

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 корпуса
УДК: 621.81.002-213

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10A81	Мареева Елизавета Сергеевна		

Руководитель ВКР

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

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
И.о. директора 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	Мареева Елизавета Сергеевна

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления корпуса	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	01.02.2022г. №32-2/с, Доп. №136-36/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 1000 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 сверлильную операцию 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение проекта. 6. Социальная ответственность.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)		.
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	Ласуков А.А.	К.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10A81			

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

Студенту

Группа	ФИО
10А81	Мареевой Елизавете Сергеевне

Школа	ИШНТП	Отделение (ИШНТП)	Отделение машиностроения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

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

<i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и людских</i>	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска. Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием организации.
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	16% накладные расходы; 1,3 районный коэффициент.
<i>Используемая система налогообложения, ставки, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды - 30,2%.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Анализ конкурентных технических решений SWOT - анализ
<i>2. Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Формирование плана и графика разработки: - определение трудоемкости работ; -определение структуры работ; -разработка графика Ганта. Формирование бюджета затрат на научноеисследование.
<i>3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Определение ресурсоэффективности проекта

Перечень графического материала(с точным указанием обязательных чертежей):

--

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Лизунков Владислав Геннадьевич	К.п.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А81	Мареева Елизавета Сергеевна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
10А81	Мареевой Елизавете Сергеевне

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

Тема ВКР

Разработка технологического процесса изготовления детали корпус

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»

<p>1. Описание технологического процесса, проектирование оснастки и участка ремонта котла на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) <p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	<ul style="list-style-type: none"> - вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения); - опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы); - негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу); - чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера).
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</i> – <i>действие фактора на организм человека;</i> – <i>приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</i> – <i>предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</i> 	<p>Действие выявленных вредных факторов на организм человека. Допустимые нормы (согласно нормативно-технической документации). Разработка коллективных и рекомендации по использованию индивидуальных средств защиты.</p>
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) 	<p>Источники и средства защиты от существующих на рабочем месте опасных факторов (электробезопасность, термические опасности и т.д.). Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</p>

<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p>Вредные выбросы в атмосферу.</p>
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий 	<p>Перечень наиболее возможных ЧС на объекте.</p>
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны 	<p>Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</p>

<p>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</p>	<p>04.05.2022 г.</p>
--------------------------------------------------------------------	----------------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>И.о. директора</p>	<p>Солодский С. А.</p>	<p>к.т.н.</p>		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>10А81</p>	<p>Мареева Елизавета Сергеевна</p>		<p>.</p>

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 107 с., 41 рис., 26 табл., 28 источников, 2 прил.

Ключевые слова: КОРПУС, СТАЛЬ ХВГ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ПРИСПОСОБЛЕНИЯ, РАЗМЕРНЫЙ АНАЛИЗ, МАШИНОСТРОЕНИЕ

Объектом проектирования является технологический процесс изготовления детали «Корпус»

Цель работы – разработка технологического процесса изготовления детали

«Корпус». В работе используется универсальное оборудование, а также универсальное и специальное оборудование, что дает возможность снизить время изготовления детали.

В процессе проектирования проводились выбор заготовки для производства детали; определение размеров и припусков; выбор оборудования, остнастки, режущего и мерительного инструмента; расчет режимов резанья и норм времени на обработку.

В результате проектирования был разработан технологический процесс изготовления детали «Корпус».

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: высокие эксплуатационные показатели при минимальных затратах на изготовление

Область применения: Деталь «Корпус» составная часть детали «Корпус», предназначены для размещения в них сборочных единиц и деталей

Экономическая эффективность/значимость работы: Бюджет затрат на реализацию проекта составил 482305 рублей. Показатель ресурсоэффективности (4,3) говорит об эффективной реализации проекта. На основании полученных результатов выявлено, что реализация данного проекта является экономически целесообразной.

ABSTRACT

The final qualifying work contains explanatory note on 107 pages, 41 sheet of the graphical part of A4 format, 4 sheets on A3, 1 sheet on A2 format

Key words: TECHNOLOGICAL PROCESS, BODY, BASING, FMM (FLEXIBLE MANUFACTURING MODULE), DEVICE, TURNING, MILLING, BORING.

