

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Институт Юргинский технологический
 Направление подготовки Машиностроение
 ООП Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологического процесса изготовления полупоси

УДК: 629.3.032.2-047.86

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10A81	Шарипов Эмомризо Абдуносирович		

Руководитель ВКР

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

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Лизунков В.Г.	к. пед. наук доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Солодский С.А.	к. т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств	Сапрыкина Н.А.	к.т.н., доцент		

Рецензент

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Инженер по качеству	Маслов Ю.В.			

Юрга – 2022 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в профессиональной деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
УК(У) -10	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности
УК(У)-11	Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению.
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
ОПК(У)-2	Осознанием сущности и значения информации в развитии современного общества.
ОПК(У)-3	Владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации.
ОПК(У)-4	Умением применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий; умением применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении.
ОПК(У)-5	Способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-5	Умением учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании

ПК(У)-6	Умением использовать стандартные средства автоматизации проектирования при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями
ПК(У)-7	Способностью оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
ПК(У)-8	Умением проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений
ПК(У)-9	Умением проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением показателей технического уровня проектируемых изделий
ПК(У)-10	Умением применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов в машиностроении и разрабатывать мероприятия по их предупреждению
ПК(У)-11	Способностью обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий
ПК(У)-12	Способностью разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств
ПК(У)-13	Способностью обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование
ПК(У)-14	Способностью участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции
ПК(У)-15	Умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования
ПК(У)-16	Умением проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ
ПК(У)-17	Умением выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
ПК(У)-18	Умением применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
ПК(У)-19	Способностью к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Институт Юргинский технологический
 Направление подготовки Машиностроение
 ООП Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств

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

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
10A81	Шарипов Эмомризо Абдуносирович

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления полусоси	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	01.02.2022г. №32-2/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Чертеж детали. 2. Годовая программа выпуска 500 шт. 3. Отчет по преддипломной практике.
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Аналитический обзор по теме ВКР. 2. Разработка технологического процесса изготовления детали. 3. Подбор оборудования и технологической оснастки 4. Конструкторская часть. Разработка приспособления на сверлильно-фрезерно-расточную операцию 5. Финансовый менеджмент,

	ресурсоэффективность и ресурсосбережение проекта. 6. Социальная ответственность.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Полуось(2 листа А1). 2. Карта наладки (1 лист А1). 3.Карта наладки (1 лист А1). 4. Карта наладки (2 листа А1) 5. Приспособление сверлильно-фрезерно-расточное (1 лист А1).

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лизунков В.Г.
Социальная ответственность	Солодский С.А

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Реферат

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Сапрыкин А.А.	К.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А81	Шарипов Э.А.		

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

Студенту:

Группа	ФИО
10А81	Шарипов Эмомризо Абдуносирович

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

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	1) Стоимость приобретаемого оборудования 3945970 руб 2) Фонд оплаты труда годовой 425000 руб
2. Нормы расходования материала	1) Нормы расходования материала на 1шт. 18кг 2) Количество деталей 500шт.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Расчёт объёма капитальных вложений
2. Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции
3. Экономическое обоснование технологического проекта
4.

Перечень графического материала

--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	25.04.2022
---	------------

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А81	Шарипов Э.А.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
10A81	Шарипов Эмомризо Абдуносирович

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

Тема ВКР

Разработка технологического процесса изготовления полуоси

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>Введение</p> <p>– Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения.</p> <p>– Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации</p>	<p><i>Объект исследования</i> <u>Деталь</u></p> <p><i>Область применения</i> <u>Механическая обработка детали</u></p> <p><i>Рабочая зона:</i> <u>производственное помещение</u></p> <p><i>Размеры помещения</i> _____</p> <p><i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны</i> <u>Вертикально-фрезерный станок 6P13, плоскошлифовальный станок 3Д722, Вертикально-сверильный станок 2P135Ф2-1, сверильно-фрезерно-расточной станок СТП320ПМФ4</u></p> <p><i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне</i> <u>Механическая обработка</u></p>
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения:</p> <p>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</p> <p>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</p>	<p>ГОСТ 12.0.003-2015. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.</p> <p>СП 2.2.3670-20. Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда.</p> <p>СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.</p> <p>ГОСТ 12.1.007-76. ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.</p> <p>СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Н/д с 11 марта 2021</p> <p>ГОСТ 12.1.01-89. ССБТ. Ультразвук. Общие требования безопасности.</p> <p>ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.</p> <p>Приказ Минтруда России от 15.12.2020 N 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок».</p>
<p>2. Производственная безопасность при разработке проектного решения:</p>	<p>Вредные производственные факторы:</p> <p>1. Шум</p>

<p>– Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов</p>	<p>2. Вибрации от оборудования 3. Недостаточное освещение 4. СОТС (воздействие на руки) 5. Запыленность рабочей зоны 6. Повышенная или пониженная температура в помещении</p> <p>Опасные производственные факторы: 1. Движущиеся части оборудования 2. Электричество 3. Стружка 4. Разогретые детали</p> <p>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: Спецодежда Защитные крема Очки</p> <p>Приоритетным считать расчет освещения и заземления</p>
<p>3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</p>	<p>Основными факторами, загрязняющими окружающую среду при изготовлении деталей является: отработанные масла, смазочно-охлаждающие жидкости и их испарения.</p>
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения</p>	<p>Возможные ЧС <u>ливень, пожар</u></p> <p>Наиболее типичная ЧС <u>пожар</u></p>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
И.о.директора ЮТИ	Солодский С.А.	К.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А81	Шарипов Э.А.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 71 с., 7 рисунков, 28 таблиц, 29 источника, 1 приложение, 8 листов графического материала.

Ключевые слова: технологический процесс, деталь, заготовка, режущий инструмент, скорость резания, технологическое оборудование, себестоимость изготовления, база, базирование, припуск, заготовка.

Служебное назначение изделия: изделие полуось входит в конструкцию ведущего моста самоходного крана передача крутящего момента на ступицу.

Цель работы: разработка технологического процесса изготовления полуоси.

В ходе выполнения работы был произведен анализ действующего технологического процесса получения заготовки и механической обработки детали.

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

В конструкторской части спроектировано специальное приспособление.

В разделе «Социальная ответственность» разработан необходимый комплекс мероприятий по технике безопасности, охране труда и защите окружающей среды.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» рассчитана себестоимость детали при спроектированном технологическом процессе.

ABSTRACT

Final qualifying work 71 with., 7 Figures, 28 tables, 29 source, 7 applications, 8 sheets of graphic material.

Key words: technological process, part, workpiece, cutting tool, cutting speed, technological equipment, manufacturing cost, base, basing, allowance, workpiece.

Service purpose of the product: the part is the main element of the hydraulic distributor and is designed to accommodate its parts and distribute the working fluid through the channels.

Purpose of the work: development of a technological process for the manufacture of the case.

In the course of the work, an analysis was made of the current technological process for obtaining a workpiece and machining the part.

In the technological part of the work, a method for obtaining a workpiece was chosen, a technological process for machining a part was developed, calculations of allowances and cutting modes were performed.

In the design part, a special device was designed.

In the Social Responsibility section, the necessary set of measures for safety, labor protection and environmental protection has been developed.

In the section “Financial management, resource efficiency and resource saving”, the cost of a part is calculated for the designed technological process.

Оглавление

Введения.....	14
1. Объект и методы исследования	15
1.1 Служебное назначение детали	15
1.2 Производственная программа и определение типа производства	16
1.3 Анализ действующего технологического процесса	17
1.4 Анализ технологичности детали	21
1.5 Формулировка проектной задачи.....	23
1.5.1 Наименование и область применения разработки	23
1.5.2 Основание для разработки.....	23
1.5.3 Цель и технико-экономическое обоснование проектирования	23
2 Расчеты и аналитика	25
2.1 Технологическая часть.....	25
2.1.1 Выбор заготовки и метода её получения.....	25
2.1.2 Составление технологического маршрута обработки	30
2.1.3 Выбор технологических баз	31
2.1.4 Выбор средств технологического оснащения.....	35
2.1.4.1 Выбор оборудования	35
2.1.4.2 Выбор инструмента и приспособлений.....	44
2.1.5 Расчёт припусков на обработку	47
2.1.6 Расчет режимов резания.....	51
2.1.7 Нормирование технологического процесса	65
2.2 Конструкторская часть	70
2.2.1 Проектирование и расчёт приспособления для сверлильной операции.....	70
2.2.2 Расчёт приспособления на точность.....	70
2.2.3 Расчет усилия зажима приспособления для сверлильной операции	71
2.3 Организационная часть	75
2.3.1 Расчет необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки.....	75

2.3.2	Расчет численности работников	76
3.	Финансовый менеджмент, ресурс эффективность и ресурсосбережение...	78
3.1	Расчёт объёма капитальных вложений.....	78
3.1.1	Стоимость технологического оборудования.....	78
3.1.2	Стоимость вспомогательного оборудования	79
3.1.3	Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря	79
3.1.4	Стоимость эксплуатируемых помещений	80
3.1.5	Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах	80
3.1.6	Оборотные средства в незавершенном производстве	81
3.1.7	Оборотные средства в запасах готовой продукции	82
3.1.8	Оборотные средства в дебиторской задолженности.....	82
3.1.9	Денежные оборотные средства	83
3.2	Расчет сметы затрат на производство и реализацию продукции.	83
3.2.1	Основные материалы за вычетом реализуемых отходов	83
3.2.2	Расчет заработной платы производственных работников.....	84
3.2.3	Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих	85
3.2.4	Расчет амортизации основных фондов.....	85
3.2.4.1	Расчет амортизации оборудования	85
3.2.4.2	Расчет амортизационных отчислений зданий	87
3.2.5	Отчисления в ремонтный фонд.....	87
3.2.6	Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования.....	87
3.2.6.1	Затраты на СОЖ определяются по формуле:	87
3.2.6.2	Затраты на сжатый воздух рассчитываются по формуле: ..	88
3.2.7	Затраты на силовую электроэнергию	88
3.2.8	Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь	89
3.2.9	Расчет заработной платы вспомогательных рабочих	89
3.2.10	Заработная плата административно-управленческого персонала	90
3.2.11	Прочие расходы	90
3.3	Экономическое обоснование технологического проекта.....	91

4 Социальная ответственность	92
4.1 Описание рабочего места.....	92
4.2 Законодательные и нормативные документы	92
4.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	95
4.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	97
4.5 Охрана окружающей среды	105
4.6 Защита в чрезвычайных ситуациях	106
4.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	108
Заключение	111
Список использованных источников	112
Приложение А	114
Приложение Б.....	116

Введения

Развитие современного уровня машиностроения предъявляет все более жесткие требования к методам изготовления продукции, ее качеству и эксплуатационным характеристикам, при уменьшении себестоимости изготовления и затрат на производство, а также других сопутствующих показателей. Важно, качественно, дешево и в заданные сроки с минимальными затратами изготовить машину. От принятой технологии механической обработки во многом зависит надежность работы выпускаемых машин, а также экономичность их эксплуатации.

Оправданное применение прогрессивного оборудования и инструмента способно привести к значительному снижению себестоимости продукции и трудоёмкости её производства, а так же средства автоматизации и механизации производства. К таким же результатам может привести и использование совершенных методов получения заготовок с минимальными припусками на механическую обработку.

Целью ВКР является подведение итогов обучения по направлению «Машиностроение», по образовательной программе «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств»

В работе подтверждается необходимый уровень профессиональной подготовки, необходимый для использования накопленных теоретических знаний:

- ведения самостоятельной творческой инженерной работы;
- овладение технико-экономическим анализом принимаемых решений.

1. Объект и методы исследования

1.1 Служебное назначение детали

Полуось изготавливается из легированной стали марки 40X. Химический состав (ГОСТ 4543-71) соответствует приведённому в таблице 1.1, а физико-механические свойства соответствуют приведенным данным в таблице 1.2.

Таблица 1.1 – Химический состав стали 40X

Химический состав, %						
C	Mn	Si	Cr	S	P	Ni
0,36...0,44	0,5...0,8	0,17...0,37	0,8...1,1	≤0,035	≤0,035	≤0,3

Таблица 1.2 – Физико – механические свойства стали 40X

Термообработка				Предел текучести σ_T , Н/мм ²	Временное сопротивление σ_B , Н/мм ²	Относительное	Относительное сужение ψ , %	Ударная вязкость КСИ, дж/см ²
Закалка		Отпуск						
Температура, °C	Среда охлаждения	Температура, °C	Среда охлаждения	Не менее				
860	Масло	500	Вода или масло	785	950	10	45	59

Технологические свойства:

Температураковки, °C: начала – 1250,

конца – 800,

сечения до 350 мм охлаждаются на воздухе.

Свариваемость – трудно свариваемая.

Обладает хорошей обрабатываемостью резанием – в горячекатаном состоянии при HB 163 – 168; $\sigma_B=610$ МПа; $K_{V,ТВ,СПЛ}=1,20$; $K_{V,δ,СТ}=0,95$.

1.2 Производственная программа и определение типа производства

Тип производства при изготовлении деталей – мелкосерийное.

Тип производства определён приближённо. В дальнейшем после разработки технологических процессов сборки и изготовления детали серийность производства будет уточняться. Уточнение производится по коэффициенту закрепления операций в соответствии с ГОСТ 14.004-83.

Годовая программа выпуска деталей вычисляется по формуле:

$$N = N_1 \cdot m \cdot \left(1 + \frac{\beta}{100}\right), \quad (1.1)$$

где $N_1 = 481$ шт. – годовая программа выпуска изделий;

$m=1$ – количество деталей данного наименования на изделие;

$\beta=4\%$ – количество деталей, которое необходимо изготовить дополнительно в качестве запасных частей, заданное в процентах от годовой программы.

$$N = 500 \cdot 1 \cdot \left(1 + \frac{4}{100}\right) = 520 \text{ шт.}$$

Исходя из массы детали и годовой программы выпуска, находим тип производства. Масса детали и годовая программа выпуска приведены в табл. 1.3.

Таблица 1.3 – Годовая программа выпуска изделий

№ чертежа	Наименование детали	Марка материала	Число деталей на изделие	Процент на запчасти	Число деталей, шт			Масса, т.	
					На программу	На запчасти	Всего	Детали	Всего
КС-4372.102.00.040-01	Полуось	40Х	1	5	500	20	520	0,018	9,36

Программа выпуска изделий составляет 500 шт. в год. В зависимости от массы детали (18 кг) устанавливаем тип производства – мелкосерийный [5]. После разработки технологического процесса тип производства подлежит уточнению по коэффициенту закрепления операций

Рассчитываем размер партии запуска:

$$n = N \cdot a / F, \quad (1.2)$$

где N-годовая программа выпуска изделия;

F=248 – число рабочих дней в году;

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

n=520 · 12/248=25 шт.

1.3 Анализ действующего технологического процесса

Технологический маршрут обработки полуоси имеет следующий вид:

005 Фрезерно-расточная 2Н637ГФ-1

Кран-укосина 0,5м;

Сверло 6,3 2317-0122 ГОСТ14952-75 (2пгг);

Фреза 125Т15К6 СТП-1463-79;

Цанга 20 СТП-2334-87(2шт);

Оправка 6222-0038 ГОСТ 13785-68;

Шаблон 60°x6,3 СТП 406-4306-75;

Наладка 324-146(специальная);

Пластина 324-147(специальная);

Пластина 324-148(специальная);

Скоба 105-6114(специальная);

Скоба 105-6116 (специальная);

ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-80;

Тара 505-175 (специальная);

Очки О ГОСТ 12.4.013-75;

010 Токарная 1740РФЗ

Приспособление 303-3174;
Центр 307-1665;
Блок 200-215 (специальный) 3 шт.;
Резец 002-3862;
Резец 32x25 лев. СТП-1180-81 (2шт);
Пластина 922.2006-4009 T15K6 СТП-1178-81(2шт)
Скоба 75,6h11 СТП-4316-84;
Скоба 65,6h11 СТП-4316-84;
Штангенглубиномер 107-1315 700;
Скоба 62h11 СТП-4316-84;
Скоба 74h14 СТП-4318-84;
ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-80;
ШГ 160 ГОСТ 162-80;
Шаблон 5 СТП-4340-75;
Шаблон 5-1,0-1,0 СТП-4329-81;

015 Шлицефрезерная 5Д833

Центр 307-1627;
Центр 310-513;
Фреза 078-121;
Скоба 68,303 104-1074;
Центр 310-513 ;
Очки О ГОСТ 12.4.013-85;
Ролик 6,212 126-666;
Калибр 114-420;
Шц I-125-0,1 ГОСТ 166-80;
Индикатор ИЧ.05 кло ГОСТ 577-684

020 Шлифовальная 3М152МФЗ Центр 310-513;

Центр Морзе 4 ГОСТ 13214-79;
Круг ПП 600x80x305;37А;25;СМ2;6;К;ГОСТ 2424-84;
Скоба 75h9 СТП-4316-84;

Скоба 65h6 СТП-4316-84;
Индикатор ИЧ.05 кло ГОСТ 577-68;
Штатив ШМ-П Н-8 ГОСТ 10197-70;
Микрометр МК 75-1 ГОСТ 6507-78;

025 Контроль плита контрольная

Скоба 68,303 104-1074;
Ролик 6,212 126-1684;
Калибр комплексный 114-420;
Прибор 386-630;
Скоба 75h9 СТП-4316-84;
Скоба 65h6СТП-4316-84;
Индикатор ИЧ.05 кло ГОСТ 577-68;
Штатив ШМ-И Н-8 ГОСТ 10197-70;
Микрометр МК 75-1 ГОСТ 6507-78;

030 Фрезерная СФП-500

Приспособление 319-815;
Гидрораспределитель 318-50;
Программа 20-0033ф;
Оправка 220-247;
Оправка 220-244;
Оправка 220-298;
Прибор 160-377;
Втулка 222-176 (2шт);
Резец 003-171 (2шт);
Шаблон 83-0,5 152-2733;
Пробка ПР 70,2 100-2592;
Пробка НЕ 70,2 100-2594;
Контрольный валик ЦМ-767;
Угольник УШ-0-250 СТП-4301;
Тара 505-176(специальная);

Вставка 386-1119 (специальная);
Очки О ГОСТ 12.4.001-80;
Фреза 50x140 СТП-1468-85;
Фреза Т5К10 70 1 2214-0003 ГОСТ 24359-80;
Резец 40x120 СТП-1468-85;
Резец 16x16x50x0,5 Т15К6 СТП-1167-78;
Резец 16x16x50x0,5 Т15К6 лев. СТП-1167-78
Скоба 100b12 СТП-4319-84;
Щц П-250-0,05 ГОСТ 166-80;
Шаблон 5 СТП-4340-45;
Индикатор 1МИГ ГОСТ 9696-82;

035 Слесарная верстак слесарный

Кран-укосина 0,5т;
Тиски 1827-0259 140 ГОСТ 4045-75;
Напильник 2820-0022 ГОСТ 1465-80;
Клеймо 090-143О(специальное);
Клеймо 7858-0144 ГОСТ 25726-83;
Молоток 7850-0103 ГОСТ 2310-77;
Шабер 240 СТП-1813-84;
Тара 505-173(специальная);
Вставка 386-1119 (специальная);
Очки О ГОСТ 12.4.013-75;

040 Термообработка ТВЧ 35...45 НРСэ

Т.п. ОГМет.

045 Контрольная

Скоба 100b12 СТП-4319-76;
Пробка ПР 6Н ГОСТ 17756-72;
Пробка НЕ 7Н ГОСТ 17756-72;
Калибр 150-2336 70(специальный);
Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75;

В базовом технологическом процессе применяется четыре станка с ЧПУ из пяти и слесарная обработка с образованием фасок и шабровкой поверхностей.

