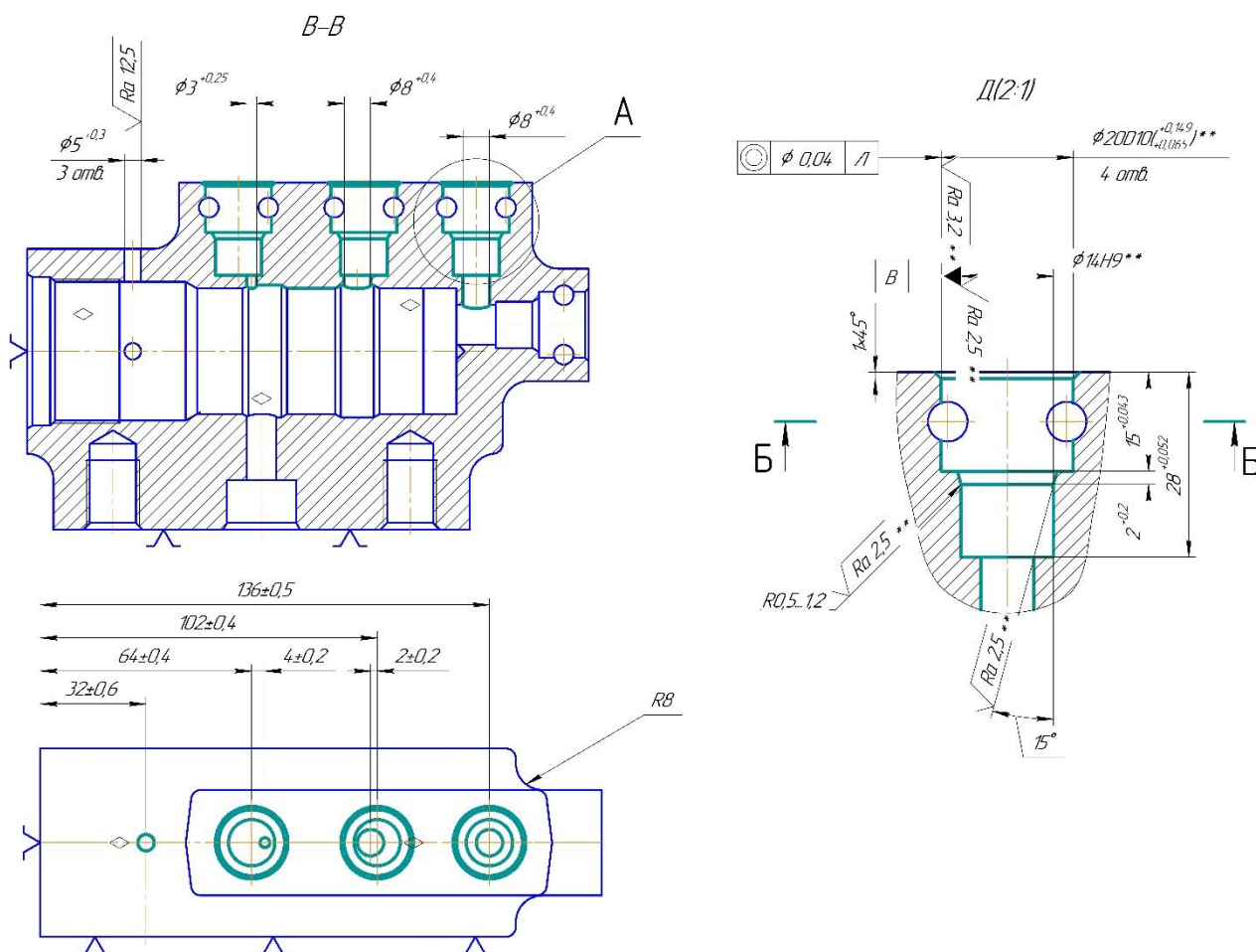


Рисунок 8 – схема базирования для операции 065

070. Слесарная

Ставится клеймо, согласно чертежу

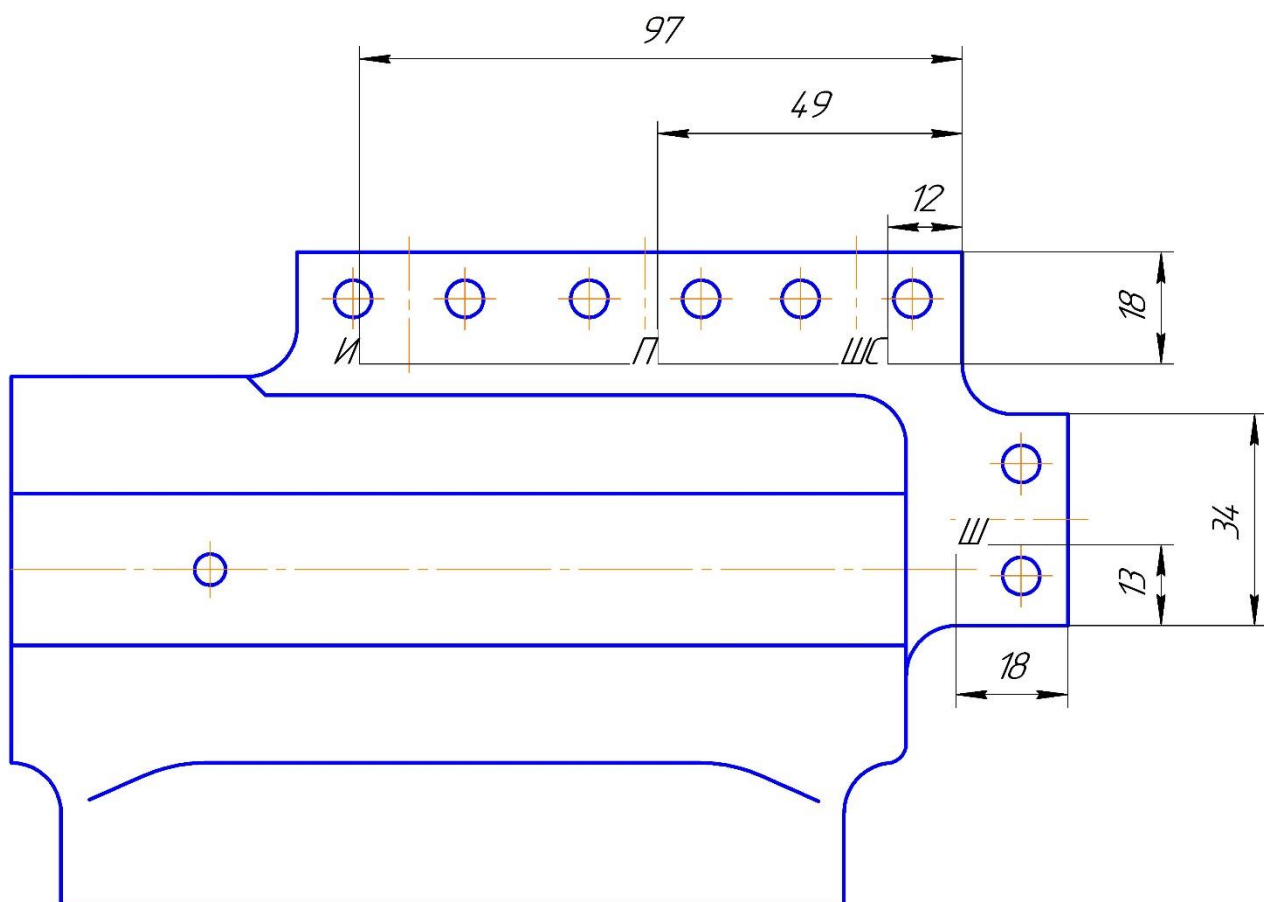


Рисунок 9 – схема базирования для операции 070

2.5 Составление технологического процесса механической обработки

Таблица 4

№ пере- хода	Наименование и содержание операции	Оборудование
005 Установ 1	Фрезеровать поверхность на проход соблюдая размер 59,5H14	Вертикальный сверлильно-фрезерно-расточной станок с ЧПУ Модель СФП-500A8
005 Установ 2	Фрезеровать поверхность на проход соблюдая размер 57	Вертикальный сверлильно-фрезерно-расточной станок с ЧПУ Модель СФП-500A8
010	Снять заусенцы притупить края	Верстак слесарный
015	Фрезеровать 2 поверхности на проход соблюдая размеры $23 \pm 0,5$ мм и $46 \pm 0,5$ мм	Вертикальный сверлильно-фрезерно-расточной станок с ЧПУ Модель СФП-500A8
020	Снять заусенцы притупить края	Верстак столярный
025	Фрезеровать 2 поверхности на проход соблюдая размеры $105 \pm 0,5$ мм и $170 \pm 0,5$ мм Сверлить 8 отверстий диаметром $6 \pm 0,3$ мм соблюдая размеры, $18 \pm 0,3$ мм и $7,5 \pm 0,2$ мм соблюдая допуск симметричности 0,25 мм Сверлить отверстие диаметром $5 \pm 0,3$ мм на проход соблюдая размеры $36 \pm 0,6$ мм и $54 \pm 0,3$ мм	Вертикальный сверлильно-фрезерно-расточной станок с ЧПУ Модель СФП-500A8
030	Снять заусенцы притупить края	Верстак столярный
035	Центровать отверстие соблюдая размер $54 \pm 0,3$ с соблюдением симметричности Сверлить отверстие диаметром 15 мм на глубину 137,5 мм соблюдая размер $54 \pm 0,3$ с соблюдением симметричности Рассверлить отверстие диаметром 25 мм мм на	Горизонтально-фрезерный обрабатывающий центр FEELER модели EH-320

Таблица 4

	<p>глубину 137,5 мм соблюдая размер $54 \pm 0,3$ с соблюдением симметричности</p> <p>Расточить отверстие диаметром 32 мм на глубину $130 + 0,4$ мм соблюдая размер $54 \pm 0,3$ с соблюдением симметричности</p> <p>Расточить отверстие диаметром 37,8 мм на глубину 120 мм min соблюдая размер $54 \pm 0,3$ с соблюдением симметричности</p> <p>Развернуть отверстие диаметром 38,03H7</p> <p>Фрезеровать отверстие диаметром 42 мм на глубину $48 \pm 0,3$ с образованием фаски под углом 30° соблюдая размер $54 \pm 0,3$ с соблюдением симметричности</p> <p>Фрезеровать отверстие диаметром 44,7 мм на глубину $7 + 0,4$ мм образованием фаски под углом 45° соблюдая размер $54 \pm 0,3$ с соблюдением симметричности</p> <p>Фрезеровать отверстие диаметром 45H9(+0,62) мм с образованием фаски $1,6 + 0,4 \times 30^\circ$ соблюдая размер $54 \pm 0,3$ с соблюдением симметричности и допуска соосности 0,06 на диаметр</p> <p>Фрезеровать резьбу M42x1,5-6H на глубину 28 мм min</p> <p>Фрезеровать канавки диаметром $40 + 0,62$ мм на длину $10 \pm 0,2$ мм с образованием фасок под углом 30° и скруглением радиусом 0,6 мм соблюдая размер $77 \pm 0,4$ мм и $105 \pm 0,4$</p>	
040	Снять заусенцы притупить края	Верстак слесарный
045	<p>Центровать 3 отверстия соблюдая размеры $71 \pm 0,4$ мм, 45 мм и 90 мм соблюдая симметричность</p> <p>Сверлить 2 отверстия под резьбу диаметром 14 мм на глубину $25 + 1,3$ мм, соблюдая размеры $71 \pm 0,4$ мм, 45 мм и 90 мм</p> <p>Нарезать резьбу M16 в двух отверстиях на глубину 20 мм min, соблюдая размеры $71 \pm 0,4$ мм, 45 мм и 90 мм</p> <p>Сверлить отверстие диаметром $9 + 0,4$ мм на проход соблюдая размер $71 \pm 0,4$ мм</p> <p>Рассверлить отверстие диаметром 18,0 мм на глубину $15 + 0,4$ мм</p> <p>Зенкеровать отверстие диаметром 20,8 мм на глубину $15 + 0,4$ мм</p>	Горизонтально-фрезерный обрабатывающий центр FEELER модели EH-320