The theme of bachelor qualification work: «Designing the technological process of manufacturing parts «Body»».

The purpose of this final work is to develop efficient technological process. In this technological process is used: high-performance equipment with CNC; modern cutting tool; special and universal devices, which allows to reduce the laboriousness and reduce the time spent on the production of part.

In the course of the implementation of the final qualifying work, the following sections were considered: Designing the technological process of manufacturing the part; Financial management, resource efficiency and resource conservation; Social responsibility.

The following stages were considered in the section of «Process Design»: processability analysis; the design of the technological route and operations; dimensional analysis; developed control programs for CNC machines; developed a special device; FMM scheme proposed.

In the section «Social responsibility», the harmful factors inherent in this technological process were reviewed, the most probable state of emergency was selected and measures for its elimination were developed.

In the section «Financial Management, Resource Efficiency and Resource Saving», the cost of developing a technological process is calculated.

Оглавление

Техническое задание.....	13
1. Расчеты и аналитика.....	15
1.1 Технологическая часть.....	15
1.1.1 Определение типа производства.....	15
1.1.2 Анализ технологичности конструкции детали.....	16
1.1.3 Выбор исходной заготовки.....	17
1.1.4 Разработка технологии изготовления детали.....	17
1.1.5 Расчет припусков и диаметральных технологических размеров.....	24
1.1.6 Расчет припусков и осевых технологических размеров.....	28
1.1.7 Расчет режимов резания.....	34
1.1.8 Выбор средств технологического оснащения.....	50
1.1.9 Выбор инструмента.....	54
1.1.10 Расчет основного времени.....	56
1.2.Конструкторский раздел.....	75
1.2.1 Анализ исходных данных.....	75
1.2.2 Разработка принципиальной расчетной схемы приспособления.....	76
1.2.3 Описание конструкций и работы приспособления.....	76
1.2.4 Определение необходимой силы зажима.....	77
2. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	79
2.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	79
2.1.1 Анализ решений.....	79
2.2 Swot анализ.....	80
2.2.1 Планирование научно-исследовательских работ.....	83
2.2.2 Определение трудоемкости работ.....	83
2.2.1 Разработка графика проведения работ.....	84
2.2.4 Бюджет научно-технического исследования.....	85
2.2.5 Расчёт затрат специальное оборудование.....	86
2.2.6Основная заработная плата исполнителей темы.....	86
2.2.7Дополнительная заработная плата.....	87
2.2.8 Отчисление во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	88
2.2.9 Прочие прямые расходы.....	88
2.2.10 Накладные расходы.....	88
2.2.11Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	89
2.2.12Определение ресурсной финансовой эффективности.....	90
Заключение.....	92
3 Социальная ответственность.....	93
3.1Описание рабочего места.....	93
3.2 Правовые и организационные вопросы.....	93
3.3 Анализ выявленных вредных факторов.....	95
3.3.1 Превышение шума.....	95
3.3.2 Повышенный уровень вибрации.....	96

3.4 Правила пожарной безопасности.....	102
Выводы.....	104
Заключение.....	105
Список использованных источников.....	106

Техническое задание.

Разработать технологический процесс изготовления колпака. Чертёж детали представлен на формате А2. Годовая программа выпуска: 1000 шт.

1. Расчеты и аналитика

1. Технологическая часть

1.1.1 Определение типа производства

Тип производства определяется по коэффициенту закрепления операций

$$K_{30} = \frac{t_d}{t_{шс}}, \quad (1)$$

где t_d – такт выпуска деталей;

$t_{шс}$ – среднее штучное время операций.

Такт выпуска деталей определяется по формуле

$$t_d = 60\Phi_d/N, \quad (2)$$

где Φ_d – действительный годовой фонд времени оборудования;

$N = 1000$ – годовой объем выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования определяем по табл. 2.1

[1, с.22] при двухсменном режиме работы: $F_r = 4015$ ч.