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

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

Произведя анализ базового технологического процесса, можно сделать следующие выводы:

1. Нет концентрации операций и переходов, т.е. процесс дифференцирован.
2. Большая длительность и трудоемкость изготовления детали.
3. Не учтена возможность применения комбинированного инструмента для одновременного сверления и зенкерования двух отверстий с образованием фасок.
4. При снятии фаски применяется ручной инструмент – напильник.
5. При получении качества поверхности применяется ручной инструмент – шабер.

1.4 Анализ технологичности детали

Отработка конструкции изделия на технологичность

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

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

требований.

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

Технологичность - понятие комплексное. Она оценивается качественно и количественно.

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

Качественная оценка технологичности полуоси показывает, что:

- конструкция детали допускает обработку плоскостей на проход;
- конструкция детали обеспечивает свободный доступ инструмента к обрабатываемым поверхностям;
- деталь жесткая и не ограничивает режимы резания;
- в полуоси имеется внутренняя резьба небольшого диаметра;
- в конструкции детали имеются базовые поверхности, достаточные по размерам и расстоянию.

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

Наиболее трудным в изготовлении участком являются два резьбовых отверстия М12-7Н глубиной 25⁺². Способ получения заготовки - штамповка.

1.5 Формулировка проектной задачи

1.5.1 Наименование и область применения разработки

Тема представленной выпускной квалификационной работы «Совершенствование технологического процесса изготовления полуоси. Областью применения данной разработки может быть участок механосборочного цеха завода грузоподъемных машин.

1.5.2 Основание для разработки

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

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

1.5.3 Цель и технико-экономическое обоснование проектирования

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

маршруту.

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

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

2 Расчеты и аналитика

2.1 Технологическая часть

2.1.1 Выбор заготовки и метода её получения

Себестоимость изготовления детали определяется суммой затрат на исходную заготовку и её механическую обработку, поэтому в конечном счёте важно обеспечить снижение всей суммы, а не одной её составляющих. Метод получения заготовок для деталей машин определяется назначением и конструкцией детали, материалом, серийностью производства, а также экономичностью изготовления. Исходя из конструкции детали, а главное серийности производства, сравним заготовку рассматриваемой детали, получаемую на ГКМ и КГШП. Производим технико-экономический расчет двух вариантов изготовления заготовки: метод горячей объемной штамповки в закрытом штампе, выполняемый на кривошипных горячештамповочных прессах (КГШП), и метод изготовления заготовки на горизонтально ковочных машинах, и сравним их.

$$M_{п.р.} = M_d \cdot K_p, \quad (2.1)$$

где $M_{п.р.}$ – расчетная масса поковки, кг;

M_d – масса детали, кг;

K_p – расчетный коэффициент.

$$M_{п.р.} = 18 \cdot 1,45 = 26,1 \text{ кг.}$$

Степень сложности поковки определяется по показателю: m_{Π} / m_{Φ} ,

где m_{Π} и m_{Φ} - объёмы поковки и элементарной описанной вокруг заготовки поверхности соответственно.

Элементарной описанной поверхностью является цилиндр, объём которого находим как:

$$V_{\Phi} = 10^{-3} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot L / 4, \quad (2.2)$$

$$V_{\phi} = 10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 130^2 \cdot 584 / 4 = 7747,64 \text{ см}^3.$$

Находим объем поковки:

$$m_{\phi} = V_{\phi} \cdot \rho, \quad (2.3)$$

$$m_{\phi} = 7747,64 \cdot 7,84 \cdot 10^{-3} = 60,74 \text{ см}^3.$$

$$m_{\pi}/m_{\phi} = 18/60,74 = 0,3.$$

Для $m_{\pi}/m_{\phi} = 0,16 \dots 0,32$ принимается степень сложности С3.

Метод изготовления заготовки на горизонтально ковочных машинах

Материал – Сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

Масса детали – 18 кг.

Группа стали она соответствует группе М2.

По [2, П.1] принимаем степень точности Т4.

Исходный индекс – 17.

Конфигурация поверхности разъёма штампа – плоская.

Заготовку выполняем в виде вала с двумя ступенями, на остальные ступени вала назначаем напуски с целью упрощения формы штампа. В качестве баз выбираем осевую линию вала и торец ступени диаметра 62 мм.

Находим основные припуски на размеры поковки и приводим их в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Припуски на размеры поковки

Размер поверхности, мм	Шероховатость поверхности Ra, мкм	Основной припуск, на сторону, мм
Ø 65 js6	1,6	2,7
Ø 75 h8	0,8	3
Ø 70 ^{+0,28}	6,3	2,7
584	12,5	3
35	2,5	2,5
100b12	3,2	2,7

Находим дополнительные припуски:

Припуск на смещение поверхности штампов – $T = 0,5$ мм.

Припуск на изогнутость и отклонения от плоскостности и

прямолинейности – $T = 0,8$ мм.

Рассчитываем размеры поковки, округляя их до 0,5 мм, и назначаем допуски:

$$65 + 2 \cdot (2,7 + 0,5 + 0,8) = 73 \text{ мм; принимаем } \varnothing 73_{-1,3}^{+2,7};$$

$$75 + 2 \cdot (3 + 0,5 + 0,8) = 83,6 \text{ мм; принимаем } \varnothing 84_{-1,3}^{+2,7};$$

$$70 - 2 \cdot (2,7 + 0,5 + 0,8) = 62 \text{ мм; принимаем } \varnothing 62_{-1,3}^{+2,7};$$

$$584 + 2 \cdot (3 + 0,5) = 591 \text{ мм; принимаем } \varnothing 591_{-2,1}^{+4,2};$$

$$35 + (2,5 + 0,5) = 38 \text{ мм; принимаем } \varnothing 41_{-1,2}^{+2,4};$$

$$100 + 2 \cdot (2,7 + 0,5) = 106,4 \text{ мм; принимаем } \varnothing 106,5_{-1,5}^{+3,0};$$

Минимальная величина радиусов закругления: $r=3$ мм;

штамповочные уклоны – 7^0 .

Объём заготовки:

Определяем объем припуска

$$V_{\text{прип}} = 3,14 \cdot 10^{-3} / 4 \cdot ((73^2 - 62^2) \cdot 110 + (73^2 - 58^2) \cdot 309 + (73^2 - 65^2) \cdot 30 + 73^2 \cdot 3,5 + (84^2 - 75^2) \cdot 35 + (70^2 - 62^2) \cdot 106,5 + 62^2 \cdot 20 + (96^2 - 62^2) \cdot 6,5) = 1096,7$$

см³.

$$\text{Масса заготовки: } G_3 = 18 + 1096,7 \cdot 7,84 \cdot 10^{-3} = 26,6 \text{ кг.}$$

Коэффициент использования материала:

$$K_{\text{ИМ}} = G_{\text{д}} / G_3, \quad (2.4)$$

$$K_{\text{ИМ}} = 18 / 26,6 = 0,677.$$

Технологическая себестоимость заготовки:

$$S_{\text{T}}^i = \frac{m_{\text{дет}}}{K_{\text{ИМ}}} \cdot [C_{\text{заг}} + C_{\text{с}} \cdot (1 - K_{\text{ИМ}})], \quad (2.5)$$

где $C_{\text{заг}} = 168,1$ руб – стоимость 1 кг стали 40Х,

$C_{\text{с}} = 17$ руб/кг – стоимость срезания 1 кг стружки при механической обработке в среднем по машиностроению.

$$S_{\text{T1}} = \frac{18}{0,677} \cdot [168,1 + 17 \cdot (1 - 0,677)] = 4615,4 \text{ руб.}$$

Изготовление заготовки методом горячей объемной штамповки в закрытом штампе, выполняемом на кривошипных горячештамповочных прессах

Сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

Штамповочное оборудование – КГШП

Масса детали – 18 кг.

Группа стали она соответствует группе М2.

Для $V_{II}/V_{\Phi} = 0,16 \dots 0,32$ принимается степень сложности С3.

По [2, П.1] принимаем степень точности Т4.

Исходный индекс – 15.

Конфигурация поверхности разъёма штампа – плоская.

Заготовку выполняем в виде вала с двумя ступенями, на остальные ступени вала назначаем напуски с целью упрощения формы штампа. В качестве баз выбираем осевую линию вала и торец ступени диаметра 62 мм.

Находим основные припуски на размеры поковки и приводим их в таблице 2.2.

Таблица 2.2– Припуски на размеры поковки

Размер поверхности, мм	Шероховатость поверхности Ra, мкм	Основной припуск, на сторону, мм
Ø 65 js6	1,6	2,3
Ø 75 h8	0,8	2,5
Ø 70 ^{+0,28}	6,3	2,3
584	12,5	2,6
35	2,5	2
100b12	3,2	2,3

Находим дополнительные припуски:

Припуск на смещение поверхности штампов – $T = 0,5$ мм.

Припуск на изогнутость и отклонения от плоскостности и прямолинейности – $T = 0,8$ мм.

Рассчитываем размеры поковки, округляя их до 0,5 мм, и назначаем допуски:

$$65 + 2 \cdot (2,3 + 0,5 + 0,8) = 72,2 \text{ мм; принимаем } \varnothing 72,5_{-1,1}^{+2,1};$$

$$75 + 2 \cdot (2,5 + 0,5 + 0,8) = 82,6 \text{ мм; принимаем } \varnothing 83_{-1,1}^{+2,1};$$

$$70 - 2 \cdot (2,3 + 0,5 + 0,8) = 62,8 \text{ мм; принимаем } \varnothing 63_{-1,1}^{+2,1};$$

$$584 + 2 \cdot (2,6 + 0,5) = 590,2 \text{ мм; принимаем } \varnothing 590,5_{-1,7}^{+3,3};$$

$$35 + (2 + 0,5) = 37,5 \text{ мм; принимаем } \varnothing 37,5_{-1,0}^{+1,8};$$

$$100 + 2 \cdot (2,3 + 0,5) = 105,6 \text{ принимаем } \varnothing 106_{-1,2}^{+2,4};$$

Минимальная величина радиусов закругления: $r=3$ мм;

штамповочные уклоны – 7^0 .

Объём заготовки:

Определяем объем припуска

$$\begin{aligned} V_{\text{прип}} &= 3,14 \cdot 10^{-3} / 4 \cdot ((69,5^2 - 62^2) \cdot 110 + (69,5^2 - 58^2) \cdot 309 + (69,5^2 - 65^2) \cdot 30 + \\ &+ 69,5^2 \cdot 3,5 + (83^2 - 75^2) \cdot 35 + (70^2 - 63^2) \cdot 106 + 63^2 \cdot 20 + (96^2 - 63^2) \cdot 6) = \\ &= 984,5 \text{ см}^3. \end{aligned}$$

$$\text{Масса заготовки: } G_3 = 18 + 984,5 \cdot 7,84 \cdot 10^{-3} = 25,7 \text{ кг.}$$

$$K_{\text{ИМ}} = G_{\text{д}} / G_3 = 18 / 25,7 = 0,7.$$

Технологическая себестоимость заготовки:

$$S_{\text{T}}^i = \frac{m_{\text{дет}}}{K_{\text{ИМ}}} \cdot [C_{\text{заг}} + C_{\text{с}} \cdot (1 - K_{\text{ИМ}})],$$

$$S_{\text{T2}} = \frac{18}{0,7} \cdot [168,1 + 17 \cdot (1 - 0,7)] = 4453,7 \text{ руб.}$$

Получаемый условный годовой экономический эффект

$$\mathcal{E} = (S_{\text{T1}} - S_{\text{T2}}) \cdot N, \tag{2.6}$$

$$\mathcal{E} = (4615,4 - 4453,7) \cdot 500 = 80850 \text{ руб.}$$

2.1.2 Составление технологического маршрута обработки

Порядок технологического процесса (ТП) устанавливаем в зависимости от характера продукции и типа производства (таблица 2.3)

Таблица 2.3 – Технологический маршрут обработки

№ операции	Наименование и содержание операции	Оборудование
1	2	3
005	Фрезерно-центровальная А Установить и закрепить заготовку 1. Фрезеровать торцы в размер 584 ± 2 . 2. Центровать 2 отверстия $\varnothing 6,3$ Б Снять деталь	2Г942.02
010	Токарная с ЧПУ А Установить и закрепить заготовку 1. Точить поверхность в размеры $\varnothing 64$, $\varnothing 58h12$, $\varnothing 66,5$, $\varnothing 76,5$ 2. Точить поверхность в размеры $\varnothing 62h11$, $\varnothing 65,5h9$, $\varnothing 75,5h9$ 3. Точить 2 канавки шириной 5 Б Снять деталь	16K20Ф3С32
015	Горизонтально - расточная А Установить и закрепить заготовку 1. Сверлить 2 отверстия диаметром 10,3 мм глубиной 30^{+2} 2. Сверлить 2 отверстия диаметром 12,6 мм max 3. Нарезать резьбу в 2 отверстиях М12-7Н глубиной 25^{+2} Б Снять деталь	ТК611С/1А
020	Шлицефрезерная А Установить и закрепить заготовку 1. Нарезать шлицы Б Снять деталь	5Б352ПФ2-01
025	Вертикально - фрезерная А Установить и закрепить заготовку 1. Фрезеровать поверхность в размер $104 \pm 0,5$ 2. Фрезеровать отверстие диаметром 67 мм 3. Расточить отверстие диаметром $70^{+0,28}$ мм на проход 4. Фрезеровать фаску $1 \times 45^\circ$	ФС110МФ3

Продолжение таблицы 2.3

	Б Установить и закрепить заготовку 1. Фрезеровать поверхность в размер $101\pm 0,3$ 2. Фрезеровать фаску $1\times 45^\circ$ В Снять деталь	
030	Горизонтально - расточная А Установить и закрепить заготовку 1. Фрезеровать поверхность в размер 65 ± 1 2. Фрезеровать фаску $1\times 45^\circ$ Б Снять деталь	ТК611С/1А
040	Круглошлифовальная А Установить и закрепить заготовку 1. Шлифовать поверхность в размер $\varnothing 65js6, \varnothing 75h8$ Б Снять деталь	3М151Ф2
045	Слесарная	
050	Контрольная	

2.1.3 Выбор технологических баз

При разработке технологического процесса механической обработки перед технологом возникает задача: выбрать из нескольких вариантов один, обеспечивающий наиболее экономичное решение. Современные способы механической обработки и большое разнообразие станков, а также новые методы электрохимической, электроэрозионной и ультразвуковой обработки металлов, получение заготовок методами точного литья, точной штамповки, порошковой металлургии – всё это позволяет создавать различные варианты технологий, обеспечивающие изготовление изделий, полностью отвечающих всем требованиям конструктора.

При составлении технологического процесса учитывается то, что необходимо спроектировать технологический процесс изготовления корпуса.

Для проектируемого технологического процесса:

Операция 005 Фрезерно – центровая.

Заготовка зажимается в призмах с упором в торец и фрезеруются два торца в размер 584 ± 2 , сверлятся два центровочных отверстия и протачивается обечайка, тем самым, подготавливая технологическую базу для других операций (рисунок 2.1).

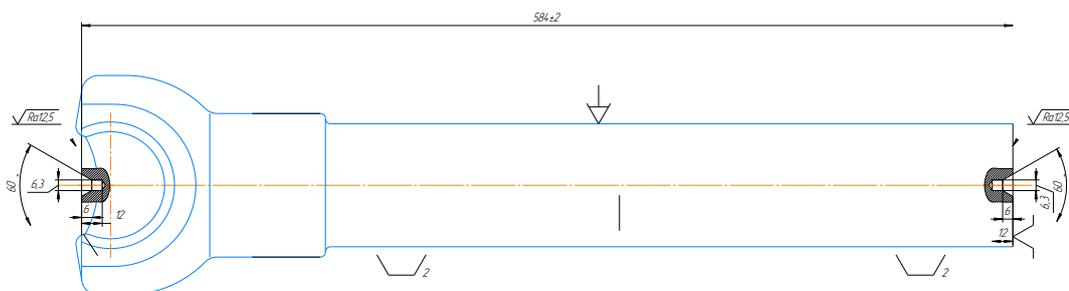


Рисунок 2.1 – Операция 005

Операция 010 Токарная с ЧПУ

Деталь зажимается в поводковом патроне с центром и задним центром. Зажим ведется по диаметру 130 мм и высоте 106 мм, Погрешность базирования по диаметрам $\epsilon_\delta = 0$, а линейным размерам 4 мм. (рисунок 2.2).

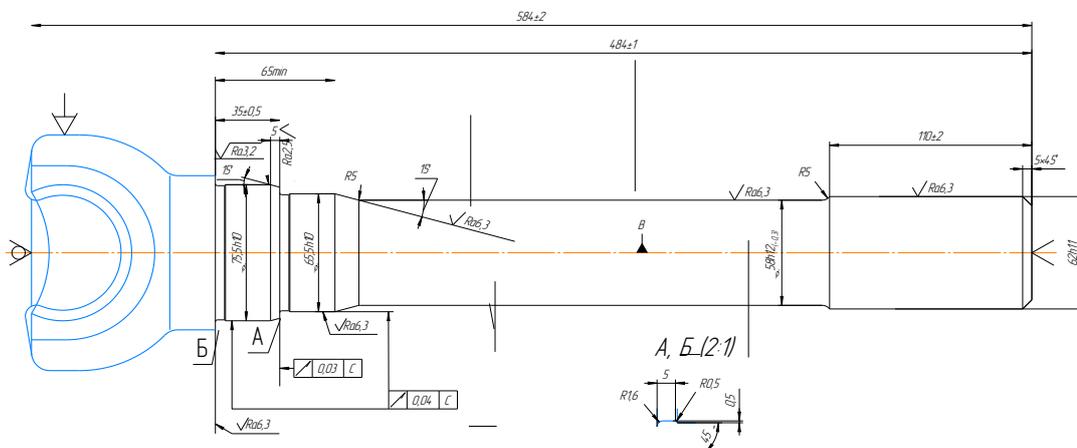


Рисунок 2.2– Операция 010

Операция 015 Горизонтально - расточная

Деталь устанавливается на призму по $\varnothing 62$ и $\varnothing 65$ погрешность базирования $\epsilon_\delta = \delta_D \cdot (1/\sin(\alpha/2) - 1) = 0,19 \cdot (1/\sin(90/2) - 1) = 0,08$ мм (рисунок 2.3).



Рисунок 2.3– Операция 015

Операция 020 Шлицефрезерная

Деталь зажимается в патроне с центром и задним центром. Зажим ведется по диаметру 130 мм и высоте 106 мм. Погрешность базирования по диаметрам $\varepsilon\delta=0$, а линейным размерам 2 мм. (рисунок 2.4).