Таблица 4

	Развернуть отверстие диаметром 21 мм на глубину $15 \pm 0,4$ мм с образованием фаски $2 \times 30^\circ$	
050	Снять заусенцы притупить края	Верстак слесарный
055	<p>Позиция 1</p> <p>Центровать отверстие соблюдая размер $62 \pm 0,5$ мм соблюдая симметричность</p> <p>Сверлить отверстие диаметром $12 \pm 0,43$ мм на проход соблюдая размер $62 \pm 0,5$ мм соблюдая симметричность</p> <p>Рассверлить отверстие диаметром 18,0 мм на глубину $15 \pm 0,043$ мм соблюдая размер $62 \pm 0,5$ мм соблюдая симметричность</p> <p>Зенкеровать отверстие диаметром 19,8 на глубину $15 \pm 0,043$ и 13,85 мм на глубину $28 \pm 0,052$ мм соблюдая размер $62 \pm 0,5$ мм соблюдая симметричность</p> <p>Развернуть отверстие диаметром 20D10($+0,149 \dots +0,065$) мм на глубину $15 \pm 0,043$ и 14H9 на глубину $28 \pm 0,052$ мм с образованием фасок $2 \pm 0,2 \times 15^\circ$ и 1×45 соблюдая размер $62 \pm 0,5$ мм соблюдая симметричность</p>	Горизонтально-фрезерный обрабатывающий центр FEELER модели EH-320
055	<p>Позиция 2</p> <p>Центровать 3 отверстия соблюдая размеры $64 \pm 0,4$ мм, $102 \pm 0,4$ мм и $136 \pm 0,5$ мм соблюдая симметричность</p> <p>Сверлить отверстие диаметром $8 \pm 0,4$ мм на проход соблюдая размер $136 \pm 0,5$ мм соблюдая симметричность</p> <p>Сверлить 3 отверстия диаметром 13,8 мм на глубину $28 \pm 0,052$ мм соблюдая размеры $64 \pm 0,4$ мм, $102 \pm 0,4$ мм и $136 \pm 0,5$ мм соблюдая симметричность</p> <p>Рассверлить 3 отверстия диаметром 18,0 мм на глубину $15 \pm 0,043$ мм соблюдая размеры $64 \pm 0,4$ мм, $102 \pm 0,4$ мм и $136 \pm 0,5$ мм соблюдая симметричность</p> <p>Зенкеровать 3 отверстия диаметром 19,8 на глубину $15 \pm 0,043$ и 13,85 мм на глубину $28 \pm 0,052$ мм соблюдая размеры $64 \pm 0,4$ мм, $102 \pm 0,4$ мм и $136 \pm 0,5$ мм соблюдая симметричность</p> <p>Развернуть 3 отверстия диаметром 20D10($+0,149 \dots +0,065$) мм на глубину $15 \pm 0,043$ и 14H9 на глубину $28 \pm 0,052$ мм с образованием фасок $2 \pm 0,2 \times 15^\circ$ и 1×45 соблюдая размеры</p>	Горизонтально-фрезерный обрабатывающий центр FEELER модели EH-320

Таблица 4

	64±0,4 мм, 102±0,4 мм и 136±0,5 мм соблюдая симметричность Центровать 3 отверстия соблюдая размеры 32±0,6 мм, 4±0,2 мм и 2±0,2 мм соблюдая симметричность Сверлить отверстие диаметром 8+0,4 мм соблюдая размер 2±0,2 мм соблюдая симметричность Сверлить отверстие диаметром 3+0,25 мм соблюдая размер 4±0,2 мм соблюдая симметричность Сверлить отверстие диаметром 5+0,3 мм соблюдая размер 32±0,6 мм соблюдая симметричность	
060	Снять заусенцы притупить края	Верстак слесарный
065	Клеймить согласно эскизу	Верстак слесарный
070	Покрытие (по т/п ЦЗЛ)	

2.6 Выбор средств технологического оснащения

2.6.1 Выбор оборудования

005, 015. Фрезерно-сверлильная

Вертикальный сверлильно-фрезерно-расточной станок с ЧПУ

Модель СФП-500А8

-Размеры рабочей поверхности стола, мм:

500×1000

-Максимально программируемые перемещения, мм:

- ось "X": 800

- ось "Y": 500

- ось "Z": 710

-Макс. расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности стола, мм: 950

-Рабочие подачи (бесступенчатое регулирование), мм/мин: 1...5000

-Конус шпинделя ISO, мм: 40

-Частота вращения шпинделя (бесступенчатое регулирование), об./мин:

- базовый вариант: 28...4500

- Максимально допустимый крутящий момент на шпинделе, Н·м: 430
- Мощность привода главного движения, кВт: 5,5 (11)
- Число инструментов в магазине:

- базовый вариант: 20

- Максимальная масса инструмента, кг: 10

- Габариты без приставного оборудования, мм: 3100×2800×3500

- Масса станка без приставного оборудования, кг: 5800

025, 030, 040 Горизонтально фрезерно-расточная

Горизонтально-фрезерный обрабатывающий центр модели ЕН-320

- Перемещение по оси X/Y/Z, мм 300/320/270

- Поворот стола (ось В), град. 360°

- Расстояние от оси шпинделя до плоскости стола, мм 50-320

- Расстояние от плоскости поверхности стола до пола, мм 1160

- Расстояние от торца шпинделя до центра стола, мм 120-390

Стол

- Размеры стола, мм Ø350

- Дискретность поворота, град. 90°

- Максимально допустимая нагрузка на стол (горизонтально), кг 300

Подачи по осям

- Скорость быстрых перемещений по осям X/Y/Z, м/мин. 48/48/48

- Скорость рабочей подачи по осям X/Y/Z, м/мин. 20

Шпиндель

- Мощность, кВт (пост. / при 30 мин.), 5,5/7,5

- Число оборотов, об/мин, 10000 (опц. 12000)

- Конус отверстия шпинделя, мм, ВТ-40

- Автоматическая система смены инструмента

- Количество инструментальных позиций, шт. 16 (опц. 24 / 30 / 32)

- Время смены инструмента, сек. 2

- Максимальная длина инструмента, мм 220

- Максимальный диаметр инструмента, мм

Ø70 (при свободной соседней позиции Ø120)

-Максимальный вес инструмента, кг- 8

-Прочие характеристики

-Общая потребляемая мощность, кВА, 40

-Рабочее давление воздуха, бар, 6-8

-Занимаемая площадь и масса

-Длина x Ширина x Высота, мм 1600 x 2900 x 2500

-Масса станка, кг 4000

2.6.2 Выбор приспособления и инструмента

Таблица 5

Номер операции	Оснастка	Количество
005 Установ 1	1. Специальное приспособление	1
	2. Базовый держатель С4-390В.140-50 030	1
	3. Оправка для торцевых фрез С5-391.05-22 070	1
	4. Торцевая фреза 360-160Q40-Z6D	1
	5. Штангенциркуль ШЦ-II-150-0,05 ГОСТ 166-89	1
	6. Очки 0 ГОСТ 12.4.013-8	1
005 Установ 2	1. Специальное приспособление	1
	2. Базовый держатель С4-390В.140-50 030	1
	3. Оправка для торцевых фрез С5-391.05-22 070	1
	4. Торцевая фреза 360-160Q40-Z6D	1
	5. Штангенциркуль ШЦ-II-150-0,05 ГОСТ 166-89	1
	6. Очки 0 ГОСТ 12.4.013-8	1
010	1. Верстак слесарный Тара ГОСТ 19822-88	1
	2. Очки 0 ГОСТ 12.4.013-85	1
015	1. Специальное приспособление	
	2. Базовый держатель С4-390В.140-50 030	
	3. Оправка для торцевых фрез С5-391.05-22 070	
	4. Торцевая фреза 360-160Q40-Z6D	

Таблица 5

	5. Штангенциркуль ШЦ-II-150-0,05 ГОСТ 166-89 6. Очки 0 ГОСТ 12.4.013-8	
020	1. Верстак слесарный Тара ГОСТ 19822-88 2. Очки 0 ГОСТ 12.4.013-85	
025	1. Специальное приспособление 2. Базовый держатель С4-390.140-50 030 3. Оправка для торцевых фрез С5-391.05-22 070 4. Торцевая фреза 360-160Q40-Z6D 5. Базовый держатель С4-390.140-50 030 6. Сверлильный патрон С4-391.31-13 100 7. Сверло R840-0630-50-W1A 8. Сверло R840-0530-50-W1A 9. Штангенциркуль ШЦ-I-200-0,1 ГОСТ166-80 10.Очки 0 ГОСТ12.4.013-85	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
030	1. Верстак слесарный Тара ГОСТ 19822-88 2. Очки 0 ГОСТ 12.4.013-85	1 1
035	1. Специальное приспособление 2. Сверло центровочное 3. Сверло специальное 4. Зенкер специальный 5. Развертка специальная 6. Зенкер специальный 7. Зенкер специальный 8. Развертка специальная 9. Фреза резьбонарезная специальная 10. Очки 0 ГОСТ 12.4.013-85 11. Штангенциркуль ШЦ-I-200-0,1 ГОСТ166-80 12.Нутрометр 13.Микрометр	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
040	1. Верстак слесарный Тара ГОСТ 19822-88 2. Очки 0 ГОСТ 12.4.013-85	

Таблица 5

045	1. Специальное приспособление	1
	2. Сверло центровочное	1
	3. Держатель базовый C4-390.140-50 030	1
		1
	4. Патрон цанговый C4-391.14-32 052	1
	5. Цанга 393.14-25 140	1
	6. Сверло R840-1400-50-W1A	1
	7. Метчиковый патрон 393.03-SES 2 D120x090	1
	8. Метчик E835M16	1
	9. Адаптер C4-391.21-10 070	1
	10.Сверло 860.1-0940-031A1-PM	1
	11.Держатель базовый C5-390.140-50 030	1
	12.Адаптер C5-391.21-18 080	1
	13.Сверло 860.1-1800-050A1-PM	1
	14.Зенкер специальный	1
	15.Развертка специальная	1
050	1. Специальное приспособление	1
	2. Центровочное сверло	
	3. Держатель базовый C5-390.140-50 030	1
		2
	4. Адаптер C5-391.21-14 075	1
	5. Сверло 860.1-1240-115A1-PM	1
	6. Адаптер C5-391.20-20 060	1
	7. Сверло R840-1800-50-WA1	1
	8. Зенкер специальный	1
	9. Развертка специальная	1
	10.Очки 0 ГОСТ 12.4.013-85	1
	11.Штангенциркуль ШЦ-I-200-0,1 ГОСТ166-80	1
	12.Нутрометр	1
	13.Микрометр	1
055	1. Специальное приспособление	1
	2. Сверло центровочное	1
	3. Базовый держатель C3-390.140-50 030	1
	4. Адаптер C3-391.20-06 045A	1
	5. Сверло R840-1800-50-WA1	1
	6. Базовый держатель C4-390.140-50 030	1
	7. Адаптер C4-391.20-14 055	1
	8. Сверло R840-1380-50-WA1	1
	9. Держатель базовый C5-390.140-50 030	1

Таблица 5

		10.Адаптер С3-391.20-20 060	
		11.Сверло R840-1800-50-WA1	1
		12.Зенкер специальный	1
		13.Развертка специальная	1
		14.Сверло центровочное	1
		15.Держатель базовый С3-390.140-50 030	1
		16.Адаптер С3-391.20-10 050	1
		17.Сверло R840-0840-50-WA1	1
		18.Базовый держатель С3-390.140-50 030	1
		19.Адаптер С3-391.20-06 045А	1
		20.Сверло R840-0320-30-W0A	1
		21.Сверло R840-0530-30-W0A	1
		22.Очки 0 ГОСТ 12.4.013-85	1
		23.Штангенциркуль ШЦ-I-200-0,1 ГОСТ166-80	1 1
		24.Нутрометр	1
		25.Микрометр	1
			1
060	2	Верстак слесарный Тара ГОСТ 19822-88	1
	2	Очки 0 ГОСТ 12.4.013-85	1
065		1. Верстак слесарный Тара ГОСТ 19822-88	1
		2. Очки 0 ГОСТ 12.4.013-85	1

2.7 Расчёт припусков

Расчёт припусков производим аналитическим методом.