Среднее штучное время рассчитывают по формуле

$$t_{шс} = \sum_{i=1}^n t_{ши}/n, \quad (3)$$

где $t_{ши}$ – штучное время i -ой операции изготовления детали;

n – число основных операций в технологическом процессе.

Штучное время каждой операции определяется как

$$t_{ш} = \varphi_k * T_0, \quad (4)$$

где φ_k – коэффициент, зависящий от вида станка;

T_0 – основное технологическое время.

Заготовительная операция:

Отрезание

$$\varphi_k = 1,5$$

$$T_0 = 0,00019 * D^2$$

$$t_{ш0} = 1,5 * 0,00019 * 160^2 = 7,2$$

Внутришлифовальная:

Шлифование отверстия

$$\varphi_k = 2,10$$

$$T_0 = 0,0018 * d * l$$

$$t_{ш5} = 2,10 * 0,0018 * 43 * 28 = 4,5$$

Сверлильная операция:

Сверление

$$\varphi_k = 1,72$$

$$T_0 = 0,00052 * d * l$$

$$t_{ш2} = (1,72 * 0,00052 * 8 * 18) * 2 = 0,25$$

Резьбонарезная операция:

нарезание резьбы в отверстиях

$$\varphi_k = 1,72$$

$$T_0 = 0,0004 * d * l$$

$$t_{ш8} = (1,72 * 0,0004 * 8 * 18) * 2 = 0,19$$

Среднештучное время:

$$t_{шс} = \frac{7,2 + 4,5 + 0,25 + 0,19}{4} = 3,035$$

Коэффициент закрепления операций:

$$K_{30} = \frac{60 * 4015/1000}{3,035} = 39,37$$

$K_{30} > 20$, что соответствует мелкосерийному производству.

1.1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Деталь – корпус представляет собой тело вращения, изготавливаемое из стали ХВГ. Деталь имеет достаточно простую конструкцию. Обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям, деталь является достаточно жесткой.

Деталь имеет совокупность поверхностей, которые могут быть использованы в качестве технологических баз.

Химический состав Сталь ХВГ

Таблица 1 - Химический состав

Химический элемент	%
Вольфрам (W)	1.20-1.60
Кремний (Si)	0.10-0.40
Медь (Cu), не более	0.30
Молибден (Mo), не более	0.30
Марганец (Mn)	0.80-1.10
Никель (Ni), не более	0.35
Фосфор (P), не более	0.030
Хром (Cr)	0.90-1.20
Сера (S), не более	0.030

1.1.3 Выбор исходной заготовки

С учетом технологических свойств материала детали, её габаритов и массы, требований к механическим свойствам, а также типа производства, выбираем в качестве исходной заготовки – прокат горячекатаный.