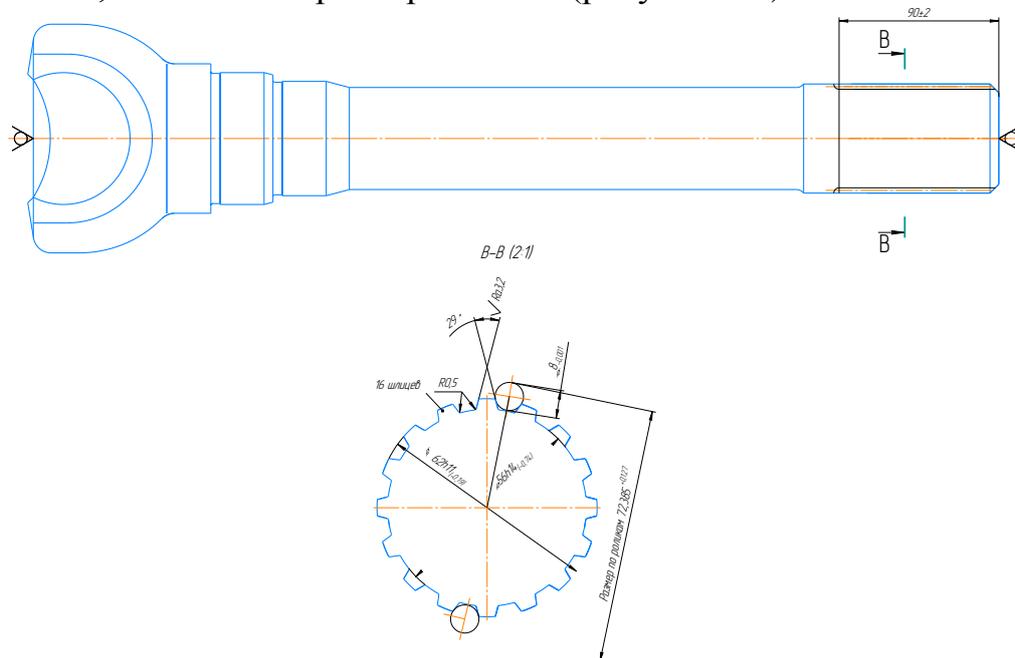
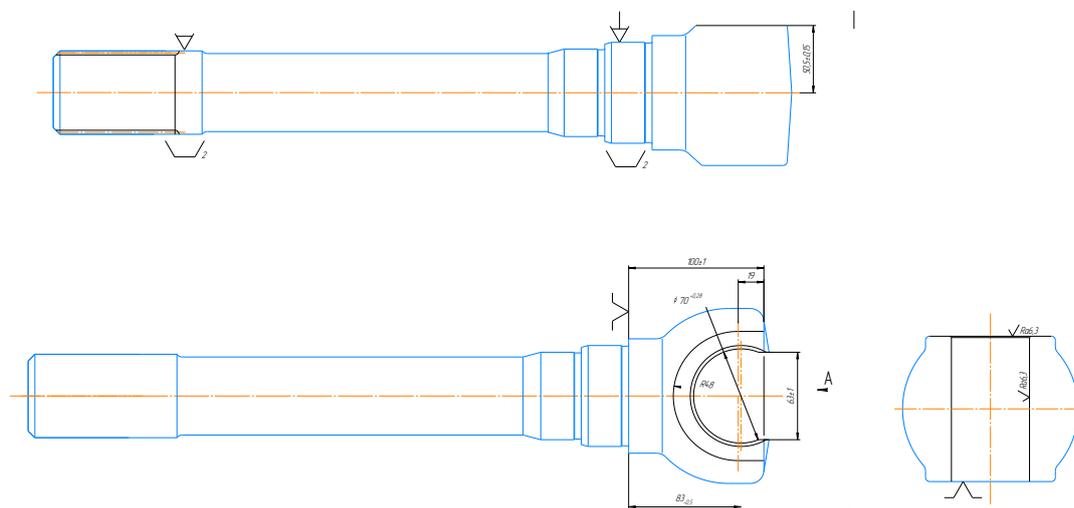


Рисунок 2.4– Операция 020

Операция 025 Вертикально - фрезерная

Деталь устанавливается на призму по $\varnothing 62$ и $\varnothing 75$ погрешность базирования $\varepsilon_\delta = \delta_D \cdot (1/\sin(\alpha/2) - 1) = 0,19 \cdot (1/\sin(90/2) - 1) = 0,08$ мм (рисунок 2.5).

Установ А



Установ Б

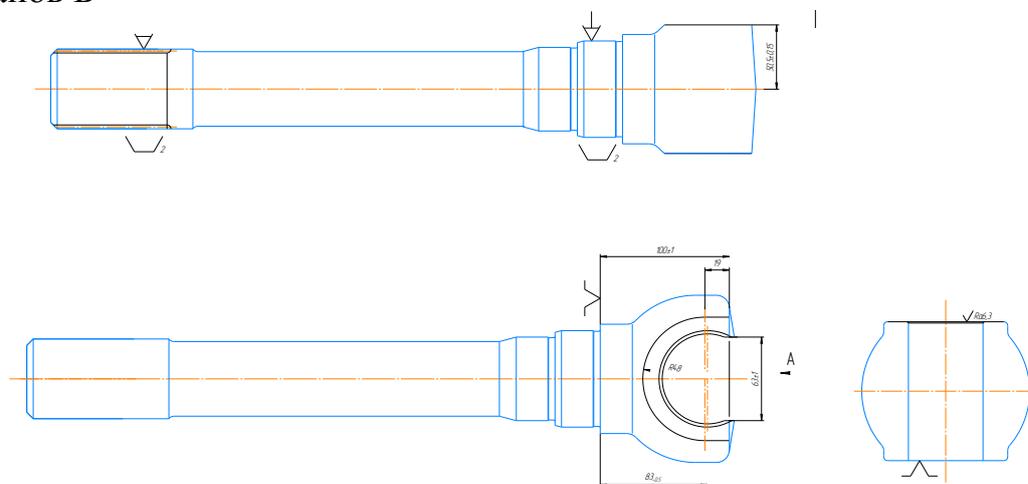


Рисунок 2.5 – Операция 025

Операция 030 Горизонтально-расточная

Деталь устанавливается на призму по $\varnothing 62$ и $\varnothing 75$ погрешность базирования $\varepsilon_{\delta} = \delta_D \cdot (1/\sin(\alpha/2) - 1) = 0,19 \cdot (1/\sin(120/2) - 1) = 0,03$ мм (рисунок 2.6).

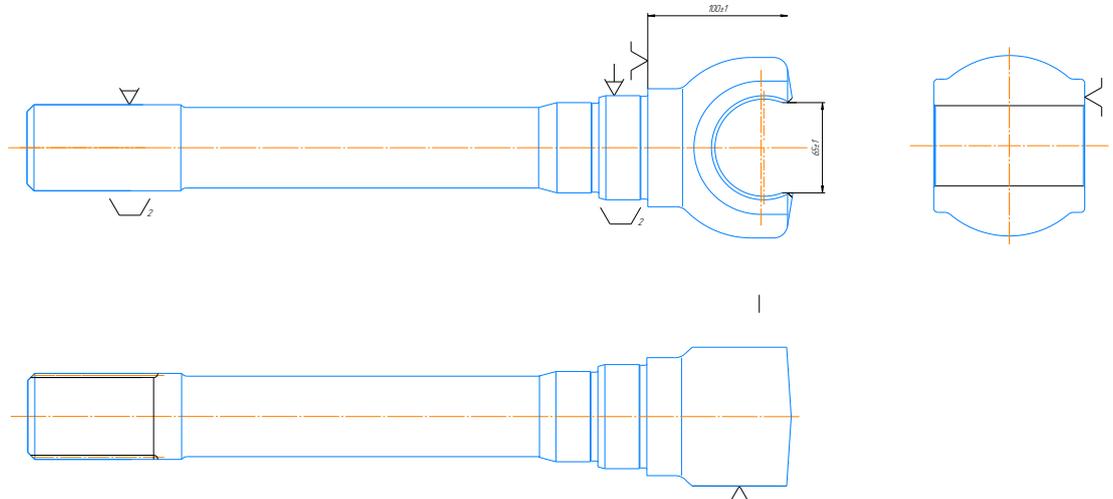


Рисунок 2.6– Операция 030

Операция 035 Круглошлифовальная

Деталь устанавливается в центрах и поводковый патрон, погрешность базирования $\varepsilon_{\delta} = 0$ (рисунок 2.7).



Рисунок 2.7– Операция 035

2.1.4 Выбор средств технологического оснащения

2.1.4.1 Выбор оборудования

Операция 005

Полуавтомат 2Г942.02

Пределы длины обрабатываемых деталей, мм:	100-1000
Пределы диаметров устанавливаемых в тисках деталей, мм:	20-160
Диаметры применяемых центровочных свёрл, мм: Стандартных типа А и R	3,15-10
Стандартных типа В	2-8
Специальных	до 12
Наибольший диаметр сверления, мм	16
Наибольший диаметр фрезерования, мм	160
Наибольший диаметр устанавливаемой фрезы, мм:	160
Наибольший диаметр подрезаемого торца (по стали 45, HB 207), мм	50
Наибольший диаметр подрезаемой кольцевой поверхности (по стали 45, HB207), мм	100/80
Наибольший диаметр обточки шеек, мм	100
Наибольший диаметр растачиваемых отверстий, мм	100
Длина обточек шеек, мм	40
Количество шпинделей	4
Пределы частот вращения шпинделей об/мин	
Сверлильного	159-1588
Фрезерного	130-740
Пределы бесступенчатых передач сверлильного шпинделя, мм/мин	20.. 2000
Пределы бесступенчатых подач фрезерного шпинделя, мм/мин	20.. 2000
Ход панели сверлильного шпинделя, мм	100
Максимальная мощность:	
Фрезерные бабки, кВт	11
Сверлильной бабки, кВт	4
Габаритные размеры, мм:	
Длина	4470
Ширина	1750
Высота	2000

Операции 010

Станки модели 16K20Ф3С32

Наибольший диаметр изделия, устанавливаемого над станиной, мм	500
Наибольший диаметр обрабатываемого изделия над суппортом, мм	220
Наибольшая длина устанавливаемого изделия в центрах, мм	1000
Диаметр цилиндрического отверстия в шпинделе, мм	55
Наибольший ход суппорта поперечный, мм	210
Наибольший ход суппорта продольный, мм	905
Максимальная рекомендуемая скорость рабочей продольной подачи, мм/мин	2000
Максимальная рекомендуемая скорость рабочей поперечной подачи, мм/мин	1000
Количество управляемых координат	2
Количество одновременно управляемых координат	2
Точность позиционирования, мм	0,01
Повторяемость, мм	0,003
Диапазон частот вращения шпинделя, 1/об.	20...2500
Максимальная скорость быстрых продольных перемещений, м/мин	15
Максимальная скорость быстрых поперечных перемещений, м/мин	7,5
Количество позиций инструментальной головки	6
Мощность привода главного движения, кВт	11
Суммарная потребляемая мощность, кВт	21,4
Габаритные размеры станка, мм	3700x2260x1650
Масса станка (без транспортера стружкоудаления), кг	4000

Операция 015, 030

Горизонтально - расточной станок ТК611 С /1А

Размеры рабочей поверхности стола, мм	1320x1010
Грузоподъемность стола, кг	5000
Пределы рабочих подач поворотного стола (ось В), град/мин	1...1080

Максимальный крутящий момент стола (ось В), Н·м	5000
Инструментальный конус (3-50ГОСТ25827*)	2-50 ГОСТ25827 (SK 50)
Диаметр расточного шпинделя, мм	130
Максимальная скорость вращения шпинделя, об/мин	2250
Номинальная мощность привода вращения шпинделя, кВт	28
Максимальный крутящий момент шпинделя, Н·м	1700
Максимальные программируемые перемещения, мм	
- ось X (стол поперечно)	1600
- ось Y (шпиндельная бабка вертикально)	1220
- ось Z (расточной шпиндель)	710
- ось W (стойка продольно)	1000
Пределы рабочих подач , мм/мин	
-оси X,Y,W	1...6000
-оси Z	1...6000
Скорости быстрых перемещений , м/мин	
- оси X,Y,W	6
- оси Z	6
Максимальное усилие подачи, Н	
- ось X	12500
- ось Y	10000
- ось Z	10000
- ось W	15000
Емкость инструментального магазина, шт.	50
Максимальный диаметр инструмента, мм	125
Максимальная длина инструмента, мм	400
Класс точности по ГОСТ 2110	П
Точность позиционирования по осям, мм	0,005
Точность повторяемости позиционирования по осям, мм	0,0025
Подача СОЖ через сопла на шпиндельной бабке, л/мин	100

Подача СОЖ через шпиндель (давление 5МПа), л/мин	20
Габаритные размеры (с приставным оборудованием), мм	5200 x 6500 x 4300
Масса , кг	20000
Расстояние от шпинделя до поверхности стола, мм	5..835
Поперечные перемещения стола, мм	1200
Продольные перемещения стола, мм	1300
Вертикальные перемещения шпиндельной бабки, мм	830
Осевое перемещение шпинделя, мм	550
Мах диаметр расточки, мм	Ø240
Мах диаметр сверления, мм	Ø50
Конус шпинделя	BT50
Рабочий ход радиального суппорта, мм	160
Мах рабочий диаметр инструментальной головки планшайбы, мм	Ø630
Количество подач шпинделя и планшайбы	Бесступенчатое
Диапазон подач планшайбы, мм/мин	0,2..330
Диапазон подач шпинделя, мм/мин	0,5..1000
Ускоренная подача шпинделя, мм/мин	3600
Ускоренная подача планшайбы, мм/мин	1370
Наибольший момент на шпинделе, Нм	1100
Мах осевое усилие подачи шпинделя, Н	13000
Количество скоростей вращения шпинделя	Бесступенчатое
Количество скоростей вращения планшайбы	Бесступенчатое
Диапазон скорости вращения шпинделя, об/мин	12-1100
Диапазон скорости вращения планшайбы, об/мин	4-125
Мощность главного двигателя, кВт	15
Ускоренное перемещение X, Y, Z, мм/мин	5000
Точность позиционирования, мм	X: 0.04 / Y: 0.032 / Z: 0.04
Повторяемость, мм	0.015
Точность позиционирования индексации поворотного стола, град	10"
	(шаг 0.001°),

	контроль 4 осей одновременно
Повторяемость индексации поворотного стола, град	5" (шаг 0.001°), контроль 4 осей одновременно
Габариты: ДхШхВ, мм	5347х3020х2890
Вес, кг	12000

Операция 020

Полуавтомат зубошлицефрезерный 5Б352ПФ2-02

Полуавтомат 5Б352ПФ2-02 оснащен программным контролером и приводами SIEMENS.

Высота центров над станиной, мм	300
Наибольшая длина заготовки, мм	1000, 3000*
Диаметр обрабатываемой поверхности, мм	300
Наибольшая длина нарезаемых шлицев, мм	820, 2500*
Модуль, мм	8, 10*
Точность обработки зубчатых колес по DIN3962, качество	6 - 7
Параллельность боковых поверхностей зубьев между собой и осью изделия, мкм	20
Точность положения профилей любых зубьев по всей окружности, сек	80
Точность положения профилей соседних зубьев, сек	25
Точность направления зуба (для косозубого колеса), мкм	15
Класс точности полуавтомата по ГОСТ 8-82	П
Наибольший угол наклона зубьев, град	45
Наибольший диаметр червячных фрез, мм	160
Наибольшая длина червячных фрез, мм	200
Наибольшее перемещение червячной фрезы (шифтинг), мм	100
Диапазон частоты вращения шпинделя червячной фрезы, мин ⁻¹	50...500

Пределы рабочих осевых подач, мм/мин	1,0...900
Пределы рабочих радиальных подач, мм/мин	1,0...500
Диаметр сквозного отверстия шпинделя изделия, мм	90
Скорость быстрых перемещений салазок, мм/мин	900
Скорость быстрых перемещений стойки, мм/мин	500
Суммарная мощность, кВт	27
Масса, кг	8000
Габаритные размеры, мм (длина x ширина x высота)	3640x2190x1970

Операция 025

Вертикально – фрезерный обрабатывающий центр ФС110МФЗ

Размер стола (Д x Ш), мм	1200x600
Промежуток (мм) x Ширина (мм)	100x18
Количество Т-образных пазов (шт)	5
Наибольшая нагрузка на стол, кг	800
Расстояние от оси шпинделя до направляющих колонны, мм	695
Расстояние от торца шпинделя до поверхности рабочего стола, мм	150~700
Подготовка в э/шкафу под 4ю ось	да
Поворотный стол	опция
Диаметр поворотного стола, мм	200
Класс точности станка	Н

Оси

X/Y/Z Перемещение, мм	1100/620/550
X/Y/Z тип направляющих	качения
X/Y/Z/A Скорость быстрых перемещений, м/мин	36/36/24
Скорость рабочей подачи, мм/мин	1~15000
X/Y/Z/A Наибольший момент на электродвигателях приводов, Н·м	16/16/16
Точность позиционирования, мкм	±4
Повторяемость позиционирования, мкм	±2,5

ШВП диаметр/шаг, мм	40/12
Шпиндельная бабка	
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	25/10
Вращающий момент на шпинделе (до 30 мин), Н·м	135
Вращающий момент на шпинделе (продолжительно), Н·м	57
Диапазон частот вращения шпинделя, об/мин	40~12000
Хвостовик инструмента ВТ	40 x 45 град
Конус шпинделя (7:24)	ISO40
Тип магазина	манипулятор
Емкость магазина инструмента, шт	24
Максимальный диаметр/длина сменного инструмента, мм	ф150(80)/L300
Макс. масса инструмента, кг	8
Время смены инструмента, сек	2,5
Тип разгрузки шпиндельной бабки	пневмогидроцилиндр
Охлаждение шпинделя	холодильник масла
Прочее	
Система ЧПУ	SIEMENS 828D
Система измерения вылета инструмента (опция)	Renishaw TS27R
Система привязки заготовки, измерения детали (опция)	Renishaw OMP
Тип стружкосборника	ленточный
Требуемое давление воздуха, МПа	0,6
Емкость бака СОЖ, л	190
Потребляемая мощность станка, кВА	47,5
Габаритные размеры, мм	3200x2600x2612 3930x2370x2612 с установленным стружкосборником
Масса нетто, кг	7000

Операция 035

Станок круглошлифовальный 3М151Ф2

Наибольший диаметр заготовки, мм	200
Наибольшая длина заготовки, мм	700
Диаметр шлифования с приборами активного контроля, мм	20...85
Диаметр шлифования по датчику, мм	20...180
Наибольшее количество шлифуемых по программе ступеней на заготовке за одну установку	8
Частота вращения шпинделя шлифовальной бабки, об/мин	1590
Скорость резанья шлифовального круга, м/с	50
Наибольшее перемещение шлифовальной бабки по винту, мм	235
Скорость быстрого подвода шлифовальной бабки, мм/мин	930...1700
Рабочие подачи шлифовальной бабки для предварительной обработки, мм/мин	0,2...0,12
Рабочие подачи шлифовальной бабки для окончательной обработки, мм/мин	0,1...0,6
Рабочие подачи шлифовальной бабки доводочные, мм/мин	0,02...0,12
Частота вращения изделия (бесступенчатое регулирование), об/мин	50...500
Число одновременно управляемых координат	3
Класс точности станка по ГОСТ 8-82, (Н,П,В,А,С)	П
Мощность двигателя кВт	11
Габариты станка Длина Ширина Высота (мм)	5400 x 2400 x 2170
Масса станка с электрооборудованием и охлаждением, кг	6500

2.1.4.2 Выбор инструмента и приспособлений

005 Фрезерно-центровальная

Приспособление тиски машинные

Режущий инструмент:

Фреза 100 Т5К10 ГОСТ 22085-76;

Сверло центр 6,3 Р5М6 СТП-1234.

Мерительный инструмент:

Штангенциркуль ШЦ I-630-0,1 ГОСТ 166-89.

Тара 505-178

Очки О ГОСТ 12.4.013-85

010 Токарная с ЧПУ

Патрон 4 кулачковый с центром

Режущий инструмент:

Резец К01.4976.00 - 02PDJNR2525M150, Пластина 13124-150608
DNMM-150608 Т5К10 ТУ РБ 00223728.049-99

Резец К01.4976.00 - 02PDJNR2525M150, Пластина 13124-150608
DNMM-150608 Т15К6 ТУ РБ 00223728.049-99;

Резец 2130-4018 CLCVR 2525M4, Пластина TSC 6 TT7220 Т15К6 ТУ
РБ 00223728.049-99.