Расчёт припусков на механическую обработку поверхности 14Н9 выбираем следующие технологические переходы:

сверление черновое

- зенкерование
- развёртывание черновое
- развёртывание чистовое

Штамповка

Шероховатость поверхности - Rz = 160 мкм.

Глубина дефектного слоя - h = 200 мкм.

Суммарные отклонения формы и расположения поверхностей –

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{(\Delta_y \cdot l)^2 + C_o^2} \quad (33)$$

где $\square_{\Sigma} = \square_y \cdot l_k$

где $\square_k = 0,9$ мкм/мм.

$l_k = 13$ мм.

$$\square_y = 0,9 \cdot 13 = 12 \text{ мкм.} \quad (34)$$

$$\square = 0,25 \cdot T = 0,25 \cdot 840 = 210 \text{ мкм.} \quad (35)$$

$$\Sigma_R = \sqrt{20^2 + 210^2} = 211 \text{ мкм,} \quad (36)$$

$$\Sigma = \sqrt{211^2 + 12^2} = 212 \text{ мкм.} \quad (37)$$

Сверление предварительное Выполняем по 13-му
квалитету. Шероховатость поверхности - Rz = 40
мкм. Глубина дефектного слоя - h = 60

Суммарные отклонения формы и расположения поверхностей:

$$\sigma_{\Sigma i} = K_y \sigma_{\Sigma i-1}, \quad (38) \text{ где } \sigma_{\Sigma i-1} - \text{мкм} - \text{суммарные отклонения формы}$$

и расположения по-

верхностей на предыдущем переходе;

$K_y = 0,06$ – коэффициент уточнения.

$$\sigma_{\Sigma i} = 0,06 \cdot 212 = 12,7 \text{ мкм.} \quad (39)$$

Зенкерование черновое

Выполняем в соответствии с таблицами точности по 10-му качеству.

Шероховатость поверхности - $R_z = 32$ мкм.

Глубина дефектного слоя - $h = 40$ мкм.

$$\sigma_{\Sigma i} = K_y \sigma_{\Sigma i-1}, \quad (40)$$

$K_y = 0,05$.

$$\sigma_{\Sigma i} = 0,05 \cdot 12,7 = 0,6 \text{ мкм.}$$

Развёртывание черновое

Выполняем в соответствии с таблицами точности по 9-му качеству.

Шероховатость поверхности - $R_z = 10$ мкм.

Глубина дефектного слоя - $h = 20$ мкм

Развёртывание чистовое

Выполняем в соответствии с таблицами точности по 8-му качеству.

Шероховатость поверхности - $R_z = 5$ мкм.

Глубина дефектного слоя - $h = 10$ мкм.

Таблица 6 – Значение припусков

Технологический переход обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				TD, мм	Предельные размеры, мм		Предельные значения при- пусков, мкм	
	Rz	h	Σ	ϵ		min	max	2Zmin	2Zmax
Заготовка	160	250	212	—	0,84	12,743	13,583	—	—
Сверление IT13	63	60	12,	—	0,27	13,538	13,808	225	795
Зенкерование IT11	32	30	0,6	—	0,11	13,843	13,953	145	305
Развертывание черновое IT10	10	20	—	—	0,07	13,943	13,013	60	100
Чистовое Ø18H9 Развертывание	5	10	—	—	0,043	14	14,043	30	58

2.8 Расчёт режимов резания

Операция 005 Фрезерная

Переход 1: Фрезеровать торец в размер 59,5 мм

Фреза торцевая с пластинами из твердого сплава 360-160Q40-Z6D.

Фреза D=63 мм, z=6.

Расчет режимов был проведен в онлайн калькуляторе на сайте компании
SANDVIK KOROMANT

(<https://coroguide.sandvik.coromant.com/CuttingDataModule/CDMMilling.asp>)

Для получения результатов необходимо ввести нужные значения представленные на рис 8.

Фрезерование С прямой режущей кромкой	Тип СОТС COOLT	Эмульсия 5%
C 45 P1.2.Z.AN • 207 HB	Max толщина стружки HEX	
4230	Главный угол в плане KAPR	42 °
HEX Не установлено	Подача на зуб FZ	0.21 mm
KAPR 42 °	Диаметр резания DC	63 mm
FZ 0.21 mm	Ширина фрезерования AE	25 mm
DC 63 mm	Глубина резания AP	2.5 mm
РЕЗУЛЬТАТЫ	Радиус при вершине RE	1 mm
	Число эффективных периферийных реж. кромок ZEFP	6
	Диаметр резания на глубине резания DCAP	mm

Рисунок 8 – таблица необходимых значений

После расчета были получены результаты представленные на рис 9.

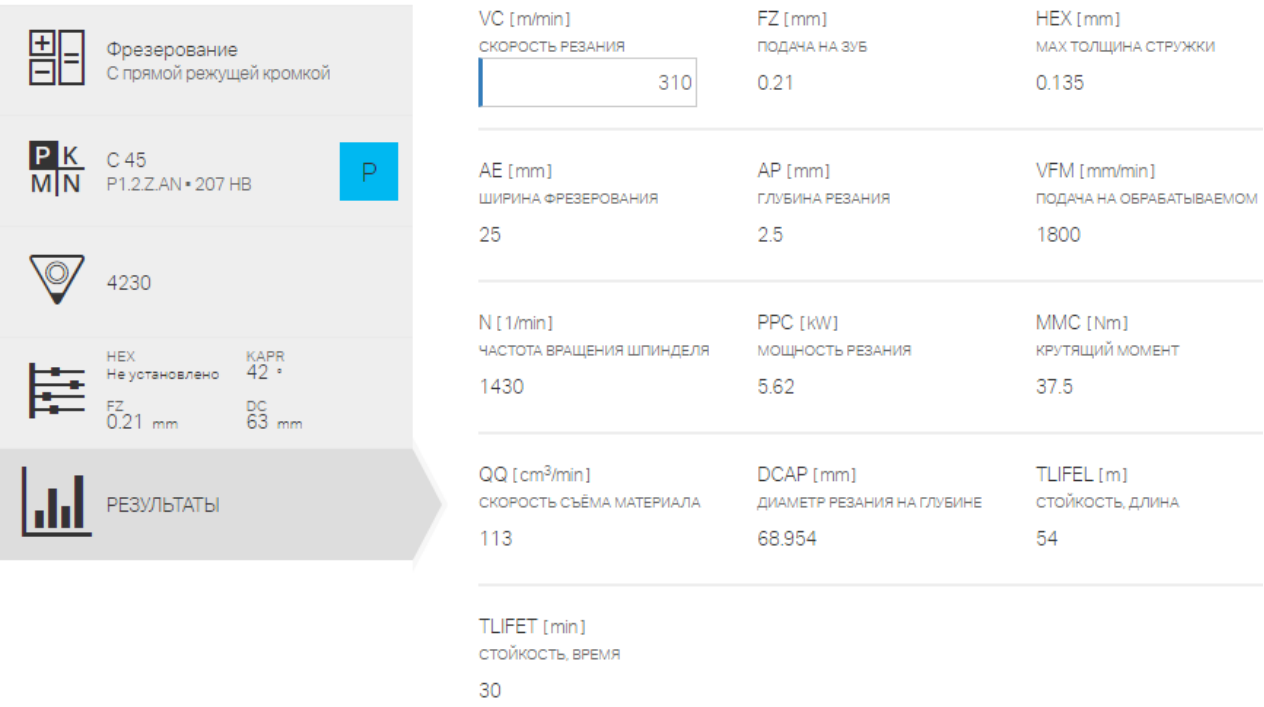


Рисунок 9 – полученные результаты

Аналогичным образом были посчитаны все режимы резания для всех операций, а результаты были занесены в таблицу режимов резания.

Таблица расчет режимов резания

Таблица 6

№ перехода	Содержание операции	t, мм	S, мм/об	S, мм/зуб	V, м/мин	n, об/мин	P, кВт	T, мин
005 Операция Установ 1								
1	Фрезеровать поверхность на проход соблюдая размер 59,5	2,5	-	0,21	310	1430	5,6	3,2

Таблица 6

Операция 005 Установ 2								
1	Фрезеровать поверхность на проход соблюдая размер 57	2,5	-	0,21	310	1430	5,6	3,2
Операция 015								
1	Фрезеровать 2 поверхности на проход соблюдая размеры $23 \pm 0,5$ мм и $46 \pm 0,5$ мм	1,4	-	0,21	300	1440	3,95	0,6
Операция 025								
1	Фрезеровать 2 поверхности на проход соблюдая размеры $105 \pm 0,5$ мм и $170 \pm 0,5$ мм	1,4	-	0,21	300	1440	3,95	0,6
2	Сверлить 8 отверстий диаметром $6 \pm 0,3$ мм соблюдая размеры, $18 \pm 0,3$ мм и $7,5 \pm 0,2$ мм соблюдая допуск симметричности 0,25 мм	3		0,1	97	5075	0,5	1,2
3	Сверлить отверстие диаметром $5 \pm 0,3$ мм на проход соблюдая размеры $36 \pm 0,6$ мм и $54 \pm 0,3$ мм	2,5		0,1	89	5724	0,7	0,2
Операция 035								
1	Сверлить отверстие	7,5	0,1	-	92	1440	0,5	0,23

Таблица 6

	диаметром 15 мм на глубину 137,5 мм соблюдая размер $54\pm 0,3$ с соблюдением симметричности		4					
2	Рассверлить отверстие диаметром 25 мм на глубину 137,5 мм соблюдая размер $54\pm 0,3$ с соблюдением симметричности	5	0,2 2	-	92	1400	0,6	0,23
3	Расточить отверстие диаметром 32 мм на глубину 130 мм соблюдая размер $54\pm 0,3$ с соблюдением симметричности	3,5	0,1 5	-	180	1790	4,25	0,25
4	Расточить отверстие диаметром 37,97 мм на глубину 130 мм соблюдая размер $54\pm 0,3$ с соблюдением симметричности	3,48 5	0,1 5	-	170	1750	3,8	0,6
5	Фрезеровать отверстие диаметром 42 мм на глубину $48\pm 0,3$ с образованием фаски под углом 30° соблюдая	2	-	0,14 9	285	4500	0,6	0,1