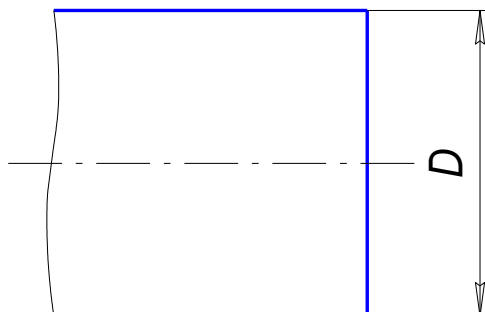


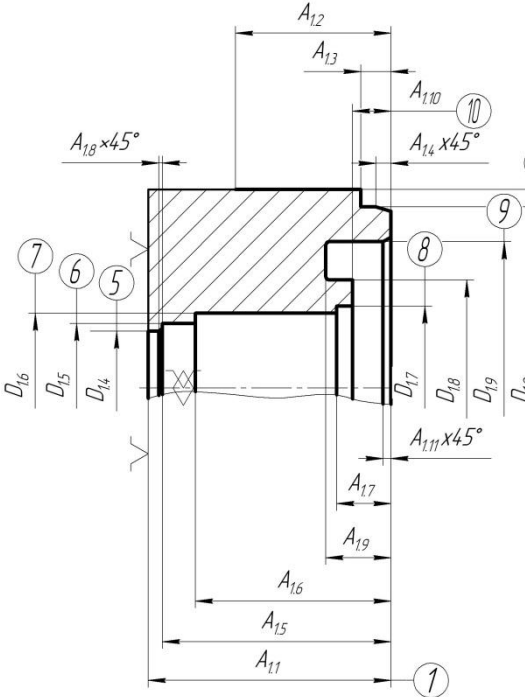
Рисунок. 2 Заготовка

1.1.4 Разработка технологии изготовления детали

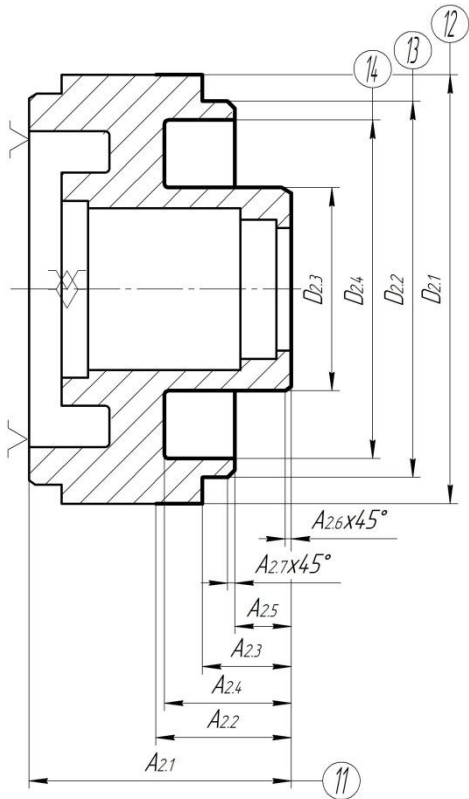
Таблица 2 – Разработка технологического процесса

№ оп.	эскиз	Содержание операции
1	2	3
005		<p>Заготовительная</p> <p>1) Отрезать заготовку, выдержав размер А0.1</p>

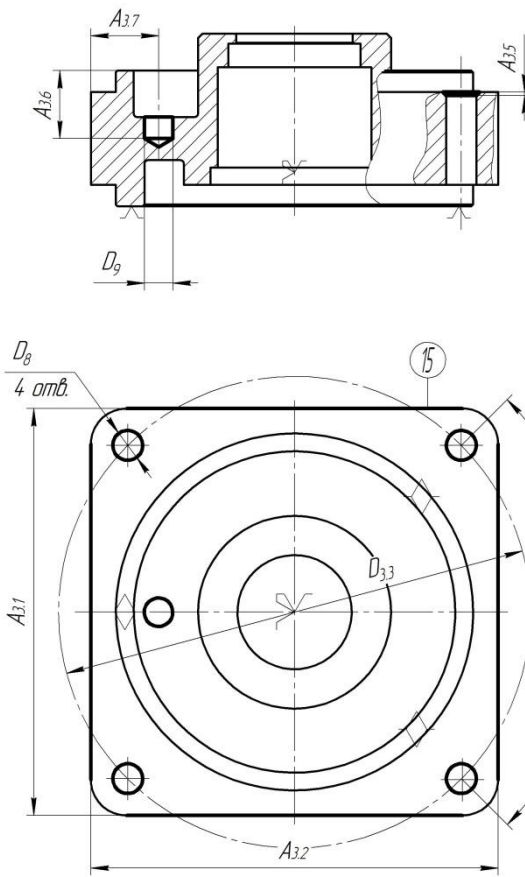
Продолжение таблицы 2

1	2	3
010		<p>Токарная</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Подрезать торец 1, выдержав размер A1.1 2) Точить пов. 2, выдерживая размеры D1.1 и A1.2 3) Точить пов. 3, выдержав размеры D1.2 и A1.3 4) Снять фаску выдерживая размер A1.4x45 5) Центровать торец 6) Сверлить отверстие, выдержав размер D1.3 7) Расточить пов. 5, выдержав размер D1.4 8) Расточить пов. 6 до D1.5, выдержав размер A1.5 9) Расточить пов. 7 до D1.6, выдержав размер A1.6 10) Расточить пов. 8 до D1.7, выдержав размер A1.7 11) Снять фаску выдержав размер A1.8x45 12) Точить пов. 9 выдерживая размеры D1.8, D1.9, A1.9 13) Точить торец 10, выдержав размер A1.10 14) Точить фаску выдержав размер A1.11x45