Мерительный инструмент:

Штангенциркуль ШЦ I-125-0,1 ГОСТ 166-89;

Шаблон 5;

Шаблон 15°; Шаблон 45°;

Шаблон R5.

Тара 505-178

Очки О ГОСТ 12.4.013-85.

015 Горизонтально - расточная

Приспособление специальное

Режущий инструмент:

Сверло 2301-3569 ГОСТ 10903-77, Оправка конус морзе 2, Оправка конус морзе 4,

Сверло 2301-3569 ГОСТ 10903-77, Оправка конус морзе 2, Оправка конус морзе 4.

Сверло 2301-3587 ГОСТ 10903-77, Оправка конус морзе 2, Оправка конус морзе 4.

Метчик 2621-1513 ГОСТ 3266-81, Патрон для нарезания резьбы

Мерительный инструмент:

Штангенциркуль ШЦ I-125-0,1 ГОСТ 166-89;

Пробка 8221-3053 7Н ГОСТ 17758-72.

Тара 505-178

Очки О ГОСТ 12.4.013-85.

020 Шлицефрезерная

Патрон поводковый

Режущий инструмент: Фреза червячная 100.

Мерительный инструмент:

Штангенциркуль ШЦ I-125-0,1 ГОСТ 166-89;

Шаблон угловой.

Тара 505-178

Очки О ГОСТ 12.4.013-85.

025 Вертикально -фрезерная

Приспособление специальное

Режущий инструмент:

Фреза насадная IF11-45.13A22.050.04, Пластина SE*T12T3 T5K10.

Насадка BT-40-FMB22 патрон MAS403.

Фреза насадная IH31-90.12A22.050.03, Пластина ANKX1207 T5K10.

Насадка BT-40-FMB22 патрон MAS403.

Расточная головка D 05490 300, Пластина TC 16T3 T5K10, Оправка BT340 054 160.

Фреза фасочная WDC 45° MM.32 CO5% 6T N AW FRESA OSAWA,
Оправка BT40-SL32-105;

Мерительный инструмент:

Штангенциркуль ШЦ I-125-0,1 ГОСТ 166-89;

Шаблон 45°;

Калибр пробка 8136-0009 HE ГОСТ 14815-69

Калибр пробка 8136-0009 ПР ГОСТ 14815-69

Тара 505-178

Очки О ГОСТ 12.4.013-85.

030 Горизонтально - расточная

Приспособление специальное

Режущий инструмент:

Фреза 36 -1-A-7-171 ГОСТ 32831-2014, Оправка BT40-SL32-105;

Фреза фасочная WDC 45° MM.32 CO5% 6T N AW FRESA OSAWA,
Оправка BT40-SL32-105;

Мерительный инструмент:

Штангенциркуль ШЦ I-125-0,1 ГОСТ 166-89;

Шаблон 45°;

Тара 505-178

Очки О ГОСТ 12.4.013-85.

035 Круглошлифовальная

Патрон поводковый

Режущий инструмент:

Шлифовальный круг ПП 600×80×305 24А 50-М8 СТ2 6 К Б 35 м/с
ГОСТ 52781-2007

Мерительный инструмент:

Микрометр МК75-1 ГОСТ 6507-90.

Тара 505-178

Очки О ГОСТ 12.4.013-85.

2.1.5 Расчёт припусков на обработку

Расчёт припусков на механическую обработку поверхности $\varnothing 65js6(\pm 0,0095)$.

Выбираем следующие технологические переходы:

Обтачивание черновое,

Обтачивание чистовое,

Шлифование предварительное,

Шлифование чистовое.

Заготовка предварительно не обработана:

Выполняем в соответствии с таблицами точности [29].

Шероховатость поверхности – $Rz = 200$ мкм.

Глубина дефектного слоя – $h = 250$ мкм.

Суммарные отклонения формы и расположения поверхностей:

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{\Sigma k}^2 + \Delta_y^2}, \quad (2.7)$$

где $\Delta_{\Sigma k} = \Delta_k \cdot l$ мкм;

$\Delta_{\Sigma} = 1,5$ – отклонение оси детали от прямолинейности на 1 мм;

$l = 584$ мм – общая длина вала;

$\Delta_y = 0,25 \cdot \sqrt{T^2 + 1}$ – смещение заготовки в результате погрешности центрирования;

$T = 3,2$ мм – допуск на диаметральный размер базы заготовки, которая использовалась при центрировании.

$$\Delta_{\Sigma k} = 1,5 \cdot 584 = 876 \text{ мкм};$$

$$\Delta_y = 0,25 \cdot \sqrt{3,2^2 + 1} = 0,838 \text{ мм} = 838 \text{ мкм};$$

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{876^2 + 838^2} = 1212 \text{ мкм}.$$

Обтачивание получистовое:

Выполняем в соответствии с таблицами точности по 12-му качеству.

Шероховатость поверхности – $Rz = 50$ мкм;

глубина дефектного слоя – $h = 50$ мкм.

Суммарные отклонения формы и расположения поверхностей:

$$\Delta_{\Sigma i} = K_y \cdot \Delta_{\Sigma i-1}, \quad (2.8)$$

где $\Delta_{\Sigma i-1} = 1212$ мкм - суммарные отклонения формы и расположения поверхностей на предыдущем переходе;

$K_y = 0,06$ – коэффициент уточнения.

$$\Delta_{\Sigma i} = 0,06 \cdot 1212 = 73 \text{ мкм.}$$

Обтачивание чистовое:

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

Шероховатость поверхности – $Rz = 25$ мкм;

глубина дефектного слоя – $h = 30$ мкм.

Суммарные отклонения формы и расположения поверхностей:

$$\Delta_{\Sigma i} = K_y \cdot \Delta_{\Sigma i-1},$$

где $\Delta_{\Sigma i} = 73$ мкм; $K_y = 0,05$.

$$\Delta_{\Sigma i} = 0,05 \cdot 73 = 4 \text{ мкм.}$$

Шлифование предварительное:

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

Шероховатость поверхности – $Rz = 1,6$ мкм;

глубина дефектного слоя – $h = 20$ мкм.

Суммарные отклонения формы и расположения поверхностей:

$$\Delta_{\Sigma i} = K_y \cdot \Delta_{\Sigma i-1},$$

где $\Delta_{\Sigma i} = 4$ мкм; $K_y = 0,04$.

$$\Delta_{\Sigma i} = 0,04 \cdot 4 = 0,15 \text{ мкм.}$$

Шлифование чистовое:

Выполняем в соответствии с таблицами точности по 6-му качеству.

Шероховатость поверхности – $Rz = 1,25$ мкм;

глубина дефектного слоя – $h = 10$ мкм.

Результаты приведены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Расчет припусков

Технологический переход обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Допуск TD, мм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мкм	
	Rz	h	Δ_{Σ}	ε		min	max	$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$
Заготовка	200	250	1212	–	3,2	65,601	68,801	–	–
Обтачивание черновое IT12	50	80	73	–	0,460	65,195	65,655	406	3146
Обтачивание чистовое IT10	25	40	4	–	0,190	65,057	65,247	138	408
Шлифование предварительное IT8	1,6	20	0,15	–	0,046	65,13	65,059	44	188
Шлифование чистовое в размер $\text{Ø}65js6$	1,25	10	0	–	0,019	64,9905	65,0095	22,5	49,5

Находим минимальны припуск

$$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot \left[(R_z + h) + \sqrt{\Delta_{\Sigma i}^2 + \varepsilon_i^2} \right], \quad (2.9)$$

$$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot \left[(50 + 80) + \sqrt{73^2 + 0^2} \right] = 406 \text{ мкм} \quad - \quad \text{для обтачивания}$$

чернового,

$$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot \left[(25 + 40) + \sqrt{4^2 + 0^2} \right] = 138 \text{ мкм} \quad - \quad \text{для обтачивания}$$

чистового,

$$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot \left[(1,6 + 20) + \sqrt{0,15^2 + 0^2} \right] = 44 \text{ мкм} \quad - \quad \text{для шлифования}$$

предварительного

$$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot \left[(1,25 + 10) + \sqrt{0^2 + 0^2} \right] = 22,5 \text{ мкм} \quad - \quad \text{для шлифования}$$

чистового.

За расчетный размер принимаем минимальный предельный размер обрабатываемой поверхности: $64,9905 + 0,019 = 65,0095$ мм. Определяем минимальный предельный размер для каждого перехода:

$$d_{\min-i} = d_{\min i} + 2 \cdot Z_{\min i}, \quad (2.10)$$

$d_{\min}=64,9905 + 0,0225 = 65,013$ мм – минимальный предельный размер для шлифования предварительного.

$d_{\min}=65,013 + 0,044 = 65,057$ мм – минимальный предельный размер для обтачивания чистового.

$d_{\min}=65,057 + 0,138 = 65,195$ мм – минимальный предельный размер для обтачивания чернового.

$d_{\min}=65,195 + 0,406 = 65,601$ мм – минимальный предельный размер для заготовки.

Определяем максимальный предельный размер для каждого перехода:

$$d_{\max-i} = d_{i \min i} + Td_{i-1}, \quad (2.11)$$

$d_{\max}=65,013 + 0,046 = 65,059$ мм – максимальный предельный размер для шлифования предварительного.

$d_{\max}=65,059 + 0,19 = 65,247$ мм – максимальный предельный размер для обтачивания чистового.

$d_{\max}=65,195 + 0,46 = 65,655$ – максимальный предельный размер для обтачивания чернового;

$d_{\max}=65,601 + 3,2 = 68,801$ мм – максимальный предельный размер для заготовки;

Определяем предельные значения припусков:

Для шлифования чистового:

$$2 \cdot Z_{\min} = 65,013 - 64,9905 = 0,0225 \text{ мм};$$

$$2 \cdot Z_{\max} = 65,059 - 65,0095 = 0,0495 \text{ мм}.$$

Для шлифования предварительного:

$$2 \cdot Z_{\min} = 65,057 - 65,013 = 0,044 \text{ мм};$$

$$2 \cdot Z_{\max} = 65,247 - 65,059 = 0,188 \text{ мм}.$$

Для обтачивания чистового:

$$2 \cdot Z_{\min} = 65,195 - 65,057 = 0,138 \text{ мм};$$

$$2 \cdot Z_{\max} = 65,655 - 65,247 = 0,408 \text{ мм}.$$

Для обтачивания чернового:

$$2 \cdot Z_{\min} = 65,601 - 65,195 = 0,406 \text{ мм};$$

$$2 \cdot Z_{\max} = 68,801 - 65,655 = 3,146 \text{ мм}.$$

Определяем общий минимальный и максимальный припуски:

$$2 \cdot Z_{\min \text{ общ}} = 0,0225 + 0,044 + 0,138 + 0,406 = 0,6105 \text{ мм};$$

$$2 \cdot Z_{\max \text{ общ}} = 0,0495 + 0,188 + 0,408 + 3,146 = 3,7915 \text{ мм}.$$

Проверка правильности расчета:

$$2 \cdot Z_{\max \text{ общ}} - 2 \cdot Z_{\min \text{ общ}} = Td_3 - Td_D;$$

$$3,7915 - 0,6105 = 3,2 - 0,019$$

$$3,181 = 3,181 \text{ условие выполняется.}$$

2.1.6 Расчет режимов резания

Используемая литература для расчетов [12].

Операция 005: Фрезерно – центровая

Фрезерно – центровальный станок модели 2Г942.02.

1.1: Фрезеровать торцы в размер 584 ± 1 .

Инструмент: фреза 2210 - 0085 ГОСТ 17026-71, $D=100$, $z=8$.

Материал режущей части Т15К6

1 Глубина фрезерования: $t = 3$ мм;

Ширина фрезерования: $B = 73$ мм;

Диаметр фрезы: $D = 100$ мм.

2 Подача на один зуб фрезы: $S_z = 0,08$ мм/зуб.

3. Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^g}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v, \quad (2.12)$$

где K_v – поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv}, \quad (2.13)$$

где K_{mv} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

K_{nv} – коэффициент, учитывающий состояние поверхностного слоя;

K_{iv} – коэффициент, учитывающий материал инструмента.

$$K_{mv} = (750 / \sigma_b)^{nv}, \quad (2.14)$$

где σ_b – временное сопротивление;

nv – показатель степени при обработке.

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

$T = 240$ мин. - период стойкости инструмента;

Принимаем $n_v = 1,0$, $K_{nv} = 0,8$, $K_{iv} = 1,0$.

$$K_{mv} = (750 / 950)^1 = 0,79.$$

$$K_v = 0,79 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 0,63.$$

$$V = \frac{332 \cdot 100^{0,2}}{240^{0,2} \cdot 3^{0,1} \cdot 0,08^{0,4} \cdot 73^{0,2} \cdot 8^0} \cdot 0,63 = 184 \text{ м/мин};$$

$$n_{\text{фр}} = 1000 \cdot V / (\pi \cdot D) = 1000 \cdot 184 / (3,14 \cdot 100) = 586 \text{ об/мин};$$

Принимаем $n_{\text{ст}} = 630$ об/мин.

$$V_{\text{факт}} = \pi \cdot d \cdot n_{\text{ст}} / 1000 = 3,14 \cdot 100 \cdot 630 / 1000 = 198 \text{ м/мин}.$$

4 Сила резания

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^\omega} \cdot K_{mp}, \quad (2.15)$$

Принимаем по табл.41 $C_p = 825$; $q = 1,3$; $x = 1,0$; $y = 0,75$; $u = 1,1$;

$w = 0,75$;

$z = 8$ – число зубьев фрезы.

$$K_{MP} = (\sigma_B / 750)^{n_V}, \quad (2.16)$$

где $n_V=1$

$$K_{MP} = (950 / 750)^{0,75} = 1,19.$$

$$P_Z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 3^1 \cdot 0,08^{0,75} \cdot 73^{1,0} \cdot 8}{100^{1,3} \cdot 630^{0,2}} \cdot 1,19 = 2738 \text{ Н.}$$

5 Крутящий момент

$$M_{KP} = P_Z \cdot D / 2000, \quad (2.17)$$

$$M_{KP} = 2768 \cdot 100 / 2000 = 137 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

6 Мощность резания

$$N_e = \frac{P_Z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \quad (2.18)$$

$$N_e = \frac{2738 \cdot 198}{1020 \cdot 60} = 3,6 \text{ кВт.}$$

Проверка на достаточность привода станка: $N_{рез} \leq N_{шп}$,

$$N_{шп} = N_{ст} \cdot \eta, \quad (2.19)$$

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

$N_{ст}$ – паспортная мощность станка;

η – КПД;

$$N_{ст} = 7,5 \text{ кВт, } \eta = 0,8.$$

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

$$3,6 < 6.$$

7 Подача на оборот фрезы:

$$S = S_z \cdot z, \quad (2.20)$$

$$S = 0,08 \cdot 8 = 0,64 \text{ мм/об.}$$

8 Минутная подача:

$$S_M = S_z \cdot z \cdot n_{ст}, \quad (2.21)$$

$$S_M = 0,08 \cdot 8 \cdot 630 = 403 \text{ мм/мин.}$$

9 Основное время:

$$t_0 = i \cdot L_{px} / S_M, \quad (2.22)$$

$$L_{px} = L_{рез} + L_{вр} + L_{пер}, \quad (2.23)$$

где $L_{рез}$ – длина резания;

$L_{вр} + L_{пер}$ – длина врезания и перебега;

$$L_{вр} + L_{пер} = 34 \text{ мм.}$$

$$L_{px} = 70 + 34 = 104 \text{ мм.}$$

$$t_0 = 1 \cdot 104 / 403 = 0,26 \text{ мин.}$$

1.2. Центровать отверстие $\varnothing 6,3$.

Сверло $\varnothing 6,3$

Материал режущей части Р6М5

1 Глубина сверления: $t = 3,15 \text{ мм.}$

2 Подача: $S = 0,19 \dots 0,26 \text{ мм/об.}$

Принимаем $S = 0,2 \text{ мм/об.}$

3 Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^g}{T^m S^y} \cdot K_v, \quad (2.24)$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{iv}, \quad (2.25)$$

где K_{lv} – коэффициент, учитывающий глубину сверления;

$$K_{mv} = (\sigma_b / 750)^{nv},$$

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

$$T = 25 \text{ мин. - период стойкости инструмента;}$$

Принимаем $n_v = 0,9$, $K_{lv} = 1$, $K_{iv} = 1,0$.

$$K_{mv} = (750 / 650)^{0,9} = 1,14.$$

$$K_v = 1,14 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,14.$$

$$V = \frac{98 \cdot 6,3^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,2^{0,4}} \cdot 1,14 = 27 \text{ м/мин;}$$

Частота вращения шпинделя:

$$n_{фр} = 1000 \cdot V / (\pi \cdot D) = 1000 \cdot 27 / (3,14 \cdot 6,3) = 1382 \text{ об/мин;}$$

Принимаем $n_{ст}=1000$ об/мин.

$$V_{факт}=\pi \cdot d \cdot n_{ст}/1000=3,14 \cdot 6,3 \cdot 1000/1000=19,8 \text{ м/мин.}$$

5 Крутящий момент и осевая сила

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (2.26)$$

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p,$$

где K_p – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки.

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 6,3^2 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 0,75 = 2,83 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 6,3^1 \cdot 0,2^{0,7} \cdot 0,75 = 1041 \text{ Н.}$$

6 Мощность резания

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750}, \quad (2.27)$$

$$N_e = \frac{2,8 \cdot 1000}{9750} = 0,29 \text{ кВт.}$$

$$N_{рез} \leq N_{шп},$$

$$N_{шп} = 6 \text{ кВт} > N_e = 0,29 \text{ кВт.}$$

7 Минутная подача:

$$S_M = S \cdot n_{ст} = 0,2 \cdot 1000 = 200 \text{ мм/мин.}$$

8 Основное время:

$$t_0 = i \cdot L_{рх} / S_M,$$

$$L_{рх} = L_{рез} + L_{вр} + L_{пер},$$

$$L_{вр} + L_{пер} = 5 \text{ мм.}$$

$$L_{рх} = 10 + 5 = 15 \text{ мм.}$$

$$t_0 = 1 \cdot 15 / 200 = 0,08 \text{ мин.}$$

$$t_{0\text{общ.}} = t_{01} + t_{02} = 0,26 + 0,08 = 0,34 \text{ мин.}$$

Операция 010: Токарная с ЧПУ

Токарно – винторезный станок модели 16К30Ф3

2.1 Точить поверхность в размеры $\varnothing 64$, $\varnothing 60$, $\varnothing 67$, $\varnothing 77$

Инструмент: Резец 2103 - 0053 ГОСТ 18879-73

Материал режущей части Т5К10

1 Глубина точения: $t = 2,5$ мм;

2 Подача: $S = 0,6$ мм/об.

3. Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (2.28)$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv}, \quad (2.29)$$

$$K_{mv} = (750 / \sigma_b)^{nv},$$

$$C_v = 340; \quad x = 0,15; \quad y = 0,45; \quad m = 0,2;$$

$$T = 45 \text{ мин.}$$

$$\text{Принимаем } n_v = 1,0, \quad K_{nv} = 0,8, \quad K_{iv} = 0,65.$$

$$K_{mv} = (750 / 950)^1 = 0,79.$$

$$K_v = 0,79 \cdot 0,65 \cdot 0,8 = 0,4.$$

$$V = \frac{340}{45^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,6^{0,45}} \cdot 0,4 = 72 \text{ м/мин};$$

$$n_{\text{фр}} = 1000 \cdot V / (\pi \cdot D) = 1000 \cdot 72 / (3,14 \cdot 77) = 296 \text{ об/мин};$$

$$\text{Принимаем } n_{\text{ст}} = 315 \text{ об/мин.}$$

$$V_{\text{факт}} = \pi \cdot d \cdot n_{\text{ст}} / 1000 = 3,14 \cdot 77 \cdot 315 / 1000 = 76,2 \text{ м/мин.}$$

4 Сила резания

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot K_p, \quad (2.30)$$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\text{фр}} \cdot K_{\text{гр}} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\text{гр}}, \quad (2.31)$$

где K_{mp} – коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала;

$K_{\text{гр}}$, $K_{\lambda p}$, $K_{\text{гр}}$ – коэффициент, учитывающие влияние геометрических параметров режущей части инструмента

$$K_{mp} = (\sigma_b / 750)^n$$

$$n = 0,75.$$

$$K_{MP} = (950 / 750)^{0,75} = 1,19.$$

$$K_p = 1,19 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,17.$$

$$P_o = 10 \cdot 300 \cdot 2,5^1 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 76,2^{-1,5} \cdot 1,17 = 3120 \text{ Н.}$$

5 Мощность резания

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60},$$

$$N_e = \frac{3120 \cdot 76,2}{1020 \cdot 60} = 3,9 \text{ кВт.}$$

$$N_{шт} = N_{ст} \cdot \eta,$$

$$N_{ст} = 22 \text{ кВт, } \eta = 0,8.$$

$$N_{шт} = 22 \cdot 0,8 = 17,6 \text{ кВт.}$$

$$3,9 \text{ кВт} < 17,6 \text{ кВт.}$$

6 Минутная подача:

$$S_M = S_{нст} = 0,6 \cdot 315 = 189 \text{ мм/мин.}$$

7 Основное время:

$$t_0 = i \cdot L_{рх} / S_M,$$

$$L_{рх} = L_{рез} + L_{вр} + L_{пер},$$

$$L_{вр} + L_{пер} = 5 \text{ мм.}$$

$$L_{рх} = 484 + 5 = 489 \text{ мм.}$$

$$t_0 = 2 \cdot 489 / 189 = 5,17 \text{ мин.}$$

2.2 Точить поверхность в размеры $\phi 62h11$, $\phi 58h12$, $\phi 65,5$, $\phi 75,5$

Инструмент: Резец 2103 - 0053 ГОСТ 18879-73

Материал режущей части Т15К6

1 Глубина точения: $t = 1 \text{ мм}$;

2 Подача: $S = 0,2 \text{ мм/об}$.

Расчет аналогичен операции 010 п.1. Результаты расчета приведены в таблице 2.5.

2.3 Точить канавку в размеры $\phi 64h14$, $\phi 74h14$ шириной 5Н14

Инструмент: Резец 2412-0146 ГОСТ 23476-78

Материал режущей части Т15К6

1 Глубина фрезерования: $t = 5$ мм;

2 Подача: $S = 0,2$ мм/об.

Расчет аналогичен операции 010 п.1. Результаты расчета приведены в таблице 2.5.

Операция 015: Горизонтально - расточная

Радиально – сверлильный станок модели ИЗТС ИС 1250 ПМФ4

3.1 Сверлить отверстие $\varnothing 10,3$ на глубину 30^{+2}

Инструмент: Сверло 2301-3569 ГОСТ 10903-77

Материал режущей части Р5М6

1 Глубина фрезерования: $t = 5,15$ мм;

2 Подача: $S = 0,3$ мм/об.

Расчет аналогичен операции 005 п.1.2. Результаты расчета приведены в таблице 2.5.

3.2 Сверлить отверстие $\varnothing 12,6$ max

Инструмент: Сверло 2301-3593 ГОСТ 10903-77

Материал режущей части Р5М6

1 Глубина фрезерования: $t = 1,15$ мм;

2 Подача: $S = 0,3$ мм/об.

Расчет аналогичен операции 005 п.1.2. Результаты расчета приведены в таблице 2.5.

3.3 Нарезать резьбу М12 на глубину 25^{+1}

Инструмент: Метчик 2621-2593 ГОСТ 3266-81

Материал режущей части Р6М5

1 Глубина фрезерования: $t = 0,88$ мм;

2 Подача на один зуб фрезы: $S = 1,75$ мм/зуб.

3. Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (2.32)$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{NV} \cdot K_{IV}, \quad (2.33)$$

$$K_{MP} = (750 / \sigma_B)^{n_V},$$

$$C_V = 244; x = 0,23; y = 0,3; m = 0,2; T = 45 \text{ мин.}$$

Принимаем $n_V=1,0$, $K_{NV}=0,75$, $K_{IV}=1,0$.

$$K_{MV} = (750 / 950)^1 = 0,79.$$

$$K_V = 0,79 \cdot 0,75 \cdot 1,0 = 0,59.$$

$$V = \frac{244}{45^{0,2} \cdot 1,75^{0,3}} \cdot 0,59 = 59,5 \text{ м/мин.}$$

$$n_{\text{фр}} = 1000 \cdot V / (\pi \cdot D) = 1000 \cdot 59,5 / (3,14 \cdot 12) = 1579 \text{ об/мин;}$$

Принимаем $n_{\text{ст}}=315$ об/мин.

$$V_{\text{факт}} = \pi \cdot d \cdot n_{\text{ст}} / 1000 = 3,14 \cdot 12 \cdot 315 / 1000 = 11,9 \text{ м/мин.}$$

4 Крутящий момент

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot C_M \cdot D^a \cdot P^y \cdot K_p, \quad (2.34)$$

$$M_o = 10 \cdot 0,027 \cdot 12^{1,4} \cdot 1,75^{1,5} \cdot 1,17 = 14,6 \text{ Н.}$$

5 Мощность резания

$$N_e = \frac{M \cdot n}{9750},$$

$$N_e = \frac{14,6 \cdot 315}{9750} = 0,47 \text{ кВт.}$$

$$0,47 \text{ кВт} < 19,6 \text{ кВт.}$$

6 Минутная подача:

$$S_M = S \cdot n_{\text{ст}} = 1,75 \cdot 315 = 551 \text{ мм/мин.}$$

7 Основное время:

$$t_0 = i \cdot L_{\text{рх}} / S_M,$$

$$L_{\text{рх}} = L_{\text{рез}} + L_{\text{вр}} + L_{\text{пер}},$$

$$L_{\text{вр}} + L_{\text{пер}} = 5 \text{ мм.}$$

$$L_{\text{рх}} = 25 + 5 = 30 \text{ мм.}$$

$$t_0 = 2 \cdot 30 / 551 = 0,11 \text{ мин.}$$

Операция 020: Шлицефрезерная

Шлицефрезерный станок модели 5Б352ПФ2-01

4.1 Фрезеровать шлицы

Инструмент: Фреза червячная специальная диаметром 100 мм, $z=12$.

Материал режущей части ВК6

1 Глубина фрезерования: $t = 3$ мм;

Ширина фрезерования: $B = 13$ мм;

Диаметр фрезы: $D = 100$ мм.

2 Подача на один зуб фрезы: $S_z = 0,1$ мм/зуб.

Расчет аналогичен операции 005 п 1.1. Результаты расчета приведены в таблице 2.5.

Операция 025: Вертикально - фрезерная

Вертикально – фрезерный обрабатывающий центр ФС110МФ3

Установ А

5.1 Фрезеровать поверхность в размер $104 \pm 0,5$

Инструмент: Фреза насадная IF11-45.13A22.050.04, Пластина SE*T12T3 T5K10.

1 Глубина фрезерования: $t = 3$ мм;

Ширина фрезерования: $B = 15$ мм;

Диаметр фрезы: $D = 50$ мм.

2 Подача на один зуб фрезы: $S_z = 0,15$ мм/зуб.

Расчет аналогичен операции 005 п 1.1. Результаты расчета приведены в таблице 2.5.

5.2 Фрезеровать отверстие диаметром 67 мм

Инструмент: Фреза насадная IN31-90.12A22.050.03, Пластина ANKX1207 T5K10

1 Глубина фрезерования: $t = 2$ мм;

Ширина фрезерования: $B = 15$ мм;

Диаметр фрезы: $D = 50$ мм.

2 Подача на один зуб фрезы: $S_z = 0,08$ мм/зуб.

Расчет аналогичен операции 005 п 1.1. Результаты расчета приведены в таблице 2.5.

5.3 Расточить отверстие диаметром 70 мм на проход

Инструмент: Расточная головка D 05490 300, Пластина ТС 16Т3 Т5К10

1 Глубина точения: $t = 1,5$ мм;

2 Подача: $S = 0,6$ мм/об.

Расчет аналогичен операции 010 п 2.1. Результаты расчета приведены в таблице 2.5.

5.4 Фрезеровать фаску $1 \times 45^\circ$

Инструмент: Фреза насадная IF11-45.13A22.050.04, Пластина SE*T12Т3 Т5К10.

1 Глубина фрезерования: $t = 1$ мм;

Ширина фрезерования: $B = 1$ мм;

Диаметр фрезы: $D = 50$ мм.

2 Подача на один зуб фрезы: $S_z = 0,1$ мм/зуб.

Расчет аналогичен операции 005 п 1.1. Результаты расчета приведены в таблице 2.5.

Установ Б

5.5 Фрезеровать поверхность в размер $104 \pm 0,5$

Инструмент: Фреза насадная IF11-45.13A22.050.04, Пластина SE*T12Т3 Т5К10.

1 Глубина фрезерования: $t = 3$ мм;

Ширина фрезерования: $B = 15$ мм;

Диаметр фрезы: $D = 50$ мм.

2 Подача на один зуб фрезы: $S_z = 0,15$ мм/зуб.

Расчет аналогичен операции 005 п 1.1. Результаты расчета приведены в таблице 2.5.

5.6 Фрезеровать фаску $1 \times 45^\circ$

Инструмент: Фреза насадная IF11-45.13A22.050.04, Пластина SE*T12T3 T5K10.

1 Глубина фрезерования: $t = 1$ мм;

Ширина фрезерования: $B = 1$ мм;

Диаметр фрезы: $D = 50$ мм.

2 Подача на один зуб фрезы: $S_z = 0,1$ мм/зуб.

Расчет аналогичен операции 005 п 1.1. Результаты расчета приведены в таблице 2.5.

Операция 030: Горизонтально - расточная

Горизонтально - расточной станок ИЗТС ИС125ПМФ4

6.1 Фрезеровать поверхность в размер 65 ± 1

Инструмент: Фреза 36 -1-A-7-171 ГОСТ 32831-2014, Оправка BT50-SL32-105;

1 Глубина фрезерования: $t = 1$ мм;

Ширина фрезерования: $B = 1$ мм;

Диаметр фрезы: $D = 36$ мм.

2 Подача на один зуб фрезы: $S_z = 0,1$ мм/зуб.

Расчет аналогичен операции 005 п 1.1. Результаты расчета приведены в таблице 2.5.

6.2 Фрезеровать фаску $1 \times 45^\circ$

Инструмент: Фреза фасочная WDC 45° MM.32 CO5% 6T N AW FRESA OSAWA

1 Глубина фрезерования: $t = 1$ мм;

Ширина фрезерования: $B = 1$ мм;

Диаметр фрезы: $D = 32$ мм.

2 Подача на один зуб фрезы: $S_z = 0,1$ мм/зуб.

Расчет аналогичен операции 005 п 1.1. Результаты расчета приведены в таблице 2.5.

Операция 035: Круглошлифовальная

Шлифовальный станок модели 3M151Ф2

7.1 Шлифовать поверхность в размер $\phi 65js6, \phi 75h8$

Инструмент: Шлифовальный круг ПП 600×80×305

Для круглого внутри шлифования на станках общего применения.

Предварительное и окончательное шлифование имеет следующие параметры:

Скорость круга $v_k=30$ м/с;

Скорость заготовки

предварительно $v_3=40$ м/с;

окончательное $v_3=30$ м/с;

Глубина шлифования

предварительное $t=0,015$ мм;

окончательное $t=0,01$ мм;

Радиальная подача

предварительное $s_p=0,005$ мм/об;

окончательное $s_p=0,003$ мм/об.

Определяем мощность

При шлифовании периферией круга с продольной подачей

$$N = C_N \cdot v_k^r \cdot s_p^y \cdot d^q \cdot b^z,$$

(2.35)

где s_p – радиальная подача;

d – диаметр шлифования;

b – ширина шлифования.

C_N, r, y, q, z – коэффициент и показатели степени.

Принимаем по табл.56 $C_N=0,14; r=0,8; y=0,8; q=0,2; z=1$.

$$N = 0,14 \cdot 40^{0,8} \cdot 0,005^{0,8} \cdot 75^{0,3} \cdot 30^1 = 1,4 \text{ кВт.}$$

$$N = 0,14 \cdot 30^{0,8} \cdot 0,003^{0,8} \cdot 75^{0,3} \cdot 30^1 = 0,22 \text{ кВт.}$$

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{ст}} \cdot \eta,$$

$$N_{\text{ст}} = 4 \text{ кВт, } \eta = 0,7.$$

$$N_{\text{шт}} = 4 \cdot 0,7 = 2,8 \text{ кВт.}$$

Условие выполнено.

$$t_o = \frac{h}{n_3 \cdot s_p} \cdot K, \quad (2.36)$$

где h – припуск на сторону;

$K = 1,4$ – при чистовом шлифовании, $K = 1,1$ – при предварительном шлифовании.

$$n_3 = 1000 \cdot V_3 / (\pi \cdot d) = 1000 \cdot 40 / (3,14 \cdot 75) = 170 \text{ об/мин.}$$

$$n_3 = 1000 \cdot V_3 / (\pi \cdot d) = 1000 \cdot 30 / (3,14 \cdot 75) = 125 \text{ об/мин.}$$

$$t_{o1} = \frac{0,2}{170 \cdot 0,005} \cdot 1,1 = 0,26 \text{ мин.}$$

$$t_{o2} = \frac{0,05}{125 \cdot 0,003} \cdot 1,4 = 0,19 \text{ мин.}$$

$$t_0 = 0,26 + 0,19 = 0,45 \text{ мин.}$$

Режимы резанья приведены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Результаты расчета режимов резанья

Номер операции и перехода	i	t , мм	$S/S_{\text{зуб}}$ мм/мин (мм/зуб)	V , м/мин	n , об/мин	P , Н	Мкр, Н·м	N , кВт	t_o , мин	
005	1	1	3	0,64/0,08	198	630	2738	137	3,6	0,26
	2	1	3,15	0,2	19,8	1000	1041	2,83	0,29	0,08
010	1	2	2,5	0,6	76,2	315	3120	-	3,9	3,06
	2	1	1	0,2	189,7	800	478	-	1,5	6,11
	3	2	5	0,2	59,3	250	2843	-	2,8	0,22
015	1	2	5,15	0,3	13	500	1822	6,8	0,4	0,45
	2	2	1,15	0,3	16	500	1628	4,6	0,3	0,02
	3	2	0,88	1,75	11,9	315	-	14,6	0,94	0,12
020	1	1	3	1,2/0,1	40	100	1167	44,4	1,8	8,26
025 Уста нов А	1	1	3	0,6/0,15	125,6	800	1820	45,5	1,5	0,74
	2	3	2	0,96/0,08	99	630	1999	50	1,63	3,55
	3	1	1,5	0,25	110	500	1173	-	2,1	0,84
	4	1	1	0,4/0,1	99	500	285	7,1	0,2	1,01
Уста нов Б	1	1	3	0,6/0,15	125,6	800	1820	45,5	1,5	0,74
	2	1	1	0,8/0,2	99	630	48	1,2	0,1	0,94

Продолжение таблицы 2.5

030	1	2	1	0,4 (0,1)	50,2	500	22,3	0,4	0,01	1,06
	2	2	1	0,4 (0,1)	50,2	500	22,3	0,4	0,01	1,06
Номер операции и перехода		t, мм	S м/мин	V _к , м/с	V _з , м/с	n _з , об/мин	N, кВт	t _о , мин		
035	1	0,01 5	0,005	30	40	170	1,4	0,26		
	2	0,01	0,003		30				125	0,22

2.1.7 Нормирование технологического процесса

Норма времени:

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п-з}}}{n}, \quad (2.37)$$

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

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

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

Для станков с ЧПУ:

$$T_{\text{шт}} = (T_{\text{ца}} + T_{\text{в}} \cdot K_{\text{цв}}) \cdot \left(1 + \frac{A_{\text{обс}} + A_{\text{отд}}}{100} \right), \quad (2.38)$$

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

где $T_{\text{о}}$ - основное время на обработку одной детали, мин;

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

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

$K_{\text{цв}}$ - поправочный коэффициент вспомогательного времени;

$A_{\text{ОБС}}$ - время на обслуживание рабочего места, %;

$A_{\text{ОТД}}$ - время на отдых и личные надобности, %.

$$T_{\text{В}} = T_{\text{УСТ}} + T_{\text{ОПЕР}} + T_{\text{ИЗМ}}, \quad (2.39)$$

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

$T_{\text{ОПЕР}}$ - время, связанное с операцией, мин;

$T_{\text{ИЗМ}}$ - время на измерение, мин.

$$T_{\text{П-З}} = T_{\text{П-З1}} + T_{\text{П-З2}} + T_{\text{П-ЗОБР}}, \quad (2.40)$$

где $T_{\text{П-З1}}$ - время на организационную подготовку, мин;

$T_{\text{П-З2}}$ - время на наладку станка, мин;

$T_{\text{П-ЗОБР}}$ - нормы времени на пробную обработку, мин.

Для универсальных станков:

$$T_{\text{ШТ}} = (T_{\text{О}} + T_{\text{В}} \cdot K_{\text{ТВ}}) \cdot \left(1 + \frac{A_{\text{ОБС}} + A_{\text{ОТД}}}{100} \right), \quad (2.41)$$

где $T_{\text{О}}$ - основное время на обработку одной детали, мин;

$T_{\text{В}}$ - вспомогательное время, мин;

$K_{\text{ТВ}}$ - поправочный коэффициент вспомогательного времени;

$A_{\text{ОБС}}$ - время на обслуживание рабочего места, %;

$A_{\text{ОТД}}$ - время на отдых и личные надобности, %.

$$T_{\text{В}} = T_{\text{УСТ}} + T_{\text{ПЕР}} + T_{\text{ИЗМ}}, \quad (2.42)$$

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

$T_{\text{ПЕР}}$ - время, связанное с переходом, мин;

$T_{\text{ИЗМ}}$ - время на измерение, мин.

$$T_{\text{П-З}} = T_{\text{П-З1}} + T_{\text{П-З2}} + T_{\text{П-ЗОБР}}, \quad (2.43)$$

где $T_{\text{П-З1}}$ - время на организационную подготовку, мин;

$T_{\text{П-З2}}$ - время на наладку станка, мин;

$T_{\text{П-ЗОБР}}$ - нормы времени на пробную обработку, мин.