Таблица 6

	размер $54 \pm 0,3$ с соблюдением симметричности							
6	Фрезеровать отверстие диаметром 44,97 мм на глубину $7 \pm 0,4$ мм образованием фаски под углом 45° соблюдая размер $54 \pm 0,3$ с соблюдением симметричности	1,45	-	0,14 9	285	4775	0,6	0,1
7	Фрезеровать резьбу М42х1,5-6Н на глубину 28 мм min	1,5	-	0,14 9	285	3000	0,4	0,8
8	Фрезеровать канавки диаметром $40 \pm 0,62$ мм на длину $10 \pm 0,2$ мм с образованием фасок под углом 30° и скруглением радиусом 0,6 мм соблюдая размер $77 \pm 0,4$ мм и $105 \pm 0,4$	1	-	0,1	250	2720	0,5	0,4
Операация 045								
1	Центровать 3 отверстия соблюдая размеры $71 \pm 0,4$ мм, 45 мм и 90 мм соблюдая симметричность	2,5	0,0 2		25	259,2	0,2	0,23
2	Сверлить 2 отверстия	7	0,1	-	280	6370	3,52	0,25

Таблица 6

	диаметром 14 мм на глубину 25+1,3 мм, соблюдая размеры 71±0,4 мм, 45 мм и 90 мм		2					
3	Нарезать резьбу М16 в двух отверстиях на глубину 20 мм min, соблюдая размеры 71±0,4 мм, 45 мм и 90 мм	1	2	-	150	1500	0,6	0,73
4	Сверлить отверстие диаметром 9+0,4 мм на проход соблюдая размер 71±0,4 мм	4,52	0,1 2		280	1940	4,3	0,3
5	Рассверлить отверстие диаметром 18,0 мм на глубину 15+0,4 мм	9	0,1 4	-	240	4250	4,28	0,2
7	Развернуть отверстие диаметром 21 мм на глубину 15±0,4 мм с образованием фаски 2х30°	0,1	3,4		67,5 3	56,66	1	0,15
Операция 055								
Позиция 1								
1	Центровать отверстие соблюдая размер 62±0,5 мм соблюдая симметричность	2,5	0,1 1	-	20	1140	2,7	0,01
2	Сверлить отверстие диаметром 12+0,43 мм	6	0,1 1	-	37	1020	2,7	0,28

Таблица 6

	на проход соблюдая размер $62\pm 0,5$ мм соблюдая симметрич- ность							
3	Рассверлить отверстие диаметром 18,0 мм на глубину $15+0,043$ мм соблюдая размер $62\pm 0,5$ мм соблюдая симметричность	3	0,1 4	-	32	1020	3,1	0,1
4	Зенкеровать отверстие диаметром 19,8 на глу- бину $15+0,043$ и 13,85 мм на глубину $28+0,052$ мм соблюдая размер $62\pm 0,5$ мм со- блюдая симметрич- ность	2,4	0,4	-	15	600	1,2	0,1
5	Развернуть отверстие диаметром $20D10(+0,149...+0,065$) мм на глубину $15+0,043$ и 14H9 на глубину $28+0,052$ мм с образованием фасок $2+0,2\times 15^\circ$ и 1×45 со- блюдая размер $62\pm 0,5$ мм соблюдая симмет- ричность	0,17	0,3	-	8	530	0,4	0,3

Таблица 6

Операция 055								
Позиция 2								
1	Центровать отверстие соблюдая размер 62±0,5 мм соблюдая симметричность	2,5	0,1 1	-	20	1140	2,7	0,01
2	Сверлить отверстие диаметром 12+0,43 мм на проход соблюдая размер 62±0,5 мм со- блюдая симметрич- ность	6	0,1 1	-	37	1020	2,7	0,28
3	Рассверлить отверстие диаметром 18,0 мм на глубину 15+0,043 мм соблюдая размер 62±0,5 мм соблюдая симметричность	3	0,1 4	-	32	1020	3,1	0,1
4	Зенкеровать отверстие диаметром 19,8 на глу- бину 15+0,043 и 13,85 мм на глубину 28+0,052 мм соблюдая размер 62±0,5 мм со- блюдая симметрич- ность	2,4	0,4	-	15	600	1,2	0,1
5	Развернуть отверстие диаметром 20D10(+0,149...+0,065)	0,17	0,3	-	8	530	0,4	0,3

Таблица 6

мм на глубину 15+0,043 и 14Н9 на глубину 28+0,052 мм с образованием фасок 2+0,2x15° и 1x45 со- блюдая размер 62±0,5 мм соблюдая симмет- ричность								
---	--	--	--	--	--	--	--	--

2.9 Конструкторская часть

2.9.1 Обоснование и описание конструкции приспособления

Приспособление ФЮРА 10А51.055.001 СБ предназначено для закрепления заготовки на столе вертикально-фрезерного станка FEELER модели ЕН-320

Приспособление двухместное. Состоит из основания 1, на котором размещаются четыре пластины 2. Также на основании установлены шпилька 3 и опора 4, на которой находится планка 5 применяемый для зажима детали. Для закрепления приспособления на столе станка предусмотрены отверстия в основании.

Заготовка устанавливается на плоскость, опорной плоскостью опирается на две пластины. Фиксируют заготовку в таком положении один прижим, при помощи затяжки гайки 6.

2.9.2 Расчет приспособления на точность

Расчёт приспособления на точность

Для определения точности спроектированного приспособления необходимо суммировать все составляющие погрешности, влияющие на точность приспособления:

мм; (3.1)

где K – коэффициент, учитывающий возможность отступления от нормального распределения отдельных составляющих, равный 1,2;

K_1 – коэффициент принимается если присутствует погрешность базирования, равный 0;

ε_3 – погрешность закрепления, равная 0,03 мм;

$\varepsilon_{уст}$ – погрешность установки приспособления на станке, равна 0;

$\varepsilon_п$ – погрешность смещения режущего инструмента;

$\varepsilon_п$ равна 0, т. к. отсутствуют направляющие элементы приспособления;

$\varepsilon_{изн}$ – погрешность, возникающая в результате износа составных частей, равна 0,04 мм;

$\Delta_у$ – погрешность, возникающая в результате упругих деформаций;

$\Delta_и$ – погрешность, вызываемая размерным износом инструмента;

$\Delta_н$ – погрешность, возникающая в результате настройки станка;

$\Sigma\Delta\phi$ – погрешность, возникающая в результате геометрической неточности станка;

Δt – погрешность, возникающая в результате температурных деформаций.

Составляющие Δu , Δi , Δn , $\Sigma \Delta \phi$, Δt рассчитываются затруднительно, но известно, что их влияние на точность приспособления невелико, поэтому в расчёте их учитывать не будем.

Допуск на размер по чертежу равен 70 мкм. Следовательно, спроектированное приспособление удовлетворяет точности обработки детали на данной операции.

2.9.3 Силовой расчет

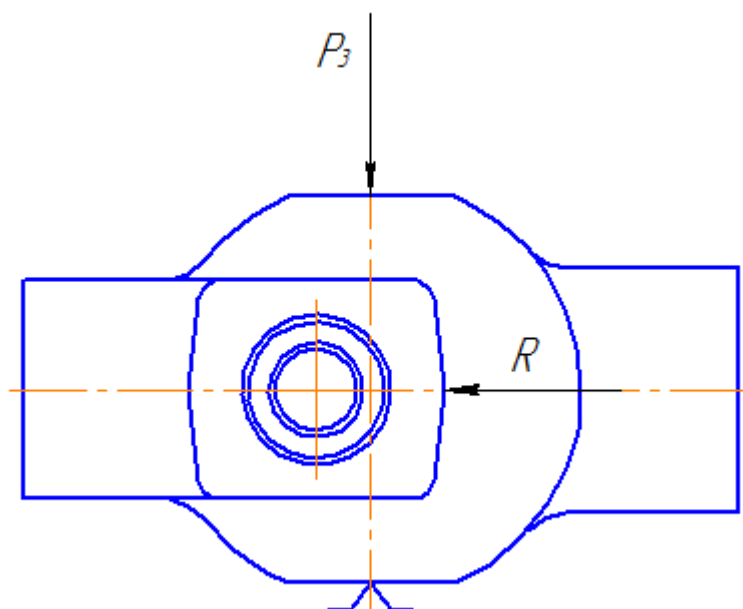


Рисунок 10

В расчете участвует только сила резания R , направленная под 90° к силе зажима, которая стремится сдвинуть заготовку вдоль опор.

Сила зажима без учета подачи, H , определяется по формуле.

$$Q = \frac{K \cdot R_1}{2 \cdot f_1}, \quad (40)$$

где Q – сила закрепления;

P_z – сила резания;

K – коэффициент запаса;

$f_1 = 0,15$ – коэффициент трения.

Осевая сила определяется по формуле.

$$P_z = \frac{10 \cdot C_P \cdot B^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{Mp}, \quad (41)$$

где $C_P = 445$, $q = 0,2$, $x = 0,15$, $y = 0,35$, $u = 0,2$, $m = 0$, $w = 0,32$ – коэффициент и показатели степени;

D – диаметр фрезы, мм $D=60$ мм;

B – ширина фрезерования, мм $B=25$ мм;

S_z – подача на зуб фрезы, мм; $S_z=0.21$ мм/зуб

K_{Mp} – поправочный коэффициент (по табл. 9 [8]), $K_{Mp} = 1,08$

$$P_z = \frac{10 \cdot 445 \cdot 25^0 \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,21^{0,35} \cdot 6}{63^{0,2} \cdot 1430^{0,32}} \cdot 1,08 = 818H \quad (42)$$

Коэффициент запаса определяется по формуле.

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (43)$$

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

$K_1 = 1,2$ – коэффициент неровностей;

$K_2 = 1,6$ – коэффициент характеризующий значение силы P_z ;

$K_3 = 1,2$ – коэффициент характеризующий постоянство P_z ;

$K_4 = 1$ – использование гидроцилиндра;

$K_5 = 1,2$ – т.к. приспособление не ручное;

$K_6 = 1,5$ поправочный коэффициент.

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1,5 = 5,18. \quad (44)$$

$$Q = \frac{5,18 \cdot 818}{2 \cdot 0,15} = 14124H \quad (45)$$

Зная необходимое усилие зажима, определяем требуемый диаметр винта по формуле:

$$D = 1,4 \cdot \sqrt{\frac{Q}{\sigma_p}}, \quad (46)$$

где $\sigma_p = 200$ МПа – напряжение растяжения материала винта.

$$D = 1,4 \cdot \sqrt{\frac{14124}{210}} = 11,48 \text{ мм} \quad (47)$$

Т.к. используется одна шпилька, то диаметр можно принять равным $D = 12$ мм. Но из-за конструктивных особенностей принимаем шпильку $D=20$ мм

2.10 Организационная часть

2.10.1 Определение необходимого количества оборудования и коэффициент его загрузки

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

$$C_p = \frac{T_{шт-к} \times N}{60 \times F_d} \quad (48)$$

где C_p – расчётное количество станков данного типа, шт;

F_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования, час:

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

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

Коэффициент загрузки оборудования:

$$K_{zo} = \frac{C_p}{C_{\Pi}} \times 100; \quad (49)$$

где СП – принятое число станков.

Результаты расчёта приведены в таблице 7

Таблица 7- Определение необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки

№ операции	ТШТ-К, мин	C _p	C _Π	Кзо, %
005	3,315	0,03	1	3
025	6,691	0,07	1	7
035	6,151	0,06	1	6

Средний коэффициент загрузки Кзо. ср. =6%.

Коэффициент загрузки оборудования получился небольшим, поэтому следует произвести дозагрузку оборудования за счёт изготовления изделий другой номенклатуры.

2.10.2 Расчет состава работающих

Количество производственных рабочих рассчитывается на основе общей трудоемкости изготовления изделий по формуле:

$$Ч_{осн} = \sum_{i=1}^M (C_{ni} \times П_{сми}), \quad (50)$$

где- количество смен работы оборудования на i-й операции смі п

$$Ч_{осн} = (1 \times 1) + (1 \times 1) + (1 \times 1) = 3 \text{ чел} \quad (51)$$

Численность вспомогательных рабочих:

$$Ч_{всп} = Ч_{осн} \times \frac{k_{всп}}{100}, \quad (52)$$

где=60% - коэффициент численности вспомогательных рабочих.

$$Ч_{всп} = 3 \times \frac{60}{100} = 1,8 \quad (53)$$

Численность вспомогательных рабочих принимаем равной 2 чел.