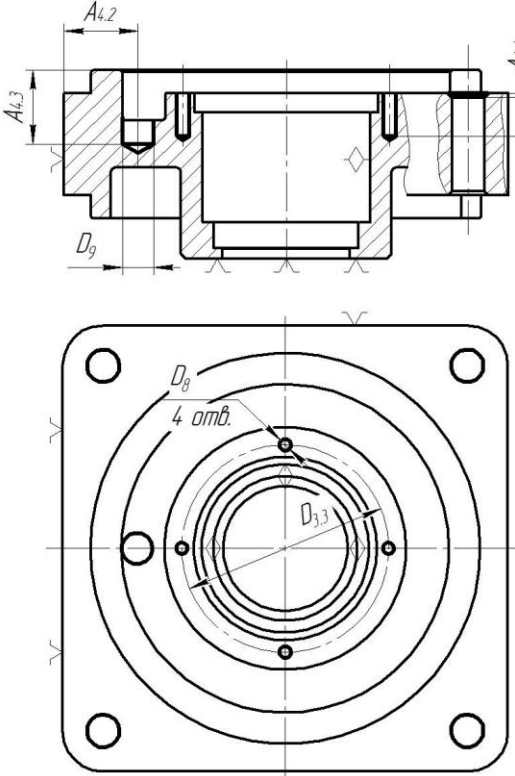
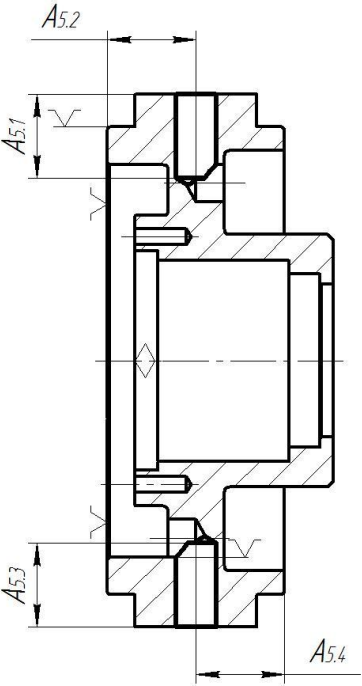
Продолжение таблицы 2

1	2	3
015	 <p>The drawing shows a cross-section of a stepped shaft with the following dimensions and callouts:</p> <ul style="list-style-type: none"> Vertical dimensions (diameters): $D_{2.1}$, $D_{2.2}$, $D_{2.3}$, $D_{2.4}$ Horizontal dimensions (lengths): $A_{2.1}$, $A_{2.2}$, $A_{2.3}$, $A_{2.4}$, $A_{2.5}$, $A_{2.6 \times 45^\circ}$, $A_{2.7 \times 45^\circ}$ Callouts: 11, 12, 13, 14 	<p>Токарная с ЧПУ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Подрезать торец 11, выдержав р-р A2.1 2) Точить пов. 12, выдерживая р-ры D2.1, A2.2 3) Точить пов. 13, выдерживая р-ры D2.2, A2.3 4) Точить пов. 14, выдерживая р-ры D2.3, D2.4, A2.4, A2.5, 5) Снять фаску выдержав р-р A2.6x45 6) Снять фаску выдержав р-р A2.7x45