Результаты нормирования рассчитаны на основе литературы [14] и приведены в таблице 2.6

Таблица 2.6 – Нормирование технологического процесса

№ ОП	Содержание работы	Источник	Время, мин.
1	2	3	4
005	<p><u>Фрезерно-центровальная</u></p> <p>1 Основное время:</p> <p>2 Вспомогательное время: время на установку и снятие изделия</p> <p>время, связанное с переходом</p> <p>Время на измерение</p> <p>Коэффициент на вспомогательное время</p> <p>Суммарное вспомогательное время</p> <p>3 .Время на обслуживание рабочего места</p> <p>4.Время перерывов на отдых и личные надобности</p> <p>5 Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приёмы на получение инструмента и приспособлений до начала и сдачу их после окончания обработки.</p> <p>Штучное время</p> <p>Штучно-калькуляционное время</p>	<p>Карта 16</p> <p>Поз.49</p> <p>Карта 31 поз. 2</p> <p>Карта 86 поз. 158</p> <p>Карта 32</p> <p>Карта 32</p> <p>Поз.7</p> <p>Карта 32 Поз.24</p>	<p>0,34</p> <p>0,95</p> <p>0,23</p> <p>0,3</p> <p>4%</p> <p>1,6</p> <p>8% от оперативного</p> <p>8% от оперативного</p> <p>30</p> <p>2,1</p> <p>3,3</p>
010	<p>Токарная с ЧПУ</p> <p>1 Основное время</p> <p>2 Вспомогательное время: время, связанное с операцией время на установку и снятие изделия</p> <p>машинно-вспомогательное время по программе</p> <p>Коэффициент на вспомогательное время</p> <p>Суммарное вспомогательное время</p> <p>3 Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности</p> <p>4. Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приёмы.</p>	<p>Карта14, поз. 1-6</p> <p>Карта 13,поз. 3</p> <p>Карта 16 Поз.39</p> <p>Карта 26,</p>	<p>9,39</p> <p>0,52</p> <p>0,92</p> <p>0,67</p> <p>8%</p> <p>2,28</p> <p>40</p> <p>30</p> <p>11,67</p> <p>12,85</p>

Продолжение таблицы 2.6

	Штучное время Штучно-калькуляционное время		
015	Горизонтально - расточная 1 Основное время 1. Вспомогательное время: Время на установку и снятие Время, связанное с операцией Время на контрольное измерение 3 Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности 4 Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приёмы. Штучное время Штучно-калькуляционное время	Карта 16 поз. 22 Карта 22 поз. 55 Карта 86 поз. 10 Карта 19 поз. 1 Карта 18 поз.68, 69	0,59 2,4 3,3 1,6 13% T _{оп} 50 8,91 10,91
020	Шлицефрезерная 1 Основное время 2 Вспомогательное время: Время на установку и снятие детали Время, связанное с операцией Время на контрольное измерение 3 Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности 4 Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приёмы. Штучное время Штучно-калькуляционное время	Карта 10 поз. 9 Карта 14 поз. 1 Карта 15 поз. 165 Карта 19 поз. 1	8,26 7,4 5,4 2,2 13% T _{оп} 50 26,02 28,02
025	Вертикально - фрезерная 1 Основное время 2 Вспомогательное время: Время на установку и снятие детали	Карта 10 поз. 9 Карта 14 поз. 1	7,89 14,8

Продолжение таблицы 2.6

	Время, связанное с операцией Время на контрольное измерение	Карта 15 поз. 165	10,8 6,8
	3 Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности 4 Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приёмы. Штучное время Штучно-калькуляционное время	Карта 19 поз. 1	13% T _{оп} 50 41,32 43,32
030	Горизонтально - расточная 1 Основное время 2 Вспомогательное время: Время на установку и снятие детали Время, связанное с операцией Время на контрольное измерение 3 Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности 4 Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приёмы. Штучное время Штучно-калькуляционное время	Карта 10 поз. 9 Карта 14 поз. 1 Карта 15 поз. 165 Карта 19 поз. 1	3,16 7,4 3,2 1,2 13% T _{оп} 50 16,9 18,9
035	Круглошлифовальная с ЧПУ 1 Основное время 2 Вспомогательное время: Время на установку и снятие детали Время, связанное с операцией Время на контрольное измерение = 0,32 мин 3 Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности 4. Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приёмы Время цикла автоматической работы станка по программе Штучное время Штучно-калькуляционное время	Карта 11 поз. 1 Карта 14 Поз.1 Карта 15 поз.124 Карта 16 поз.31 Карта 27 поз.11	0,45 0,22 0,84 0,6 13% T _{оп} 50 2,34 4,34

2.2 Конструкторская часть

2.2.1 Проектирование и расчёт приспособления для сверлильной операции

Приспособление разрабатываем для операции 020 в соответствии с принятой схемой базирования. Вал устанавливается горизонтально в призмы позиции 21, которые крепятся к плите позиция с помощью винтов позиция 15 и штифтов позиция 25. Деталь упирается в призму. Зажим осуществляется прихватом позиция 22. Прихват поворачивается на 90° на шпильке позиция 10. Прихват одним концом упирается в заготовку, другим в шпильку позиция 11. Крепление производится с помощью гайки позиция 18. Прихваты расположены над призмами. Такая схема позволяет избежать изгиба вала за счёт сил зажима и обеспечивает удобство установки и снятия заготовки. Для ориентации детали предусмотрены упор позиция 7. Упор перемещается в стойке позиция 2 и подпружинена пружиной позиция 6. Стойка крепится к плите болтами позиция 13 с шайбами позиции 23 и штифтами позиция 24.

Для облегчения снятия детали после ослабления крепления гайкой на шпильке позиции 10 установлены пружины позиции 4 и 5.

Для ориентации приспособления на станке предусмотрены шпонки позиция 12. Для крепления приспособления к плите предусмотрены 4 паза.

2.2.2 Расчёт приспособления на точность

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

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_{3,0}^2 + \varepsilon_{пр}^2}, \quad (2.44)$$

где ε_6 – погрешность базирования, мм;

$\varepsilon_{3,0}$ – основная погрешность закрепления, мм;

$\varepsilon_{пр}$ – погрешность приспособления, мм.

Определяем погрешности базирования.

1. Для размеров на выполняемое сквозное отверстие диаметром 10,3Н14.

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

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

где $K = 1,2$;

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

$\varepsilon_6 = 0,08$ мм – погрешность базирования (определена выше);

$\varepsilon_3 = 0,19$; $\varepsilon_{уст} = 0$; $\varepsilon_{п} = 0$, т. к. отсутствуют направляющие элементы приспособления; $\varepsilon_{изн} = 0,04$;

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

$$\varepsilon_{пр} = 1,2 \cdot \sqrt{(0,82 \cdot 0,08)^2 + 0,19^2 + 0^2 + 0,04^2} = 0,245 \text{ мм.}$$

Заданная точность обработки на данном приспособлении обеспечивается

2.2.3 Расчет усилия зажима приспособления для сверлильной операции

Схема сил, действующих на приспособление, показана на рисунке 2.8. При сверлении отверстий со стороны опорной плоскости заготовка отрывается под действием осевой силы. Отрыву заготовки препятствуют силы зажима, возникающие от закрепления заготовки прихватами.

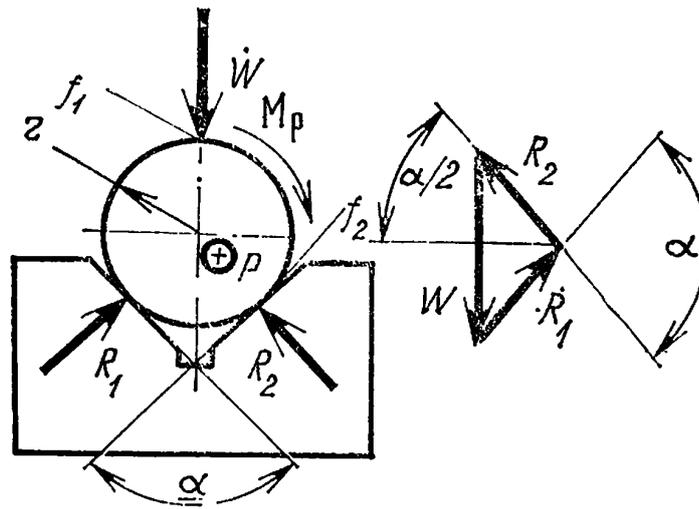


Рисунок 2.8 – Схема распределения сил

При закреплении заготовок в призме с углом α , силу закрепления можно найти по формуле [21]:

$$Q' = \frac{k \cdot M}{f_1 \cdot R + f_2 \cdot \left(\frac{R_1}{\sin \alpha / 2} + \frac{R_2}{\sin \alpha / 2} \right)}, \quad (2.45)$$

где $f_1=0,2$ - коэффициент трения при контакте заготовки с прихватом;
 $f_2=0,16$ - коэффициент трения при контакте обработанной поверхности

заготовки с установочными поверхностями призмы;

k - коэффициент запаса;

R - радиус заготовки, мм.

Коэффициент запаса k , учитывающий нестабильность силовых воздействий на заготовку для обеспечения надёжного закрепления, определяют по формуле:

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6, \quad (2.46)$$

где $k_0=1,5$ - гарантированный коэффициент запаса;

$k_1=1$ - учитывает увеличение сил резания;

$k_2=1,6$ - учитывает увеличение сил резания вследствие затупления инструмента;

$k_3=1$ - учитывает увеличение сил резания;

$k_4=1$ - характеризует постоянство силы, развиваемое зажимом;

$k_5=1$

$$k_6=1$$

$$k=1,5 \cdot 1 \cdot 1,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1=2,4$$

Коэффициент запаса принимаем $k=2,5$.

Сила закрепления заготовки:

$$Q' = \frac{2,5 \cdot 14,6}{0,2 \cdot 0,031 + 0,16 \cdot \left(\frac{0,031}{\sin 90 / 2} + \frac{0,031}{\sin 90 / 2} \right)} = 804 \text{ Н.}$$

Определение диаметра резьбы шпильки прихвата.

Исходя из прочности материала шпильки и при одинаковой длине плеч прихвата b , диаметр резьбы шпильки определяется по формуле:

$$d_{um} = \sqrt{\frac{2 \cdot W}{0,5 \cdot [\sigma]}}, \quad (2.47)$$

W - сила зажима;

$[\sigma]$ - допускаемое напряжение на растяжение для шпилек из стали 45 - 1700 кг/см², из стали 40Х - 2500 кг/см²

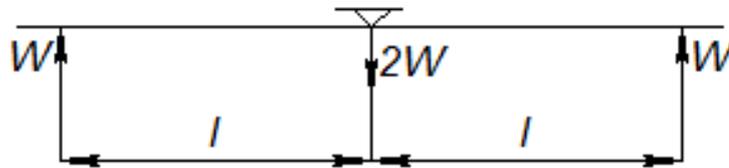


Рисунок 2.9 – Усилие зажима

$$d_{um} = \sqrt{\frac{2 \cdot W}{0,5 \cdot [\sigma]}}, \quad (2.48)$$

W - сила зажима;

$[\sigma]$ - допускаемое напряжение на растяжение для шпилек из стали 45 - 1700 кг/см², из стали 40Х - 2500 кг/см²

$$d_{um} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1804}{0,5 \cdot 1700}} = 2,06 \text{ см} = 14,6 \text{ мм.}$$

Принимается с учетом конструкторских особенностей шпилька с резьбой М24.

По определяем необходимые параметры резьбы:

резьба М24,

шаг резьбы $P=3$ мм,

$d_1=D_1=22,051$ мм,

$d_2=D_2=20,319$ мм.

Момент затяжки:

$$M = 0,5 \cdot Q \cdot \left\{ d_2 \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \phi_{np}) + f \cdot (D_{н.т.}^3 - d_{н.т.}^3) / \left[3 \cdot (D_{н.т.}^2 - d_{н.т.}^2) \right] \right\}, \quad (2.49)$$

где d_2 – средний диаметр резьбы;

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

t – шаг резьбы;

ϕ_{np} – приведённый коэффициент трения для заданного профиля

резьбы, $\phi_{np} = \operatorname{arctg}\left(\frac{f}{\cos \beta}\right)$;

β – половина угла при вершине профиля витка резьбы;

$D_{н.т.}$, $d_{н.т.}$ – наружный и внутренний диаметры опорного торца гайки
($D_{н.т.}=45$ мм, $d_{н.т.}=24$ мм).

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

$$\alpha = \operatorname{arctg}\left(\frac{3}{3,14 \cdot 20,319}\right) = 2,7^\circ$$

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

$$M = 0,5 \cdot 1804 \cdot 10^{-3} \left\{ 20,319 \cdot \operatorname{tg}(2,7 + 9,82) + 0,15 \cdot (45^3 - 24^3) / \left[3 \cdot (45^2 - 24^2) \right] \right\} = 4,11 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Длина гаечного ключа $L=175$ мм. При данной длине ключа усилие, развиваемое на рукоятке равно 48 Н. Максимально допустимая сила зажима на рукоятке для приспособлений с ручным зажимом 250 Н, следовательно, ручной зажим для данного приспособления может быть применён.

2.3 Организационная часть

2.3.1 Расчет потребного количества оборудования и коэффициентов его загрузки

Расчёт потребного количества оборудования ведем по формуле [7]:

$$C_P = \frac{t_{шт-к} \cdot N}{60 \cdot F_d}, \quad (2.49)$$

где $t_{шт-к}$ – норма штучно-калькуляционного времени на операцию, мин;

N – годовая программа выпуска, шт;

F_d – действительный фонд рабочего времени, час.

Полученное значение округляем в большую сторону до ближайшего целого числа.

Коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{C_P}{C_{\Pi}} \quad (2.50)$$

где C_{Π} – принятое количество станков на операции, шт.

Результаты расчёта приведены в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Количество оборудования на операцию

№ операции	F_d	C_P	C_{Π}	$K_{30}, \%$
005	1765	0,0162	1	1,62
010	1765	0,063	1	6,3
015, 030	1765	0,1464	1	14,64
020	1765	0,1376	1	13,76
025	1765	0,2127	1	21,27
035	1765	0,021	1	2,1

Средний коэффициент загрузки $K_{30.ср.} = 8,53\%$.

Уточняем серийность производства по коэффициенту закрепления операций:

$$K_{30} = F_d \cdot 60 / N \cdot T_{шт-к.ср.} = 1765 \cdot 60 / (520 \cdot 17,38) = 11,72.$$

$10 < K_{30} < 20$, что соответствует мелкосерийному типу производства.

Оборудование не до загружено, необходимо до загрузить.

2.3.2 Расчет численности работников

Расчет потребного количества основных рабочих [7]

$$P_{ст} = \frac{T_{шт.к} \cdot N}{60 \cdot F_{др} \cdot m}, \quad (2.51)$$

где $T_{шт.к}$ - штучно-калькуляционное время, мин.

$N = 520$ - годовая программа выпуска деталей, шт.

$F_{др} = 1973$ - действительный годовой фонд времени работы станочника на 2022 год, час.

$m = 1$ - количество смен

Полученные значения занесены в таблицу 2.8

Таблица 2.8 – Потребное количество рабочих

№ операции	Наименование операции	$T_{шт.к}$, МИН	$P_{ст.расч.}$	$P_{ст.прин..}$
005	Фрезерно - центральная	3,3	0,014	1
010	Токарная с ЧПУ	12,85	0,056	1
015, 030	Сверлильно-фрезерно-расточная	29,81	0,131	1
020	Шлицефрезерная	28,02	0,123	1
025	Фрезерная	43,32	0,19	1
035	Круглошлифовальная с ЧПУ	4,34	0,0191	1

Списочное число станочников при односменной работе: 7 человека (на операциях 015 и 030 применяем одного рабочего).

Расчет количества вспомогательных рабочих

Значение принимается в 40 – 50% к числу основных рабочих:

$$P_{всп} = \frac{40 \cdot 7}{100} = 2,8, \text{ принимаем } 3 \text{ чел.}$$

Расчет потребного количества инженерно-технических работников (ИТР) 8 – 12% от количества всех рабочих.

Принимаем $P_{итр} = 1$ чел.

Расчет потребного количества младшего обслуживающего персонала (МОП) 1,5 – 3% от количества всех работающих

Принимаем $P_{моп} = 1$ чел.

3. Финансовый менеджмент, ресурс эффективность и ресурсосбережение

3.1 Расчёт объёма капитальных вложений

Рассчитать себестоимость изделия ФЮРА.А81031.001 при годовом объеме выпуска 520 шт.

3.1.1 Стоимость технологического оборудования

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

$$K_{ТО} = \sum_{i=1}^m Q_i \cdot C_i, \quad (3.1)$$

где m – количество операций технологического процесса изготовления изделий;

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

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

Таблица 3.1 – Стоимость технологического оборудования

№ операции	Модель станка	C_i , руб.	Q_i , шт.	$K_{ТОi}$, руб.
005	2Г942.02	1150000	1	1150000
010	16К20Ф3С2	1453000	1	1453000
015, 030	ТК611 С /1А	865000	1	6650000
020	5Б352ПФ2	2160000	1	2160000
025	ФС110МФ3	10520000	1	10520000
035	3М151Ф2	4860000	1	4860000
Всего:				26793000

3.1.2 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.9.1.1, но принимающее непосредственное участие в технологическом процессе.

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

$$K_{во} = K_{то} \cdot 0,30, \quad (3.2)$$

$$K_{во} = 26793000 \cdot 0,30 = 8037900 \text{ руб.}$$

3.1.3 Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря

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

В данном случае учитывается стоимость:

- инструментов всех видов (режущие, мерительные) и прикрепляемые к машинам приспособления для обработки изделия (зажимы, тиски и т.д.);
- производственного инвентаря для обеспечения производственных процессов (рабочие столы, верстаки, инвентарь для хранения жестких и сыпучих тел, охраны труда и т.д.);
- хозяйственного инвентаря (шкафы, столы, инвентарь конторского назначения и т.д.)

$$K_{\text{ИИ}} = K_{\text{ТО}} \cdot 0,12. \quad (3.3)$$

$$K_{\text{ИИ}} = 26793000 \cdot 0,12 = 3215160 \text{ руб.}$$

3.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений

Стоимость эксплуатационных помещений рассчитываем при арендованной форме владения, по формуле:

$$C_{\text{П}}^{\text{II}} = (S_{\text{ПП}} \cdot A_{\text{ПП}} + S_{\text{СП}} \cdot A_{\text{СП}}) \cdot T, \quad (3.4)$$

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

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

T – отчетный период ($T=12$ мес.)

$$C_{\text{П}}^{\text{II}} = (160 \cdot 480 + 18 \cdot 450) \cdot 12 = 1018800 \text{ руб.}$$

3.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах

Данные средства рассчитываются по формуле:

$$K_{\text{ПЗМ}} = \frac{H_{\text{М}} \cdot N \cdot Ц_{\text{М}}}{360} \cdot T_{\text{ОБМ}}, \quad (3.5)$$

где $H_{\text{М}}$ - норма расхода материала, $H_{\text{М}} = 18 \text{ кг/ед.}$;

N - годовой объем производства продукции, $N=520$ шт.;

$Ц_{\text{М}}$ - цена материала, $Ц_{\text{М}}=168,1 \text{ руб./кг}$ (Сталь 40Х);

$T_{\text{ОБМ}}$ - продолжительность оборота запаса материалов (квартал, полугодие, определенный период) в днях, $T_{\text{ОБМ}}=12$ дней.

$$K_{\text{ПЗМ}} = \frac{18 \cdot 520 \cdot 168,1}{360} \cdot 12 = 52447,2 \text{ руб.}$$

3.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве

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

$$K_{\text{нзп}} = \frac{N \cdot T_{\text{ц}} \cdot C' \cdot \kappa_{\text{Г}}}{360},$$

(3.6)

где $T_{\text{ц}}$ - длительность производственного цикла, $T_{\text{ц}}=25$ дней;

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

$\kappa_{\text{Г}}$ - коэффициент готовности.