Специалистов:

$$Ч_{\text{спец}} = (Ч_{\text{осн}} \times Ч_{\text{всп}}) \times \frac{k_{\text{спец}}}{100}, \quad (54)$$

где =8...12% - коэффициент численности специалистов.

$$Ч_{\text{спец}} = (3 + 2) \times \frac{12}{100} = 0,6 \quad (55)$$

Численность специалистов принимаем равной 1 чел.

Служащих:

$$Ч_{\text{служ}} = (Ч_{\text{осн}} + Ч_{\text{всп}} + Ч_{\text{спец}}) \frac{k_{\text{служ}}}{100}, \quad (56)$$

где =2...4% - коэффициент численности служащих.

$$Ч_{\text{служ}} = (3 + 2 + 1) \frac{3}{100} = 0,18 \quad (57)$$

Численность служащих принимаем равной 1 чел.

Руководителей:

$$Ч_{\text{рук}} = (Ч_{\text{осн}} + Ч_{\text{всп}} + Ч_{\text{спец}} + Ч_{\text{служ}}) \frac{k_{\text{рук}}}{100}, \quad (58)$$

где =1,5...2% - коэффициент численности руководителей.

$$Ч_{\text{рук}} = (3 + 2 + 1 + 1) \frac{2}{100} = 0,14 \quad (59)$$

Численность руководителей принимаем равной 1 чел.

Общая численность работников подразделения составляет.

$$Ч_{\text{общ}} = Ч_{\text{осн}} + Ч_{\text{всп}} + Ч_{\text{спец}} + Ч_{\text{служ}} + Ч_{\text{рук}} \quad (60)$$

$$Ч_{\text{рук}} = 3 + 2 + 1 + 1 + 1 = 8 \text{ чел} \quad (61)$$

Таблица 8- Численность рабочих

Наименование профессии	Количество работающих	Разряд	Оборудование
1. Производственные рабочие:			
-оператор станка с ЧПУ	2	4	СФП-500А8
-оператор станка с ЧПУ	1	4	FEELER модели EH-320
2.Вспомогательные рабочие			
-наладчик станков с ЧПУ	1	6	
-заточник	1	3	
3.Специалисты:			
-инженер технолог	1	9	
4.Служащие:			
-уборщик производственных помещений	1	2	
5.Руководители			
-Мастер	1	10	

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В экономической части выпускной квалификационной работы производится расчет себестоимости изготовления корпуса с заводским кодом M138.01.04.043 по разработанному технологическому процессу. При разработке технологического процесса закладывается среднесерийный тип производства, обоснованный параметрами детали и объемом производственной программы ($N = 1200$ шт.). Материал – сталь 45 ГОСТ 1050-88;

Производственная себестоимость изделия охватывает все затраты предприятия на его производство.

Все расчеты ведем согласно рекомендациям [15].

3.1 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 производственных запасах, сырье и материалах;
- стоимость оборотных средств в незавершенном производстве;
- стоимость оборотных средств в запасах готовой продукции; - стоимость оборотных средств в дебиторской задолженности;
- сумма денежных оборотных средств.

3.2 Стоимость технологического оборудования

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

технологического процесса:

$$K_{mo} = \sum_{i=1}^m Q_i \times C_i \quad (62)$$

где m – количество операций технологического процесса изготовления изделий;

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

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

Таблица 1 – Стоимость технологического оборудования

№ операции	Модель станка	Ц _и , руб.	Q _и , шт.	К _{тои} , руб.
005, 015,	СФП-500А8	300000	1	300000
025,035,045	ЕН-320	12000000	1	12000000
Всего:				12300000

3.3 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 п.1.1, но принимающее непосредственное участие в технологическом процессе.

Стоимость вспомогательного оборудования ($K_{во}$) определим приближенно –

30% от стоимости технологического оборудования.

$$\begin{aligned}
K_{eo} &= K_{mo} \times 0,30 \text{ руб} \\
K_{eo} &= 12300000 \times 0,30 = 3690000 \text{ руб}
\end{aligned}
\tag{63}$$

3.4 Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря

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

В данном случае учитывается стоимость:

-инструментов всех видов (режущие, мерительные) и прикрепляемые к машинам приспособления для обработки изделия (зажимы, тиски и т.д.);

-производственного инвентаря для обеспечения производственных процессов (рабочие столы, верстаки, инвентарь для хранения жестких и сыпучих тел, охраны

труда и т.д.);

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

$$K_{ин} = K_{mo} \times 0,10 \tag{64}$$

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

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

$$K_{ин} = K_{mo} \times 0,10 = 1230000 \text{ руб} \tag{65}$$

3.5 Стоимость эксплуатируемых помещений

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

В первом случая общая стоимость помещений рассчитывается по формуле:

$$C'_n = C_{ин} + C_{ен}, \tag{66}$$

где $\Pi_{\text{пп}}$ – балансовая стоимость производственных (основных) помещений, руб.;

$\Pi_{\text{вп}}$ – балансовая стоимость вспомогательных помещений, руб.

Данные о балансовой стоимости производственных (основных) и вспомогательных помещений взяты в экономическом отделе предприятия ООО «Юргинский машиностроительный завод».

$$C_{\Pi} = 4260 + 1491 = 69012 \quad (67)$$

$C_{\Pi} = 69012$ руб

3.6 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах

Данные средства рассчитываются по формуле:

$$K_{\text{пзм}} = \frac{H_{\text{м}} \times N \times \Pi_{\text{м}}}{360} \times T_{\text{обм}} \quad (68)$$

где $H_{\text{м}}$ - норма расхода материала, кг/ед;

N - годовой объем производства продукции, шт; $\Pi_{\text{м}}$ - цена материала, руб./кг;

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

$$K_{\text{пзм}} = \frac{5,68 \times 1200 \times 35}{360} \times 30 = 19880 \quad (69)$$

3.7 Оборотные средства в незавершенном производстве

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

$$K_{\text{нзп}} = \frac{N \times T_{\text{ц}} \times C' \times K_{\text{с}}}{360} \quad (70)$$

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

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

k_r - коэффициент готовности.

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

$$C' = \frac{H_m \times C_m}{k_m} = \frac{5,68 \times 35}{0,85} = 233,88 \text{ руб} \quad (71)$$

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

Коэффициент готовности:

$$k_z = (k_m + 1) \times 0,5 = (0,85 + 1) \times 0,5 = 0,925 \quad (72)$$

$$K_{изп} = \frac{1200 \times 1 \times 233,88 \times 0,925}{360} = 721,13 \quad (73)$$

3.8 Оборотные средства в запасах готовой продукции

Стоимость запаса готовой продукции определяется по формуле:

$$K_{гп} = \frac{C' \times N}{360} \times T_{гп} = \frac{233,88 \times 1200}{360} \times 30 = 23388 \text{ руб} \quad (74)$$

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

3.8.1 Оборотные средства в дебиторской задолженности

Дебиторская задолженность определяется по формуле:

$$K_{дз} = \frac{B_{pn}}{360} \times T_{дз} \quad (75)$$

Где B_{pn} - выручка от реализации продукции на стадии предварительных расчетов, руб.;

$T_{дз}$ - продолжительность дебиторской задолженности ($T_{дз}=7\div40$), дней.

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

$$B_{pn} = C' \times N \times (1 + \frac{P}{100}), \text{руб} \quad (76)$$

где p - рентабельность продукции ($p=15\div20\%$).

$$B_{pn} = 233,88 \times 1200 \times (1 + \frac{20}{100}) = 336787,2 \text{руб} \quad (77)$$

$$K_{оз} = \frac{336787,2}{360} \times 20 = 18710,4 \text{руб} \quad (78)$$

3.9 Денежные оборотные средства

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

$$C_{обс} = K_{нзм} \times 0,10 = 19880 \times 0,10 = 1988 \text{руб} \quad (79)$$

3.10 Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции

Классификация затрат по экономическим элементам имеет для предприятия важное значение. Сметный разрез затрат позволяет определить общий объем потребляемых предприятием различных видов ресурсов. На основе сметы осуществляется увязка разделов производственно-финансового плана предприятия: по материально-техническому снабжению, по труду, определяется потребность в оборотных средствах и т.д. Группировка затрат по экономическим эле-

ментам отражается в смете затрат на производство и реализацию продукции (работ, услуг). В ней собираются затраты по общности экономического содержания, по их назначению.

Смета затрат включает в себя следующие статьи:

- основные материалы за вычетом реализуемых отходов;
- заработная плата производственных рабочих;
- отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих.

Эти статьи относятся к прямым затратам. Остальные расходы образуют косвенные расходы:

- амортизация оборудования предприятия;
- арендная плата или амортизация эксплуатируемых помещений;
- отчисления в ремонтный фонд;
- вспомогательные материалы на содержание оборудования;
- затраты на силовую электроэнергию;
- износ инструмента;
- заработная плата вспомогательных рабочих;
- отчисление на социальные цели вспомогательных рабочих;
- заработная плата административно-управленческого персонала;
- отчисление на социальные цели административно-управленческого персонала; - прочие расходы.

3.10.1 Основные материалы за вычетом реализуемых отходов

Затраты на основные материалы (C_m) рассчитываются по формуле:

$$C_m = N \cdot (\Pi_m \cdot H_m \cdot K_{\text{тзр}} - \Pi_o \cdot H_o), \quad (80)$$

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

Π_o – цена возвратных отходов, руб/кг; ($\Pi_o=10,7$ руб./кг.);

C_m – цена материала, руб/кг;(C_м=35 руб./кг)

H_m – норма расходов материалов, кг/ед.;

H_0 – норма возвратных отходов кг/шт; Норма возвратных отходов определяется:

$$H_o = m_3 - m_o$$

где m_3 – масса заготовки, кг;

m_0 –масса изделия, кг.

$$H_o = 5,68 - 3,2 = 2,48 \text{ кг /шт} \quad (81)$$

$$C_m = 1200 \times (35 \times 5,68 \times 1,04 - 10,7 \times 2,48) = 216259,2 \text{ руб} \quad (82)$$

3.10.2 Расчет заработной платы производственных работников

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

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

$$C_{zo} = \sum_{i=1}^m \frac{t_{umi} \times C_{чacj}}{60} \times k_n \times k_p \times N, \quad (83)$$

где m – количество операций технологического процесса;

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

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

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

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

Таблица 3 - Расчёт фонда заработной платы

Профессия рабочего	t_{umi} , мин	Разряд	Количество	$C_{чacj}$,руб.	$C_{зоi}$, руб
Оператор станка с ЧПУ	5,45	5	1	36	8289,45

Оператор обрабатывающего центра	20,5	5	1	36	31180,5
Фонд заработной платы всех рабочих					39469,95

3.10.3 Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих

Отчисление на социальные нужды:

$$C_{oco} = C_{zo} \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2, \quad (84)$$

где α_1 – обязательные социальные отчисления, ($\alpha_1 = 0,31$) руб./год;

α_2 – социально страхование по профессиональным заболеваниям и несчастным случаям, ($\alpha_2 = 0,003 \div 0,017$) руб./год.

$$C_{oco} = 39469,95 \times (0,3 + 0,01) = 12235,68 \text{ руб. / год}$$

3.10.4 Расчет амортизации основных фондов

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

Годовые амортизационные отчисления начисляются одним из следующих методов: линейный и нелинейный.