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

$$C' = \frac{H_{\text{М}} \cdot Ц_{\text{М}}}{\kappa_{\text{М}}}, \quad (3.7)$$

где $\kappa_{\text{М}}$ - коэффициент, учитывающий удельный вес стоимости основных

материалов в себестоимости изделия ($\kappa_{\text{М}}=0,8 \div 0,85$), принимаем $\kappa_{\text{М}}=0,82$.

$$C' = \frac{18 \cdot 168,1}{0,82} = 3690 \text{ руб.}$$

Коэффициент готовности:

$$\kappa_{\text{Г}} = (\kappa_{\text{М}} + 1) \cdot 0,5, \quad (3.8)$$

$$\kappa_{\text{Г}} = (0,82 + 1) \cdot 0,5 = 0,91 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{нзп}} = \frac{520 \cdot 25 \cdot 3690 \cdot 0,91}{360} = 121257,5 \text{ руб.}$$

3.1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции

Стоимость запаса готовой продукции определяется по формуле:

$$K_{\text{ГП}} = \frac{C' \cdot N}{360} \cdot T_{\text{ГП}}, \quad (3.9)$$

где $T_{\text{ГП}}$ - продолжительность оборота готовой продукции на складе в днях, принимаем $T_{\text{ГП}}=7$ дней.

$$K_{\text{ГП}} = \frac{3690 \cdot 520}{360} \cdot 7 = 37310 \text{ руб.}$$

3.1.8 Оборотные средства в дебиторской задолженности

Дебиторская задолженность определяется по формуле:

$$K_{\text{ДЗ}} = \frac{V_{\text{РП}}}{360} \cdot T_{\text{ДЗ}}, \quad (3.10)$$

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

$T_{\text{ДЗ}}$ - продолжительность дебиторской задолженности ($T_{\text{ДЗ}}=7 \div 40$), дней, принимаем $T_{\text{ДЗ}}=7$ дней.

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

$$V_{\text{РП}} = C' \cdot N \cdot \left(1 + \frac{p}{100}\right), \quad (3.11)$$

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

$$V_{\text{РП}} = 3690 \cdot 520 \cdot \left(1 + \frac{18}{100}\right) = 2264184 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{ДЗ}} = \frac{2264184}{360} \cdot 7 = 44025,8 \text{ руб.}$$

3.1.9 Денежные оборотные средства

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

$$C_{\text{ОБС}} = K_{\text{ПЗМ}} \cdot 0,1, \quad (3.12)$$

$$C_{\text{ОБС}} = 52447,2 \cdot 0,1 = 5244,72 \text{ руб.}$$

3.2 Расчет сметы затрат на производство и реализацию продукции

3.2.1 Основные материалы за вычетом реализуемых отходов

Затраты на основные материалы (C_m) рассчитываются по формуле:

$$C_m = N \cdot (C_m \cdot H_m \cdot K_{\text{ТЗР}} - C_o \cdot H_o), \quad (3.13)$$

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

C_o – цена возвратных отходов, руб./кг;

H_o – норма возвратных отходов кг/шт.;

Норма возвратных отходов определяется:

$$H_o = m_3 - m_0, \quad (3.14)$$

где m_3 – масса заготовки, кг;

m_0 – масса изделия, кг.

$$H_o = 25,7 - 18 = 7,7 \text{ кг/шт.}$$

$$C_m = 520 \cdot (168,1 \cdot 25,7 \cdot 1,04 - 17 \cdot 7,7) = 2268280 \text{ руб.}$$

Таблица 3.2 – Затраты на основные материалы

№ детали	Затраты на материалы, руб.	Возвратные отходы, руб.	$C_{ми}$, руб.
ФЮРА.	4493	130,9	4362,1
Всего:			2268280

3.2.2 Расчет заработной платы производственных работников

Основная заработная плата предусматривает оплату труда за проработанное время. Рассчитываем сдельно-премиальную оплату труда.

В соответствии с этой системой заработная плата рассчитывается по формуле:

$$C_{зо} = \sum_{i=1}^m \frac{t_{шти} \cdot C_{часj}}{60} \cdot k_n \cdot k_p \cdot N, \quad (3.15)$$

где m – количество операций технологического процесса;

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

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

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

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

Таблица 3.3 - Расчёт фонда заработной платы

Профессия рабочего	$T_{шти}$, мин	Разряд	Количество	$C_{часj}$, руб.	$C_{зоi}$, руб
Фрезеровщик	2,1	3	1	134,5	4773,4
Оператор токарных станков с ЧПУ	11,67	3	1	134,5	26526,5
Оператор сверлильно-фрезерных станков	8,91	4	1	177,5	26727,8
Оператор фрезерных станков с ЧПУ	26,02	4	1	177,5	78053,5
Оператор фрезерных станков с ЧПУ	41,32	4	1	177,5	123949,7
Оператор сверлильно-фрезерных станков	16,9	4	1	177,5	50695,8
Шлифовщик	2,34	3	1	134,5	5318,9
Фонд заработной платы всех рабочих					316045,6

3.2.3 Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих

Отчисление на социальные нужды:

$$C_{\text{осо}} = C_{30} \cdot (\alpha_1 + \alpha_2), \quad (3.16)$$

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

α_2 - социально страхование по проф. заболеваниям и несчастным случаям ($\alpha_2 = 0,07$), руб./год

$$C_{\text{осо}} = 316045,6 \cdot (0,31 + 0,07) = 120097,3 \text{ руб.}$$

3.2.4 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.

3.2.4.1 Расчет амортизации оборудования

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

$$a_{\text{ни}} = \frac{1}{T_o} \cdot 100\%, \quad (3.17)$$

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

$$a_{\text{н005}} = \frac{1}{3} \cdot 100\% = 33,3$$

$$a_{н010} = \frac{1}{5} \cdot 100\% = 20,0$$

$$a_{н015} = \frac{1}{10} \cdot 100\% = 10,0$$

$$a_{н020} = \frac{1}{10} \cdot 100\% = 10,0$$

$$a_{н025} = \frac{1}{10} \cdot 100\% = 10,0$$

$$a_{н030} = \frac{1}{10} \cdot 100\% = 10,0$$

$$a_{н035} = \frac{1}{8} \cdot 100\% = 12,5$$

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:

$$A_{ч} = \sum_{i=1}^n \frac{Ц_i \cdot a_{ни}}{F_{д} \cdot K_{вpi}}, \quad (3.18)$$

где n – количество оборудования;

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

$F_{д}$ – действительный годовой фонд времени работы оборудования,

$F_{д}=1984$ час.

Таблица 3.4 – Расчёт амортизационных отчислений

№ операции	Ц _i , руб.	а _{ни} , %	F _{дi} , ч	K _{вpi}	A _{чи} , руб.
005	1150000	33,3	1984	1,62	11914,76
010	1453000	20,0	1984	6,3	2324,95
015, 030	6650000	10,0	1984	14,64	2289,49
020	2160000	10,0	1984	13,76	791,21
025	10520000	10,0	1984	21,27	2492,91
035	4860000	12,5	1984	2,1	14580,93
Амортизационные отчисления для всех станков (A _ч)					34394,25

3.2.4.2 Расчет амортизационных отчислений зданий

Амортизационные отчисления эксплуатируемых площадей, включены в стоимость арендной платы.

3.2.5 Отчисления в ремонтный фонд

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

$$C_p = (K_{TO} + K_{BO}) \cdot k_{PEM} + C_{II} \cdot k_{3.PEM}, \quad (3.19)$$

где k_{PEM} , $k_{3.PEM}$ – коэффициенты, учитывающие отчисления в ремонтный фонд, $k_{PEM}=10\%$, $k_{3.PEM}=10\%$.

$$C_p = (26793000 + 8037900) \cdot 10\% + 1018800 \cdot 10\% = 3584970 \text{ руб.}$$

3.2.6 Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования

3.2.6.1 Затраты на СОЖ определяются по формуле:

$$C_{СОЖ} = n \cdot N \cdot g_{OX} \cdot Ц_{OX}, \quad (3.20)$$

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

$Ц_{OX}$ – средняя стоимость охлаждающей жидкости, ($Ц_{OX}=148 \text{ руб/кг}$);

n – количество станков.

$$C_{СОЖ} = 7 \cdot 520 \cdot 0,03 \cdot 148 = 16161,6, \text{ руб.}$$

3.2.6.2 Затраты на сжатый воздух рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{возд}} = \frac{g_{\text{возд}} \cdot \Pi_{\text{возд}} \cdot N_{\Gamma}}{60} \cdot \Sigma t_{o_i}, \quad (3.21)$$

где $g_{\text{возд}}$ – расход сжатого воздуха, $g_{\text{возд}} = 0,7 \text{ м}^3/\text{ч}$;
 $\Pi_{\text{возд}}$ – стоимость сжатого воздуха, $\Pi_{\text{возд}} = 95 \text{ руб}/\text{м}^3$.

$$C_{\text{возд}} = \frac{0,7 \cdot 95 \cdot 520}{60} \cdot 126,04 = 72641,05, \text{ руб.}$$

3.2.7 Затраты на силовую электроэнергию

Расчёт затрат на электроэнергию:

$$C_{\text{чЭ}} = \sum_{i=1}^m N_{y_i} \cdot F_{\text{д}} \cdot K_{\text{N}} \cdot K_{\text{вР}} \cdot K_{\text{од}} \cdot \frac{K_{\omega}}{\eta} \cdot \Pi_{\text{Э}}, \quad (3.22)$$

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

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

$K_{\text{од}}$ – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей, $K_{\text{од}} = 0,6 \div 1,3$, принимаем $K_{\text{од}} = 0,8$;

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

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

$\Pi_{\text{Э}}$ – средняя стоимость электроэнергии собственного производства $\Pi_{\text{Э}} = 4,34 \text{ руб.}/\text{кВт} \cdot \text{ч}$.

Таблица 3.5 – Затраты на электроэнергию технологического процесса

№ операции	N_{y_i} , кВт	$C_{\text{чЭ}}$, руб.
005	11	929,41
010	21,4	7031,59
015, 030	28	21379,54
020	27	19376,77
025	25	27733,63
035	11	1204,79
Затраты на электроэнергию для всех операций		77655,73

3.2.8 Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь

Стоимость инструментов и инвентаря по предприятию установлена приближенно, поэтому их учтем как плановый показатель $K_{инн}=3215160$ руб. и включим в себестоимость произведенной продукции.

3.2.9 Расчет заработной платы вспомогательных рабочих

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле:

$$C_{ЗВР} = \sum_{j=1}^k C_{ЗМj} \cdot Ч_{ВРj} \cdot 12 \cdot 0,1 \cdot \kappa_{nj} \cdot \kappa_{pj}, \quad (3.23)$$

где k – количество вспомогательных рабочих;

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

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

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

κ_{pj} – районный коэффициент ($\kappa_{pj} = 1,3$).

На участке один вспомогательный рабочий: наладчик станков с ЧПУ 6 разряда.

$$C_{ЗВР} = 18450 \cdot 3 \cdot 12 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 0,1 = 103615,2 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели вспомогательных рабочих:

$$C_{ОВР} = C_{ЗВР} \cdot 0,31, \quad (3.24)$$

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

$$C_{ОВР} = 103615,2 \cdot 0,31 = 32120,71 \text{ руб.}$$

3.2.10 Заработная плата административно-управленческого персонала

$$C_{\text{ЗАУП}} = \sum_{j=1}^k C_{\text{ЗАУП}j} \cdot Ч_{\text{ЗАУП}j} \cdot 12 \cdot 0,1 \cdot \kappa_{\text{п}j} \cdot \kappa_{\text{ПД}j}, \quad (3.25)$$

где $C_{\text{зуп}j}$ – месячный оклад работника административно-управленческого персонала, $C_{\text{зуп}j} = 24500$ руб.;

$Ч_{\text{ауп}j}$ – численность работников административно-управленческого персонала должности, $Ч_{\text{ауп}j} = 1$ чел.;

$\kappa_{\text{п}dj}$ – коэффициент, учитывающий премии и доплаты административно-управленческого персонала, $\kappa_{\text{п}dj} = 1,58$.

$$C_{\text{ЗАУП}} = 24500 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 0,1 \cdot 1,3 \cdot 1,58 = 60387,6 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала:

$$C_{\text{ОАУП}} = C_{\text{ЗАУП}} \cdot 0,31 = 60387,6 \cdot 0,31 = 18720,12 \text{ руб.}$$

3.2.11 Прочие расходы

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

Прочие расходы рассчитаем как плановые условно:

$$C_{\text{ПРОЧ}} = ПЗ \cdot N \cdot 0,7, \quad (3.26)$$

где ПЗ – прямые затраты единицы продукции, руб.

$$C_{\text{ПРОЧ}} = 2744,82 \cdot 520 \cdot 0,7 = 999114,48 \text{ руб.}$$

3.3 Экономическое обоснование технологического проекта

При данной годовой программе выпуска (520 шт) изделия полуось и разработанном производственном процессе: себестоимость изделия составляет 20820,62 руб. При ее реализации по цене 36680 руб., предполагаемая прибыль составит 8246877,6 руб., что показывает о рентабельности капитальных вложений и безубыточности предприятия.

Таблица 3.6 – Смета затрат по экономическим элементам

Затраты	Сумма, руб./ед	Сумма, руб./год
Прямые затраты:		
основные материалы за вычетом реализуемых отходов	4362,1	2268280
заработная плата производственных рабочих	607,78	316045,6
отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих	230,96	120097,3
Косвенные затраты:		
амортизация оборудования предприятия	66,14	34394,25
отчисления в ремонтный фонд	6855,71	3564970
вспомогательные материалы на содержание оборудования	31,08	16161,6
затраты на силовую электроэнергию	149,34	77655,73
затраты на инструмент, приспособления и инвентарь	6183	3215160
заработная плата вспомогательных рабочих	199,26	103615,2
отчисление на социальные цели вспомогательных рабочих	61,77	32120,71
заработная плата административно-управленческого персонала	116,13	60387,6
отчисление на социальные цели административно-управленческого персонала	36	18720,12
прочие расходы	1921,37	999114,48
Итого:	20820,62	10826722,59

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. Кроме того, были проведены расчеты амортизации основных фондов, а также получены значения затрат на основные и вспомогательные материалы.

4 Социальная ответственность

4.1 Описание рабочего места

Реальные производственные условия характеризуются, как правило, наличием некоторых опасных и вредных факторов. В ходе технологического процесса изготавливается корпус. масса детали – 18 кг. На предприятиях в соответствии с ГОСТ 12.3.020-80 перемещение грузов массой менее 25 кг в технологическом процессе должно производиться с помощью подъёмно-транспортных устройств или средств механизации [28]. Для корпуса применяем подъёмник непрерывного действия. Корпус изготавливается на горизонтально-фрезерном и вертикально- фрезерном оборудовании. Данные операции характеризуются большим выделением следующих компонентов, а именно: стружки, тепла. Обработка в основном ведется на станках с ЧПУ, которые расположены таким образом, чтобы на участке максимально уменьшить встречный и перекрещивающийся грузопотоки деталей.

4.2 Законодательные и нормативные документы

Формализация всех производственных процессов и их подробное описание в регламентах, разнообразных правилах и инструкциях по охране труда позволяет создать максимально безопасные условия работы для всех сотрудников организации. Проведение инструктажей и постоянный тщательный контроль за соблюдением требований охраны труда – это гарантия значительного уменьшения вероятности возникновения аварийных ситуаций, заболеваний, связанных с профдеятельностью человека, травм на производстве.

Именно инструкции считаются основным нормативным актом, определяющим и описывающим требования безопасности при выполнении должностных обязанностей служащими и рабочими. Такие документы разрабатываются на базе:

- положений «Стандартов безопасности труда»;
- законов о труде РФ;
- технологической документации;
- норм и правил отраслевой производственной санитарии и безопасности труда;
- типовых инструкций по ОТ;
- пунктов ЕСТД («Единая система техдокументации»);
- рекомендаций по эксплуатации и паспортов различных видов агрегатов и оборудования, используемого в организации (при этом следует принимать во внимание статистические данные по производственному травматизму и конкретные условия работы на предприятии).

Основы законодательства Российской Федерации об охране труда обеспечивают единый порядок регулирования отношений в области охраны труда между работодателями и работниками на предприятиях, в учреждениях и организациях всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчиненности. Основы законодательства устанавливают гарантии осуществления права на охрану труда и направлены на создание условий труда, отвечающих требованиям сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности и в связи с ней.

Среди законодательных актов по охране труда основное значение имеет Конституция РФ, Трудовой Кодекс РФ, устанавливающий основные правовые гарантии в части обеспечения охраны труда, а также Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности», Федеральный

закон от 24.07.1998 № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». Из подзаконных актов отметим постановления Правительства РФ: «О государственной экспертизе условий труда» от 25.04.2003 № 244, «О государственном надзоре и контроле за соблюдением законодательства РФ о труде и охране труда» от 09.09.1999 № 1035 (ред. от 28.07.2005).

К нормативным документам относятся:

1. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.
2. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.
3. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 1990.
4. ГОСТ 12.1.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. М.: Изд. стандартов, 1990.
5. ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.
6. Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1998.
7. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.
8. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
9. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Информ.-издат. центр Минздрава России, 1997.
10. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.

4.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

В процессе обработки корпуса на работника могут влиять следующие вредные производственные факторы, которые влияют на здоровье и самочувствие человека:

- недостаточное освещение может ухудшить зрение человека, а также косвенно повлиять на безопасность труда и качество продукции;

- шум, ослабляет внимание человека, увеличивает расход энергии, замедляет скорость психических реакций и, как следствие, увеличивает вероятность несчастных случаев;

- вибрации, могут привести к развитию виброболезни. Вибрация ухудшает самочувствие работника и снижают производительность труда, часто приводят к серьезным профессиональным заболеваниям.

- СОТС (использования СОЖ). В данном технологическом процессе используется в качестве СОЖ - керосин. Результате тонкого разбрызгивания при использовании на металлорежущих станках образуется своего рода туман, представляющий собой аэрозоль керосина. В результате вдыхания паров керосина возможно развитие случаев как острого, так и хронического отравления работающих.

1 Шум

Шум на рабочем месте наносит большой ущерб, вредно воздействует на организм человека и снижает производительность труда. Усталость рабочих из-за средства шума норма увеличивает количество ошибок на работе и способствует несчастным случаям. Источником шума является металлорежущее оборудование. Нормирование шума осуществляется

нормами СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданиях и на территории жилой застройки»

В борьбе с производственным шумом были выбраны оптимальные режимы резания, а в качестве индивидуальной защиты для рабочих принимаются беруши

Предельно допустимый уровень шума на время рабочих местах установлен СН канв 2.2.4/2.1.8.562-96 и составляет 85 дБ. Шум большинства металлорежущих станков лежит в средне- и высокочастотной областях – 500...8000 Гц с допустимыми уровнями звукового давления 83...74 дБ

2 Вибрация

Вибрация – механические колебания упругих тел или колебательные движения механических систем. По характеру действия на организм человека вибрацию подразделяют на: - общую (действует на всё тело); - местную (действует только на руки рабочего). Общую вибрацию можно разделить на следующие категории: - 92 дБ, для средней частоты октавных полос – 16; 31,5; 63 Гц; - 93 дБ, для средней частоты октавной полосы – 8 Гц; - 99 дБ, для средней частоты октавной полосы – 4 Гц; - 108 дБ, для средней частоты октавной полосы – 2 Гц; - 124 дБ.

3. СОЖ

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

Для защиты от нужно попадания СОЖ на работников предусматривается спецодежда. Для предотвращения разбрызгивания и загрязнения рабочей зоны от СОЖ, используются схеме 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.

4.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производённой среды

В процессе обработки корпуса на рабочего могут действовать следующие вредные производственные факторы, влияющие на здоровье и самочувствие человека:

- электрический ток, поражение электрическим током может привести к районы серьёзным травмам и смерти человека;
- движущиеся органы время станков, могут нанести травму работнику.