3.10.5 Расчет амортизации оборудования

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

В расчетах выпускной работы целесообразно определить годовую норму

амортизации каждого оборудования, по следующей схеме используя линейный метод:

$$a_{ni} = \frac{1}{T_o} \times 100\% = \frac{1}{9} \times 100 = 11,1\% \quad (85)$$

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

Сумма амортизации определяется:

n

$$A = \sum_{i=1}^n C_i \times a_{ni} \quad (86)$$

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

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

n

$$A_{\text{ч}} = \sum_{i=1}^n \frac{C_i \times a_{ni}}{F_d \times K_{\text{вpi}}} \times K_{\text{зoi}} \quad (87)$$

где n – количество оборудования;

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

F_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования, $F_d=2016$ час.

Таблица 4 - Расчёт амортизационных отчислений

№ операции	Ц _и , руб.	а _{ни} , %	А, руб.
015	300000	11,1	33300
025	12000000	11,1	1332000
Амортизационные отчисления для всех станков			1665000

3.10.6 Расчет амортизационных отчислений зданий

Амортизационные отчисления эксплуатируемых площадей, включены в стоимость арендной платы.

3.10.7 Отчисления в ремонтный фонд

Отчисления в ремонтный фонд можно рассчитать одним из предложенных методов:

$$C_p = (K_{TO} + K_{BO}) \times k_{рем} + C_{II} \times k_{з.рем}, \quad (88)$$

где $k_{рем}$, $k_{з.рем}$ – коэффициенты, учитывающие отчисления в ремонтный фонд.

Коэффициенты устанавливаются в зависимости от состояния объектов основных фондов и года их эксплуатации.

$$C_p = (12300000 + 3690000) \times 0,002 + 69012 \times 0,05 = 354330,6 \text{ руб} \quad (89)$$

3.10.8 Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования

3.10.8.1 Затраты на СОЖ определяются по формуле:

$$C_{сож} = n \times N \times g_{ох} \times ц_{ох} \quad (90)$$

где $g_{ох}$ – средний расход охлаждающей жидкости для одного станка

($g_{ох}=0,03\text{кг/дет}$);

$ц_{ох}=13 \text{ руб/кг}$ (по данным ООО «Юргинский машзавод») – средняя стоимость охлаждающей жидкости

n – количество станков.

$$C_{сож} = 2 \times 1200 \times 0,03 \times 340 = 24480 \text{ руб} \quad (91)$$

3.10.8.2 Затраты на сжатый воздух рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{возд}} = \frac{g_{\text{возд}} \times \Pi_{\text{возд}} \times N}{60} \sum t_{oi}, \quad (92)$$

Где $C_{\text{возд}}$ – затраты на сжатый воздух, руб.;

$g_{\text{возд}} = 0,7 \text{ м}^3/\text{ч}$; – расход сжатого воздуха,

$\Pi_{\text{возд}} = 0,15 \text{ руб}/\text{м}^3$ – стоимость сжатого воздуха.

N – годовой объем производства продукции, шт.;

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

$$C_{\text{возд}} = \frac{0,7 \times 0,15 \times 1200}{60} \times 4,17 = 8,75 \text{ руб} \quad (93)$$

3.10.9 Затраты на силовую электроэнергию

Расчёт затрат на электроэнергию:

$$C_{\text{чэ}} = \sum_{i=1}^m N_{yi} \times F_{\text{д}} \times K_N \times K_{\text{вп}} \times K_{\text{од}} \times \frac{K_{\omega}}{\eta} \times \Pi_{\text{э}}, \quad (94)$$

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

$K_N, K_{\text{вп}}$ – средние коэффициенты загрузки электродвигателя по мощности и времени, $K_N = 0,5$; $K_{\text{вп}} = 0,3$;

$K_{\text{од}}$ – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей;

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

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

η – КПД оборудования, $\eta = 0,7$;

$\Pi_{\text{э}}$ – средняя разность стоимости электроэнергии (по данным городской электросети) на 2019 год, $\Pi_{\text{э}} = 2,33 \text{ руб}$.

Таблица 6 - Затраты на электроэнергию технологического процесса

№ операции	Ny _i , кВт	СЧЭ _i , руб
005,015	7,5	5601,5
020,025,035,045	7,5	5601,5
Затраты на электроэнергию для всех операций		11203

3.10.10 Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь

Стоимость инструментов и инвентаря ($K_{ин}=2344556$) по предприятию установлена приближенно, поэтому их учтем как плановые и включим в себестоимость произведенной продукции. На предприятиях затраты такого плана рассчитываются по факту приобретения и учитываются в себестоимости с учетом срока износа.

3.10.11 Расчет заработной платы вспомогательных рабочих

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле:

$$C_{звр} = \sum_{i=1}^k C_{змj} \times \chi_{врj} \times 12 \times k_{nj} \times k_{pj} \times k_y, \quad (17)$$

где k – количество вспомогательных рабочих;

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

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

k_{nj} – коэффициент, учитывающий премии и доплат 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, $k_y=0,08$.

$$C_{зврВСП} = 7800 \times 1 \times 12 \times 1,3 \times 1,2 \times 0,08 = 11681,3 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели вспомогательных рабочих:

$$C_{овр} = C_{звр} \times (0,30 + 0,05)$$

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

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

$$11681,3 \times (0,3 + 0,05) = 4088,5 \text{ руб}$$

3.10.12 Заработная плата административно-управленческого персонала

$$C_{зеп} = \sum_{i=1}^k C_{3Mj} \times Ч_{BPj} \times 12 \times k_{nj} \times k_{pj} \times k_y, \quad (95)$$

где k – количество вспомогательных рабочих;

$Ч_{BPj}$ – численность рабочих по соответствующей профессии;

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

k_{nj} – коэффициент, учитывающий премии и доплат 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, $k_y = 0,02$.

$$C_{ззупРУК} = 13700 \times 1 \times 12 \times 1,3 \times 1,2 = 256464 \text{ руб}$$

$$C_{ззупСПЕЦ} = 11350 \times 1 \times 12 \times 1,3 \times 1,2 = 212472 \text{ руб}$$

$$C_{ззуп} = (256464 + 212472) \times 0,02 = 9379 \text{ руб}$$

Отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала

$$C_{оауп} = C_{ззуп} \times (0,26 + 0,02)$$

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

$C_{ззуп}$ – заработная плата административно-управленческого персонала, руб.

$$C_{оауп} = 9379 \times (0,26 + 0,02) = 2626 \text{ руб}$$

3.10.13 Прочие расходы

В прочие затраты входят разнообразные и многочисленные расходы: налоги и сборы, отчисления в специальные фонды, платежи по обязательному страхованию имущества и за выбросы загрязняющих веществ в окружающую

среду, командировочные и представительские расходы, оплата работ по сертификации продукции, спец одежда рабочих, вознаграждения за изобретательства и рационализацию, и др.

Прочие расходы рассчитаем, как плановые условно:

$$C_{\text{проч}} = ПЗ \times N \times 0,7, \quad (96)$$

где ПЗ – прямые затраты единицы продукции, руб.

$$C_{\text{проч}} = 148,58 \times 1200 \times 0,7 = 124807,2 \text{ руб}$$

3.11 Экономическое обоснование технологического проекта

Таблица 7 - Смета затрат по экономическим элементам

Затраты	Сумма, руб./ед	Сумма, руб./год
Прямые затраты:		
основные материалы за вычетом реализуемых отходов	216259	2555108
заработная плата производственных рабочих	39470	473639
отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих	1019	12235
Косвенные затраты:		
амортизация оборудования предприятия	138750	1665000
арендная плата или амортизация эксплуатируемых помещений	69012	828144
отчисления в ремонтный фонд	29527	3543306
вспомогательные материалы на содержание оборудования	24480	293760

затраты на силовую электроэнергию	11203	134436
заработная плата вспомогательных рабочих	4088	49062
отчисление на социальные цели вспомогательных рабочих	2626	31512
заработная плата административно-управленческого персонала	9379	112548
отчисление на социальные цели административно-управленческого персонала	2626	31512
прочие расходы	124807	1497686

Вывод:

В ходе выполнения работы по разделу ФМРиР был выполнен расчет прямых и косвенных затрат за год, заработной платы работников предприятия с их социальными доходами. При данной годовой программе выпуска (1200шт.) изделия корпуса М138.01.04.043.

4. Социальная ответственность

4.1 Описание рабочего места. Анализ выявленных вредных и опасных факторов на рабочем участке

В ходе данного технологического процесса производится механическая обработка штока М138.01.04.043. Материалом детали является Сталь 45 ГОСТ 1050-2013, масса заготовки – 5,68 кг. Корпус изготавливается на, сверлильно-фрезерном, шлифовальном и др. оборудовании.

На здоровье и работоспособность рабочего в производстве оказывает влияние совокупность вредных и опасных факторов производственной среды и трудового процесса.

Вредный производственный фактор – фактор среды и трудового процесса, который вызывает профессиональную патологию, временное или стойкое снижение работоспособности, повышает частоту соматических и инфекционных заболеваний.

В процессе обработки штока на рабочего действуют следующие вредные факторы:

- а) недостаточное освещение на участке;
- б) шум;
- в) вибрация;
- г) процесс обработки металлов резанием, особенно процесс шлифования, сопровождается обильным пылевыведением и загазованностью воздуха;
- д) острые кромки, заусенцы и шероховатости на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; стружка, образующаяся при обработке металлов резанием;
- е) попадание СОЖ на открытые участки кожи;

Опасный производственный фактор – фактор среды и трудового процесса, который является причиной острого заболевания или внезапного ухудшения здоровья, смерти.

В процессе обработки штока на рабочем действуют следующие опасные факторы:

а) электрический ток. Поражение электрическим током может привести к серьёзным травмам и смерти человека;

б) обработка в основном ведётся на станках с ЧПУ, в которых присутствуют движущиеся части: зубчатые колеса, валы, вращающиеся детали и т.д., представляющие собой опасность. На станках с ЧПУ такие движения как подвод – отвод инструмента, его смена выполняется с высокой скоростью. Эти перемещения выполняются согласно программе и момент их совершения трудно предсказуем. Это увеличивает степень риска поражений;

в) на рабочей поверхности штока предусмотрено нанесение покрытия – хромирования. Технологический процесс нанесения гальванопокрытий характеризуется широким применением различных химических веществ, воздействие которых на организм работника может быть опасным.

4.2 Описание вредных и опасных факторов

4.2.1. Освещение на рабочем участке

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

Оптимальные условия работы на рабочем месте могут быть обеспечены лишь при достаточном освещении. Естественное и искусственное освещение должно соответствовать требованиям СНиП 23–05–95. Величина коэффициента естественного освещения (КЕО) для различных помещений лежит в пределах от 0,1 до 6%.

4.2.2 Шум

Шум – любой нежелательный звук, воспринимаемый органом слуха человека. Представляет собой беспорядочное сочетание звуков различной интенсивности и частоты. Источником шума и вибрации является металлорежущие станки, электродвигатели, краны и т.д.

Шум ослабляет внимание человека, увеличивает расход энергии, замедляет скорость психических реакций, в результате повышается вероятность несчастных случаев.

Предельно допустимый уровень шума на рабочих местах регламентируется Санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.562-96 "Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки" и составляет 85 Дб.

Акустические характеристики станков зависят от суммарной номинальной мощности электродвигателей приводов [3, таблица 1].

Для металлорежущих станков с мощностью двигателей от 12,5 до 32 кВт уровень звуковой мощности L_P в октавных полосах с различными среднегеометрическими частотами составляет от 91 до 100 дБ.

Для уменьшения величины шума при разработке техпроцесса были выбраны оптимальные режимы резания, а в качестве индивидуальной защиты для рабочих принимаются беруши

4.2.3 Вибрация

Вибрация – механические колебания упругих тел, конструкций около положения равновесия. Вибрацию вызывают неуравновешенные силовые воздействия, возникающие при работе различных машин и механизмов.

По способу передачи телу человека вибрацию подразделяют на общую (действует на весь организм человека через опорные поверхности – пол или стул) и локальную (действует только на отдельные части тела через руки рабочего).

При действии на организм общей вибрации страдает в первую очередь нервная система и анализаторы: вестибулярный, зрительный, тактильный. Локальная вибрация вызывает спазмы сосудов кисти, предплечий, нарушая снабжение конечностей кровью. Одновременно колебания действуют на нервные окончания, мышечные и костные ткани, вызывают снижение кожной чувствительности, отложение солей в суставах пальцев, деформируя и уменьшая подвижность суставов. Длительное систематическое воздействие вибрации приводит к развитию вибрационной болезни, которая включена в список профессиональных заболеваний.

Нормативные документы:

ГОСТ 12.1.012-90 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования»;

СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий»;

ГОСТ 12.1.046-78. «ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация».

Документы устанавливают: классификацию вибраций, методы гигиенической оценки, нормируемые параметры и их допустимые значения, режимы труда лиц виброопасных профессий, подвергающихся воздействию локальной вибрации, требования к обеспечению вибробезопасности и к вибрационным характеристикам машин.

Процесс вибраций описывается такими физическими величинами, как виброскорость, виброускорение.

С целью уменьшения вибрации металлорежущие станки устанавливаются на виброопоры; около каждого станка для рабочих расположены поддоны на всю длину рабочей зоны, а по ширине – не менее 0,6 м от выступающих частей станка.

4.2.4 Запылённость и загазованность воздуха

В соответствии с ГОСТ 12.0.0030 - 74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны относятся к физически опасным и вредным производственным факторам.

Вредные вещества попадают в организм человека через органы дыхания: носоглотку и легкие. Из легких яды всасываются в кровь и разносятся ею по всему организму. Пыль, попадая в организм человека через органы дыхания, тоже оказывает вредное действие.

Основным критерием качества воздуха являются концентрации вредных веществ. Принято выражать содержание загрязняющих веществ в миллиграммах на кубический метр воздуха (мг/м³). Существует понятие «Предельно допустимые концентрации» (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны (ГОСТ 12.1.005-88).

Величина ПДК зависит от влияния веществ на здоровье людей и окружающую среду. Вредные вещества по степени воздействия на организм человека разделены на четыре класса опасности (в соответствии с ГОСТ 12.1.007-76 «ССБТ. Вредные вещества. Классификация. Общие требования безопасности»). Микроклимат производственного помещения обработки материалов резанием соответствует СанПиН 2.2.4.548096 и

ГОСТ 12.1.005-88.

Обеспечение чистоты воздуха в производственном помещении достигается удалением загрязненного или нагретого воздуха из помещения и подачей в него свежего воздуха, т.е. вентиляцией. В данном технологическом процессе применяется общеобменная приточно-вытяжная вентиляция.

Для обеспечения безопасности органов дыхания рабочих необходимо использовать средства индивидуальной защиты – респиратор.

Станки, на которых производится шлифование и полирование детали, оборудуют защитно-обеспыливающими кожухами.

4.2.5 Стружка, острые кромки, заусенцы и шероховатости на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования

Обеспечение безопасной работы на станках считается основным условием правильной организации рабочего места.

При обработке металлов резанием образуется стружка, которая может привести к травме в виде порезов, к травмам глаз и кожных покровов;

В России существует стандартная классификация средств защиты от механических травмоопасных факторов: ГОСТ 12.4.125 "Средства защиты от механических травмоопасных факторов".

Для безопасной эксплуатации станка и защиты обслуживающего персонала предусмотрены защитные устройства. Зона резания имеет защитное устройство, включающее в себя щиток со смотровым окном из прочного стекла, защищающего человека от вылета стружки.

Для профилактики травматизма применяются средства индивидуальной защиты: спецодежда, спецобувь, перчатки, щитки, маски, очки и др.

Для уборки металлической стружки с рабочего места применяют различные крючки и щётки-смётки. Запрещается применение сжатого воздуха на действующем оборудовании для обдувки режущего инструмента и очистки станков в цехах механической обработки металлов. Металлическая стружка с рабочих мест и от станков должна храниться в контейнерах на специально отведенных местах.

4.2.6 СОЖ

СОЖ может привести к развитию кожных заболеваний.

Основные санитарно-гигиенические требования, направленные на создание допустимых условий труда при работе с СОЖ, отражены в СанПин "Санитарно-эпидемиологические требования для организаций, осуществляющих механическую обработку металлов".

Для защиты от попадания СОЖ на работников предусматривается спецодежда. Для предотвращения разбрызгивания и загрязнения рабочей зоны от СОЖ, используются специальные конструкции сопл, а также применяются защитные экраны и щитки. Отработанная СОЖ собирается в специальные емкости для ее последующей обработки. Для защиты кожного покрова от воздействия СОЖ применяются различные дерматологические средства, а также рабочие участки снабжаются чистыми обтирочными материалами. Не допускается применение одной и той же ветоши для протирки рук, и станков.

4.2.7 Электрический ток

При работе станков создаётся опасность поражения человека электрическим током. Для защиты от данного вредного фактора все станки должны быть заземлены. Все электрошкафы снабжены концевыми выключателями для исключения случайного попадания человека в зону действия электрического тока.

Расчёт заземления.

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

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

На участке применяются искусственные заземлители – вертикальные стальные трубы длиной 3,3 м и диаметром 35 мм.

Соппротивление заземляющего устройства для электроустановок мощностью до 100 кВт должно быть не более 10 Ом.

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

Для связи вертикальных электродов используем полосовую сталь сечением $4 \times$

35 мм. В качестве заземляющих проводников, предназначенных для соединения заземляющих частей с заземлителями, применяют, как правило, полосовую сталь.

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

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

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

$$R_z = \frac{\rho_z}{2 \times \pi \times l_m} \times \ln\left(\frac{4 \times h_T}{d}\right),$$

где $d = 3,5$ см – диаметр трубы-заземлителя;

$\rho_z = 10^4$ Ом · см – удельное сопротивление грунта;

$l_m = 330$ см – длина трубы;

$h_m = 250$ см – глубина погружения трубы в землю, равная расстоянию от поверхности земли до середины трубы.

$$R_z = \frac{10^4}{2 \times 3,14 \times 330} \times \ln\left(\frac{3,5 \times 330}{3,5}\right) = 60 \text{ Ом}$$

Определяем требуемое число заземлителей, в штуках, по формуле.

$$П = \frac{R_z}{R \times \eta},$$

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

$$П = \frac{6}{5 \times 0,8} = 1,5 \text{ шт}$$

Принимаем $П = 2$ шт.

Длину соединительной полосы, в метрах, определяем по формуле:

$$l_n = 1,05 \times a \times (П - 1),$$

где a – расстояние между заземлителями.

$$l_n = 1,05 \times 5 \times (2 - 1) = 5,25$$

Сопротивление соединительной полосы, в омах, определяем по формуле:

$$R_{\Pi} = \frac{\rho_{\Pi}}{2 \times \pi \times l_{\Pi}} \times \ln\left(\frac{4 \times l_n^2}{h_n \times b}\right),$$

$b=3,5$ см – ширина полосы;

$l_n = 4200$ см – длина полосы;

$\rho_n = 10^4$ Ом · см – удельное сопротивление грунта;

$h_n = 80$ см – глубина погружения трубы в землю.

$$R_{\Pi} = \frac{10^4}{2 \times 3,14 \times 4200} \times \ln\left(\frac{3,5 \times 4200^2}{80 \times 1,2}\right) = 5 \text{ Ом}$$

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

$$R_c = \frac{R_3 \times R_n}{R_3 \times \eta_n + R_n + \eta_3 \times \Pi},$$

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

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

$$R_c = \frac{6 \times 5}{6 \times 0,8 + 5 + 0,8 \times 2} = 2,6 \text{ Ом} < 10 \text{ Ом}.$$

Сопротивление заземляющего устройства для установок напряжением до 1 кВ и мощностью до 100 кВт должно быть не более 10 Ом. Предельно допустимое значение заземляющего устройства зависит от характеристики электроустановки и заземляющего объекта, а также от удельного сопротивления грунта, выраженного в Ом·м. Оно должно быть в следующих пределах при использовании заземляющего устройства одновременно для электроустановок до 1000 В:

- при удельном сопротивлении грунта до $500 \text{ Ом} \cdot \text{м} - \frac{125}{J_p}$,

где J_p – расчётная сила тока замыкания на землю, А;

- более $500 \text{ Ом} \cdot \text{м} - \frac{0,25 \cdot \rho}{J_p}$.

Размещаем заземление по контуру и соединяем между собой соединительной полосой.

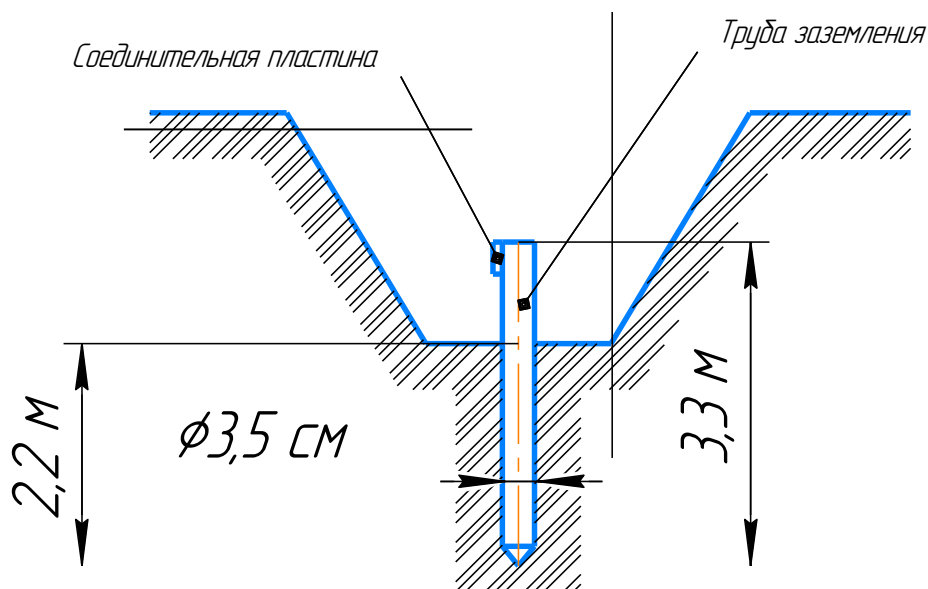


Рис 1. Расположение заземлителя

4.3 Социальная ответственность

4.3.1 Другие вредные и опасные факторы

Движущиеся органы станков могут нанести травму работающему, поэтому на станках предусмотрены ограждения с концевыми выключателями, которые не позволяют начать обработку при убранном ограждении. Не допускается работать на станках в расстёгнутой одежде. Рабочие, имеющие длинные волосы должны убирать их под головной убор.

Технологический процесс нанесения гальванопокрытий опасен воздействием различных химических веществ на организм работника.

Существуют три возможных пути поступления вредных веществ в организм человека: через органы дыхания, кожу и пищеварительный тракт. В гальванических цехах при ручных операциях, вредные вещества в основном проникают через кожу. Следует отметить, что через кожу могут проникать не только растворы, но и пары некоторых веществ.