Кроме того, при обработке на станках с ЧПУ существует вероятность травмирования при смене инструмента, поскольку смена инструмента выполняется с высокой скоростью и может быть неожиданной для рабочего;

- стружка, может привести к травме в виде порезов, особенно опасна сливная стружка

1 Электрический ток

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

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

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

$$R_3 = \frac{\rho_3}{2 \cdot \pi \cdot l_m} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot h_T}{d}\right)$$

где d – диаметр трубы-заземлителя ($d = 4$ см);

ρ_3 – удельное сопротивление процесс грунта, $\rho_3 = 10^4$ Ом см;

l_m – длина трубы, $l_m = 250$ см;

h_T – глубина погружения трубы в землю, равная расстоянию от поверхности земли середины трубы, $h_T = 205$ см.

Определим сопротивление одиночного заземлителя, вертикально установленного в землю:

$$R_3 = \frac{10^4}{2 \cdot 3,14 \cdot 250} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot 205}{4}\right) = 34 \text{ Ом}$$

Определяется предупреждению требуемое число является заземлителей Π , шт. по высота формуле:

$$\Pi = \frac{R_3}{R \cdot \eta}$$

где η – коэффициент использования месячный группового заземлителя ($\eta = 0,8$)

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

Длина внутреннюю соединительной полосы запрещение определяется по изготовления формуле:

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

где a – расстояние ширина между заземляющего заземлителями, м

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

Сопротивление характеризует соединительной средний полосы определяется по гост формуле:

$$R_{\Pi} = \frac{P_n}{2 \cdot \pi \cdot l_n} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot l_{\Pi}^2}{h_{\Pi} \cdot b}\right)$$

где b - ширина полосы, $b = 1,2$ см;

l_n -длина полосы, $l_n = 4200$ см;

P_n -удельное сопротивление грунта ; $P_n = 10^4$ см Ом см;

h_{Π} -глубина погружения трубыв землю , $h_{\Pi} = 80$ см

$$R_{\Pi} = \frac{10^4}{2 \cdot 3,14 \cdot 4200} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot 4200^2}{80 \cdot 1,2}\right) = 4,8 \text{ Ом}$$

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

$$R_c = \frac{R_3 \cdot R_{\Pi}}{R_3 \cdot \eta_{\Pi} + R_{\Pi} + \eta_{\Pi} \cdot \Pi}$$

где η_3 – коэффициент необходим использования стол труб контура, $\eta_3 = 0,8$;
 η_{Π} – сверло коэффициент стоимость использования полосы, $\eta_{\Pi} = 0,7$.

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

Предельно допустимое значение коэффициент заземляющего устройства зависит от характеристики электроустановки и заземляющего объекта, а также от удельного сопротивления грунта ρ .

При работе станков создаётся опасность поражения человека электрическим током. Для защиты от данного вредного фактора все станки должны быть заземлены.

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

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

На размер проектируемом масса участке используется контурное заземляющее устройство, которое т характеризуется тем, что его отдельные заземлители расположены по контуру площадки, где находится заземляемое оборудование.

Для связи вертикальных электродов данного используем полосовую сталь сечением 4×40 мм. Как правило, в качестве заземляющих проводников, используется полосовая сталь, предназначенная для соединения заземляющих частей с заземлителями.

Все электрошкафы оснащены концевыми выключателями, которые предотвращают случайное попадание человека в зону электрического тока.

2 Движущие изделия и механизмы.

Подвижные органы станков могут причинить повреждение работающему, следовательно, станки оснащены ограждениями с концевыми выключателями, которые не допускают вибрационная начать обработку при убранном ограждении. Контроль размеров обрабатываемых на станках заготовок и снятие деталей производится при отключенных механизмах вращения или перемещения деталей, инструментов, средств технологического оснащения.

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

Для работников, участвующих в программе выполнении технологического процесса, обеспечены рабочие места, не стесняющие их действий во время работы. На рабочих местах предусмотрена площадь для удобного размещения оснастки, заготовок, готовых деталей и отходов производства.

3 Стружка

В России существует стандартная классификация средств этому защиты от факторов механического повреждения: ГОСТ 12.4.125" Средства защиты от механических травм опасных факторов".

При обработке АК7ч-Т5 образуется методы металлическая стружка, которая имеет требования высокую температуру и представляет серьезную опасность не только для работающих на станке, но и для лиц, находящихся рядом со станком. Опасность для глаз представляет не только отлетающая стружка, но пылевые частицы обрабатываемого материала, опасные осколки режущего инструмента. Следует отметить, что режимы обработки, выбранные в ходе разработки технологического процесса, пробка таковы, что скорость к вращению инструмента не высока ввиду больших размеров инструмента и выбранного инструментального смену материала, однако увеличены часть величины глубины резания соразмерно с подачами станка.

Из этого следует, что главную опасность представляет отлетающая стружка, которая имеет большую толщину и достаточно раскалена.

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

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

Для уборки металлической стружки применяется шнек и пневмопистолет. Два шнека расположены в рабочей зоне с обоих персонал сторон рабочего стола. рода Стружка со шнеков поступает на скребковый стружечный конвейер и транспортируется в для сбора стружки. Форсунки подачи СОЖ в находим рабочей зоне станка способствуют оэффективному стружкоудалению.

Металлическая стружка с рабочих мест и от станков должна храниться в рабочих контейнерах на специально отведенных средний местах

4 Недостаточное освещение

Свет (видимое излучение) представляет собой излучение, непосредственно вызывающее зрительное ощущение. В производственных помещениях используется три вида освещения: - естественное (источником является солнце); - искусственное (используются лампы накаливания, газоразрядные); - смешанное (естественное и искусственное). Нормальные условия работы в производственных помещениях могут быть обеспечены лишь при достаточном освещении рабочих зон, проходов, проездов. Естественное и искусственное освещение должно соответствовать требованиям СНиП 23-05-95. Величина коэффициента естественного

освещения (КЕО) для различных помещений лежит в пределах 0,1...12% и определяется по формуле:

$$КЕО = \frac{E}{E_0} \times 100\% \quad (8.1)$$

где E – освещённость на рабочем месте, лк; E₀ – освещённость на улице (при среднем состоянии облачности), лк. Для местного освещения применяются светильники, устанавливаемые на металлорежущих станках, и отрегулированные так, чтобы освещённость была не ниже значений, установленных санитарными нормами. Качество выпускаемой продукции в значительной степени зависят от качества освещения помещений и рабочих мест. Кроме того, недостаточное освещение часто является причиной несчастных случаев и заболеваний зрительных органов.

В участке где происходит технологический процесс изготовления корпуса, естественное освещение осуществляется верхним светом через световые призмы – фонари. Так как освещённость, создаваемая естественным светом, изменяется в зависимости от времени дня, года, метеорологических факторов, то для поддержания постоянного уровня освещённости применяется комбинированное освещение – естественное и искусственное.

Искусственное общее освещение – лампы накаливания располагаются в верхней зоне помещения и на колоннах.

На участке предусмотрено искусственное освещение при помощи светильников типа «Универсал» с лампами накаливания, в прозрачной колбе. Для нормальной освещённости необходимо: регулярная замена вышедших из строя ламп, периодическая очистка от пыли. СНиП 23-06-95 «Естественное и искусственное освещение». Фактическое значение освещённости при комбинированном освещении в цехе, оборудованном металлорежущими станками, составляет 750 лк, что является допустимым, для нормативного значения 250 лк [31]

5 Травмирующие воздействия движущихся органов станка

Рабочие станочники в качестве индивидуальных средств защиты от летящей стружки должны пользоваться очками. Уборка стружки руками запрещена. Если уборка стружки не механизирована, то применяют крючки, щетки. Все двигающиеся части, представляющие собой опасность для рабочих, должны быть заблокированы с концевыми выключателями так, чтобы при незакрепленном ограждении станок не выключался или во время работы станка при снятии или отключении ограждения – станок отключается. 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. Данный фактор требует повышенного внимания рабочего и соблюдения инструкций по управлению станка, в нашем случае станок оснащен защитным экраном

6. Защита от время электрического самочувствие тока

При работе станков числа возможен риск поражения человека электрическим током.

Основными факторами, определяющими исход поражения человека электрическим током, являются сила тока и путь его прохождения. В зависимости от силы электрический ток может оказывать процесс различное воздействие на организм человека.

Ощутимый ток часть появляется при силе переменного тока 0,6–1,5 мА с частотой 50 Гц и чтобы постоянного тока –5–7 мА. Не отпускающий ток судорожные нормирование сокращения наибольшие мышц руки, в которой окончательной ухвачен проводник.

Пороговыми не отпускающими токами прямые являются вращающиеся 10–15 мА для переменного (50 Гц) и метчик 50–60 мА – для постоянного тока.

Фибрилляционный ток вызывает при прохождении через тело человека фибрилляцию сердца –хаотические

сокращения сердечной мышцы в вращающиеся результате чего расчет смерть.

Пороговыми фибрилляционными токами являются переменные токи от 100 мА до 5 А (50 Гц) и постоянные токи от 300 мА до 5 А.

Принято считать, что переменный электрический ток величиной 100 мА и выше является смертельным.

Нормативная правовая база в сфере сверлить электробезопасности: Правила устройства электроустановок, ПУЭ; Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей, только ПТЭЭП; Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок; Инструкция по СИЗ; ГОСТР 12.1.019-2009. Национальный стандарт Российской Федерации. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты и др.

Для предотвращения поражения электрическим током всё металлорежущее оборудование в цехе заземлено, токоведущие частей. Внутри производственного здания не огражденные провода подвешиваются на высоте не менее 3,5 м.

Размещены плакаты на стенах прибавляя производственного здания таблица недалеко от электроустановок по предупреждению об опасности и инструкции по технике безопасности.

По ГОСТ 12.1.030-81 пылеприемники и должны воздуховоды вентиляционных установок оснащены заземлением для снятия статического электричества.

7. Движущие изделия и механизмы.

Подвижные органы станков могут причинить повреждение работающему, следовательно, станки оснащены ограждениями с концевыми выключателями, которые не допускают вибрационная начать обработку при убранном ограждении. Контроль размеров обрабатываемых на станках

заготовок и снятие деталей производится при отключенных механизмах вращения или перемещения деталей, инструментов, средств технологического оснащения.

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

Для работников, участвующих в программе выполнении технологического процесса, обеспечены рабочие места, не стесняющие их действий во время работы. На рабочих местах предусмотрена площадь для удобного размещения оснастки, заготовок, готовых деталей и отходов производства.

4.5 Охрана окружающей среды

Проблема охраны окружающей среды является одной из важнейших задач нашего времени. Выбросы равной промышленных предприятий, энергетических систем и транспорта в атмосферу, водоёмы достигают больших размеров.

Данное производство, т. е. разработанный технологический процесс обработки, не является вредным, отсутствуют значительные выбросы вредных веществ, пыли в атмосферу. Выбросы соответствуют допустимым по ГОСТ 17.2.302–78, поэтому они не очищаются.

В процессе производства образуется большое количество отходов, которые можно использовать в качестве сырья для промышленной продукции. Отработанные СОЖ необходимо собирать в специальные ёмкости. Водная и масляная фазы могут быть использованы в качестве компонентов для приготовления эмульсий. Масляная фаза эмульсий может быть регенерирована или сожжена. Концентрация нефтепродуктов в сточных водах при сбросе в канализацию должна соответствовать требованиям СНИП32-74 «Канализация. Наружные сети и сооружения». Водную фазу

СОЖ очищают до ПДК или разбавляют до допустимой детали содержания нефтепродуктов и сливают в главную канализацию. Масляная мелкая стружка и пыль сплава по мере накопления подлежат сжиганию или захоронению в специальные места. Крупная стружка о вывозится в специальное помещение, проходит термообработку и прессуется в брикеты для дальнейшей отправки на выбор металлургический завод.

4.6 Защита в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация – состояние, при котором в результате возникновения источника участка чрезвычайной ситуации на объекте территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности рабочие людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

Возможные источники чрезвычайных ситуаций на данной территории являются:

Природные:

1 Ураганный ветер, сильный дожди, который может привести к замыканию электропроводки. В этом случае люди эвакуируются в безопасное место, отключение электроэнергии.

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

Техногенные: утечка выработка хлора или аммиака. Снять

Если произошла утечка хлора, нужно подняться наверх, т.к. хлор оседает на нижнем уровне (на земле) и воспользоваться защитными средствами.

В случае утечки аммиака, необходимо количество укрыться в убежище, т.к. аммиак поднимается в верхние количества слои атмосферы, и так же использовать защитные средства.

Пожарная безопасность

Пожары на машиностроительных предприятиях представляют большую опасность для рабочих и могут нанести огромный материальный ущерб.

Причинами возникновения пожаров при обработки данной детали станков могут быть:

- неисправность электрооборудования (короткое замыкание, перегрузки и большие переходные сопротивления);
- самовозгорание промасленной ветоши и других материалов, склонных к самовозгоранию;
- износ и коррозия оборудования.

В соответствии с этим производство можно отнести к категории В – пожароопасные.

Мероприятия по пожарной профилактике:

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

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

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

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

Тушение пожара осуществляется водяными стволами (ручными и лафетными). Вода подается по водопроводам, которые установлены на предприятиях и в населенных пунктах. Для того чтобы обеспечить тушение

между пожара в начальной стадиях его число возгораний, на водопроводной установлены внутренние средние пожарные операции краны.

Участок оснащен автоматическим средством обнаружения методы пожара – пожарной количество сигнализацией Пожарная сигнализация время должна быстро и точно сообщать о создания пожаре с указанием места его возникновения.

В случае пожара на участке есть два эвакуационных выхода. Удаление дыма из также горящего помещения производится через оконные проемы, а глубин также с помощью специальных дымовых люков. плита

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

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

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

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

4.7 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 также 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, на переменный 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 безопасности жизни и здоровья работников в процессе их трудовой деятельности основная роль принадлежит нормативным правовым актам по охране труда.

Выводы по разделу:

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

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

2. Для обеспечения допускаемых параметров микроклимата разработана вытяжная вентиляция и тепловая завеса.

3. Для улучшения освещённости рабочих мест, произведён расчёт и установка светильников «Универсал».

4. Для обеспечения пожарной безопасности выбран из вещатель ДИП-212.

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.

В целом же можно сказать, что условия труда на рассматриваемом участке являются достаточно комфортными и безопасными, что

способствует снижению показателей травматизма а так же благоприятствует повышению производительности труда.

Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работы был спроектирован технологический процесс обработки полуоси.

Предложенный спроектированный технологический процесс в значительной степени отличается от базового. Отличие заключается в применении нового оборудования, приспособлений, инструмента, а так же в новом подходе к разработке самого технологического процесса. Применен другой способ базирования детали, что позволило объединить операции технологического процесса.

Т. к. в данном технологическом процессе не применено отсутствующих на базовом предприятии станков, сложных приспособлений, инструмента и прочей оснастки, то внедрение этого технологического процесса возможно произвести в кратчайшие сроки с наименьшими затратами на реорганизацию производства.

В разделе эргономического проектирования произведен анализ опасных и вредных факторов, возникающих при изготовлении детали по разработанному технологическому процессу. Разработаны мероприятия по охране труда рабочего персонала и защите окружающей среды.

Применение оптимального способа получения заготовки, высокопроизводительного металлорежущего оборудования, режущего инструмента и специальных приспособлений позволило снизить себестоимость изготовления по сравнению с базовым технологическим процессом на 1449,64 руб. Ожидаемый экономический эффект составил 2029496 руб.

Список использованных источников

1. Технология машиностроения: методические указания к содержанию и выполнению курсового проекта по курсу «Технология машиностроения» для студентов направления 150700 «машиностроение» всех форм обучения. – Юрга: ИПЛ ЮФ ТПУ, 2011. – 31с.
2. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для машиностроительных специальностей ВУЗов. – Минск: Высшая школа, 1983. –256 с.
3. Афонькин М.Г. Производство заготовок в машиностроении. –М.: Машиностроение, 1987. – 256 с.
4. Добрыднев И.С. Курсовое проектирование по предмету «Технология машиностроения»: Учебн. пособие для техникумов по специальности «Обработка металлов резанием». – М.: Машиностроение, 1985. -184 с.
5. Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х т. Т.1 / Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К. Мещерякова.- М.: Машиностроение, 1985. –656 с.
6. Справочник технолога- машиностроителя. В 2-х т. Т.2 / Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К. Мещерякова.- М.: Машиностроение, 1985. –496 с.
7. Обработка металлов резанием: Справочник технолога. / Под ред. А.А. Панова, - М.: Машиностроение, 1988. -736 с.
8. Балабанов А.Н. Краткий справочник технолога - машиностроителя. – М.: Издательство стандартов, 1992. –461 с.
9. Мягков В.Д., Палей М.А., Романов А.Б., Баратинский В.А. Допуски и посадки: Справочник. В 2-х ч. –Л.: Машиностроение, Ленинградское отделение, 1983. ч.1 –543 с.; ч. 2 –448 с.
10. Общемашиностроительные нормативы времени для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ, ч. 1.. – М.: Экономика, 1990. – 250 с.

11. Общемашиностроительные нормативы режимов резания, выполняемые на универсальных станках и станках с ЧПУ, ч. 1. - М.: Экономика, 1990.– 418 с.
12. Общемашиностроительные нормативы режимов резания, выполняемые на универсальных станках и станках с ЧПУ, ч. 2. - М.: Экономика, 1990.– 420 с.
13. Краткий справочник металлиста. /Под ред. П.Н. Орлова, В.А. Скороходова –М.: Машиностроение, 1987. –960 с.
14. Справочник инструментальщика. /Под общ. ред. И.А. Ординарцева -Л.: Машиностроение. ленинградское отделение, 1987. –846 с.
15. Кузнецов Ю.И. и др. Оснастка для станков с ЧПУ. Справочник. 2-ое изд., перераб. и доп. –М.: Машиностроение, 1990. – 510 с.
17. Металлообрабатывающий твердосплавный инструмент.: Справочник /Самойлов В.С. и др. –М.: Машиностроение, 1988. – 368 с.
18. Фадюшин И.Л., Музыкант Я.А. и др. Инструмент для станков с ЧПУ, многоцелевых станков и ГПС. –М.: Машиностроение, 1990. – 272 с.
19. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. –М.: Машиностроение, 1975. – 656 с.
20. Горошкин А.К. Приспособления для лабораторных станков: Справочник. – М.: Машиностроение, 1979 –303 с.
21. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т.1 /Под ред. Б.Н.Вардашкина, А.А. Шатилова. – М.: Машиностроение, 1984. – 592 с.
22. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т.2 /Под ред. Б.Н.Вардашкина, В.В. Данилевского. – М.: Машиностроение, 1984. – 656 с.

Дизл.	Взам.	Лодл.											2			
Разраб.	Шарипов															
Проб.	Сатыркин															
Нормир.																
Пробер.																
Н.Контр.	Сатыркин															
Р																
01																
02Т	Резец КО14.976.00 - 02РД.НР2525М150,															
03	Пластина 13124-150608															
04	ДНММ-150608 Т5К10															
05	ТУ РБ 00223728049-99															
06	Резец КО14.976.00 - 02РД.НР2525М150,															
07	Пластина 13124-150608															
08	ДНММ-150608 Т15К6															
09	ТУ РБ 00223728049-99;															
10	Резец 2130-4018 СЛСВР 2525М4,															
11	Пластина Т5С 6 Т17220 Т15К6															
12	ТУ РБ 00223728049-99.															
13	Штангенциркуль ШЦ I-125-0,1 ГОСТ 166															
14	Шаблон 5;															
15	Шаблон 15°;															
16	Шаблон 45°;															