Опасным является также вдыхание химических веществ в любом виде (газов, паров, аэрозолей). Это приводит к поражению верхних дыхательных путей и к общетоксическому эффекту при всасывании веществ в кровь. При пищевом

пути вредные вещества поступают в организм рабочего с водой, пищей и при курении. Он встречается сравнительно редко. Однако из-за опасности острого отравления с весьма тяжелыми последствиями при работе с химическими веществами необходимо постоянное внимание и соблюдение правил личной гигиены.

При хромировании в 72% случаев выделяется хром в виде трехвалентных соединений (в пересчете на общий хром), его концентрации при температуре электролита 55-60 °С, плотности тока 30-70 А/дм² превышают ПДК в 2 раза. Наибольшие выделения хроматов отмечались в местах загрузки хромовых электролитов в гальванические ванны – автоматы.

Следовательно, хромовый ангидрид и другие соединения хрома являются очень опасными факторами при нанесении гальванических хромовых покрытий. Аналогичные показатели состояния воздушной среды характерны для процессов подготовки поверхности с применением соединений хрома.

Гальванические ванны при применении в электролитах веществ 1-го класса опасности должны иметь автоматические газоанализаторы воздуха рабочей зоны с его непрерывным контролем (ГОСТ 12.1.005-76, ГОСТ 12.1.007-76).

Автоматизация позволяет значительно снизить расходы химикатов и одновременно оздоровить производственную среду.

4.3.2 Охрана окружающей среды

Не всегда воздействие человека на окружающую среду ухудшает и разрушает природу. В разработке данного технологического процесса нет значительных выбросов вредных веществ, пыли в атмосферу исходя из этого тех. Процесс обработки не является вредным. Выбросы соответствуют допустимым по ГОСТ 17.2.302–78, поэтому их очистка не предусматривается. Большое количество отходов образующихся в процессе обработки могут быть использованы, как сырьё для промышленной продукции при соответствующей обработке. Отработанные СОЖ необходимо собирать в специальные ёмкости. Водную и масляную фазу можно использовать в качестве компонентов для приготовления эмульсий. Масляная фаза эмульсий может поступать на регенерацию или сжигаться.

Концентрация нефтепродуктов в сточных водах при сбросе их в канализацию должна соответствовать требованиям СНиП II-32-74 «Канализация. Наружные сети и сооружения». Водную фазу СОЖ очищают до ПДК или разбавляют до допустимого содержания нефтепродуктов и сливают в канализацию. Масляная мелкая стружка и пыль сплава по мере накопления подлежат сжиганию или захоронению на специальных площадках. Крупная стружка вывозится в специальное помещение, проходит термообработку и прессуется в брикеты для дальнейшей отправки на металлургический завод.

4.4 Защита в чрезвычайных ситуациях

ЧС - это нарушение нормальных условий жизнедеятельности людей на определенной территории, вызванное аварией, катастрофой, стихийным или экологическим бедствием.

По характеру ЧС делятся на техногенные и природные. ЧС природного характера это: землетрясения, бури, град, ливни, мороз, наводнения, пожары и др. К техногенным относятся пожары, взрывы, аварии, обрушение зданий и др. Последствия их трудно предсказуемы. Обычно они приводят к большим человеческим жертвам в связи с большой концентрацией рабочих на предприятии.

Наиболее типичной чрезвычайной ситуацией на предприятии является пожар.

Одним из основных способов защиты является своевременный и быстрый вывод или вывод людей из опасной зоны, т.е. эвакуация. Затем намечаются следующие мероприятия: производится расчёт людей, необходимых для проведения эвакуации; устанавливаются мероприятия по безаварийной остановке производства; применяются средства индивидуальной защиты при пожаре: респиратор, аптечка и др.

Превентивные меры по предупреждению пожаров: обеспечение производственных помещений пожарной автоматикой и первичными средствами пожаро-

тушения (огнетушитель), контроль выполнения плановых противопожарных мероприятий.

4.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

В Трудовом кодексе РФ устанавливаются правила, процедуры и критерии, направленные на сохранение жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности.

Государственные нормативные требования охраны труда обязательны для исполнения при производстве машин, механизмов и другого оборудования, разработке технологических процессов, организации производства и труда. Статья 215 ТК РФ определяет соответствие производственных объектов и продукции государственным нормативным требованиям охраны труда.

В соответствии со ст. 225 Трудового кодекса РФ для всех поступающих на работу лиц, а также для лиц, переводимых на другую работу, работодатель обязан проводить инструктаж по охране труда. По характеру и времени проведения инструктажи подразделяется на: вводный; первичный на рабочем месте; повторный; внеплановый; целевой.

В системе обеспечения безопасности жизни и здоровья работников в процессе их трудовой деятельности основная роль принадлежит нормативным правовым актам по охране труда.

4.6 Выводы

В данном разделе были рассмотрены опасные и вредные факторы, влияющие на здоровье, самочувствие работающего и безопасность труда.

Был произведён расчёт заземления и составлена схема расположения заземлителя, так же глубина углубления заземлителя. Для снижения общей вибрации станки установлены на виброизолирующих опорах.

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

Большинство опасных и вредных факторов удалось устранить или значительно снизить их негативное влияние, однако влияние некоторых вредных факторов не удалось предотвратить, таких как шум, издаваемый движущимися органами станков, неоптимальные параметры микроклимата, т. к. отсутствует система кондиционирования воздуха, поэтому в летний период возможно возникновение отклонений параметров микроклимата (температуры и относительной влажности) на рабочем месте.

Квалиметрическая оценка проекта

При выполнении курсового проекта был произведен анализ технологичности детали. В результате анализа были внесены изменения в конструкцию с целью повышения технологичности и ограничен допуск на длину вала с целью уменьшения погрешности базирования при обработке. Более рационально построен маршрут обработки изделия для условий серийного производства: ряд операций объединены в одну (сверлильная и резьбонарезная). Применено более производительное оборудование.

В проекте разработаны два альтернативных варианта изготовления заготовки: штамповка в закрытых штампах на КГШП и штамповка на ГКМ. При сопоставимой технологической себестоимости обоих вариантов, штамповка в закрытых штампах на КГШП даёт меньшую себестоимость. Недостатком разработанного технологического процесса можно считать недостаточные коэффициенты загрузки оборудования. Но это можно устранить при использовании эффективной системы управления планирования путём дозагрузки оборудования другими изделиями.

Список используемых источников

1. Ансеров М.А., Гушин В.Ф. Приспособления для сверлильных станков. Конструкции и наладки. – Л.: Машгиз, 1950 – 300 с.
2. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для машиностроительных специальностей ВУЗов. – Минск: Высшая школа, 1983. – 256 с.
3. Добрыднев И. С. Курсовое проектирование по предмету «Технология машиностроения»: Учебн. пособие для техникумов по специальности «Обработка металлов резанием». – М.: Машиностроение, 1985. – 184 с.
4. Маликов Ф.П. Патроны для металлорежущих инструментов. Справочник. – М. Машгиз, 1963. – 104 с.
5. Металлорежущий инструмент. Каталог-справочник. Часть 1. Резцы и фрезы. – М.: Машиностроение, 1976. – 448 с.
6. Металлорежущий инструмент. Каталог-справочник. Часть 3. Резьбообрабатывающий, трубо- и муфтообрабатывающий и зуборезный инструмент. – М.: НИИМАШ, 1971. – 476 с.
7. Мягков В.Д, Палей М.А., Романов А.Б.. Допуски и посадки: Справочник. В 2-х ч. Ч. 1. – Л.: Машиностроение, 1982. – 543 с.
8. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительное для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. – М.: Машиностроение, 1974. – 422 с
9. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. В 3-х частях. Часть 2. Токарные, сверлильные станки. – М.: Машиностроение, 1974. – 416 с.
10. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. В 3-х частях. Часть 3. Зуборезные, горизонтально-расточные, резбонакатные и отрезные станки. – М.: Машиностроение, 1974. – 200 с.

11. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 1 / Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1986. – 656 с.
12. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 / Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – 596 с.
13. Станочные приспособления: Справочник в 2-х томах. Т. 1 / под общ ред. Б.Н.Вардашкина. – М.: Машиностроение, 1984. – 592 с.
14. Станочные приспособления: Справочник в 2-х томах. Т. 2 / под общ ред. Б.Н.Вардашкина. – М.: Машиностроение, 1984. – 656 с.
15. ГОСТ7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. Москва.
16. Калькулятор режимов резания-(электронный ресурс).
<https://coroguide.sandvik.coromant.com/CuttingDataModule/CDMMainMenu.asp>
(дата обращения 26.04.2019)
16. Экономика и социология труда: Учебник для вузов / Под ред. А.Я. Кибанова. - М. : ИНФРА-М, 2010. - 584 с. - (Высшее образование)..
17. Кондраков Н.П. Бухгалтерский (финансовый, управленческий) учет: учебник 2011 г.
18. Момот, М.В.Деньги. Кредит. Банки: Учебное пособие / М.В. Момот. - Томск : Изд-во ТПУ, 2010. - 123 с.
19. Каракеян, В.И.Экономика природопользования: Учебник для вузов / Каракеян В.И. - М. : Юрайт, 2011. - 576 с. - (Основы наук).
20. Финансы: Учебник для вузов / А.С. Нешиной, Я.М. Воскобойников. - 9-е изд., перер. и доп. - М.: «Дашков и К», 2010. - 525 с.
21. Паштова, Л.Г. Экономика фирмы: теория и практика: Учебное пособие / Л.Г. Паштова. - Ростов н/Д : "Март": Феникс, 2011. - 269 с.
22. Григорьев, М.Н. Логистика [Текст] : краткий курс лекций : учебник для вузов / М.Н.Григорьев,С.А.Уваров. - М.: Юрайт, 2012. - 207 с.
23. Кириченко, Т.В. Финансовый менеджмент: Учебник для вузов / Т.В. Кириченко. - М.: "Дашков и К", 2010. - 483 с.

24. Кондраков, Н.П. Бухгалтерский (финансовый, управленческий) учёт: Учебник /
25. Н.П. Кондраков. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Проспект, 2011. - 504 с. - 10 экз.
26. Кучерявенко С.В. «Конспект лекций по производственному менеджменту» (учебное пособие) / Томск. - Изд. ТПУ 2011-143 с.
27. Минько, Э.В. Организация коммерческой деятельности промышленного предприятия [Текст]: Учебное пособие / Э.В. Минько, А.Э. Минько; под ред. А.В. Самойлова. - М. : Финансы и статистика, 2010. - 608 с.
28. Вахрушина, М.А. Управленческий анализ: Учебное пособие для вузов / М.А. Вахрушина. - 6-е изд., испр. - М. : Омега-Л, 2010. - 399 с. - (Высшее финансовое образование).
29. Экономика предприятия: Учебник / Семенов В.М., Баев И.А, Терехова С.А. и др. Под ред. В.М. Семенова. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Центр экономики и маркетинга, 2004.
30. Методические указания по выполнению экономической части выпускной квалифицированной работы для студентов механико- машиностроительного факультета. – Юрга: ИПЛ ЮТИ ТПУ, 2006. – 24 с
31. СНиП 23-05-95. Строительные нормы и правила Российской Федерации. Естественное и искусственное освещение.
32. Безопасность жизнедеятельности. Расчёт искусственного освещения. Методические указания к выполнению индивидуальных заданий для студентов дневного и заочного обучения всех специальностей. – Томск: Изд. ТПУ, 2005г
- ГОСТ 12.2.107-85 «Шум. Станки металлорежущие. Допустимые шумовые характеристики».
33. Лабораторный практикум по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» для студентов всех специальностей: учебное пособие. Ю.А. Амелькович, Ю.В.. Задорожная, В.Н. Извеков, А.Г. Кагиров, К.М. Костырев, В.Ф. Панин, А.М. Плахов, С.В. Романенко – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2010. – 236 с.

Приложение