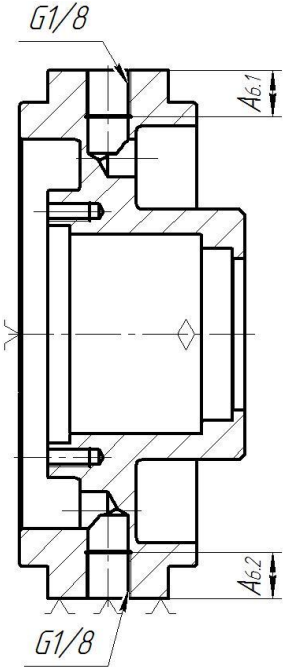
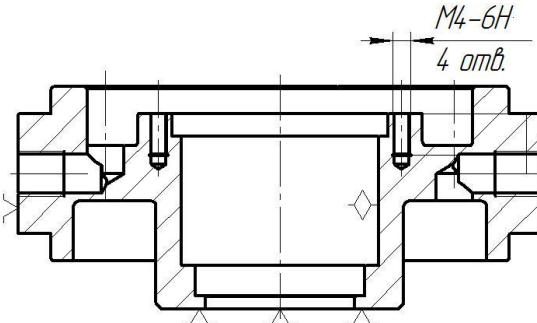
Продолжение таблицы 2

1	2	3
020		<p>Фрезерная с ЧПУ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Фрезеровать пов. 15, выдерживая р-ры А3.1 и А3.2 2)Сверлить 4 сквозных отв. D8, выдерживая р-ры D3.3, и угол 90 3)Зенковать 4 отв. выдержав р-р А3.5 4)Сверлить отв. D8, Выдерживая р-ры А3.6, А3.7

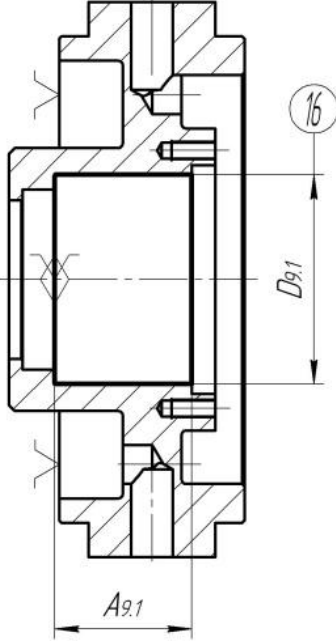
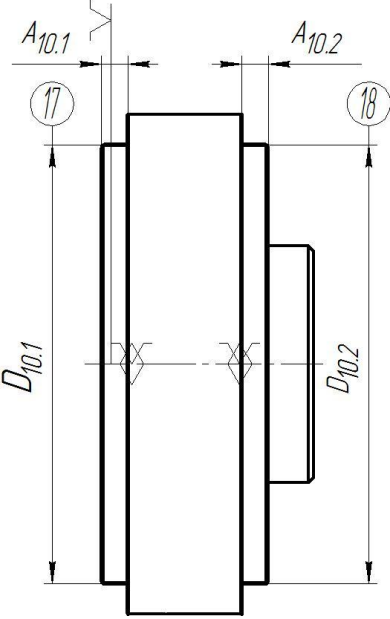
Продолжение таблицы 2

1	2	3
025		<p>Фрезерная с ЧПУ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Сверлить 4 отв. D3 выдерживая р-ры D3.3, A4.1 2) Сверлить отв. D8 выдерживая р-ры A4.2, A4.3 3) Зенковать 4 отв. выдержав р-р A4.4
030		<p>Сверлильная</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Сверлить 2 отв. D8 выдерживая р-ры A5.1, A5.2, A5.3, A5.4

Продолжение таблицы 2

1	2	3
035		<p>Резьбонарезная</p> <p>1) Нарезать резьбу G1/8 выдерживая р-ры А6.1 и А6.2</p>
040		<p>Резьбонарезная</p> <p>1) Нарезать резьбу M4-6H выдерживая р-р А7.1</p>
045	Термическая	1) Закалить и отпустить HRC 40...45

Продолжение таблицы 2

1	2	3
050		<p>Внутришлифовальная</p> <p>1) Шлифовать пов. 16 выдерживая р-ры D9.1, A9.1</p>
055		<p>Круглошлифовальная</p> <p>1) Шлифовать пов. 17 выдерживая р-ры D10.1, A10.1 2) Шлифовать пов. 18 выдерживая р-ры D10.2, A10.2</p>

1.1.5 Расчет припусков и диаметральных технологических размеров

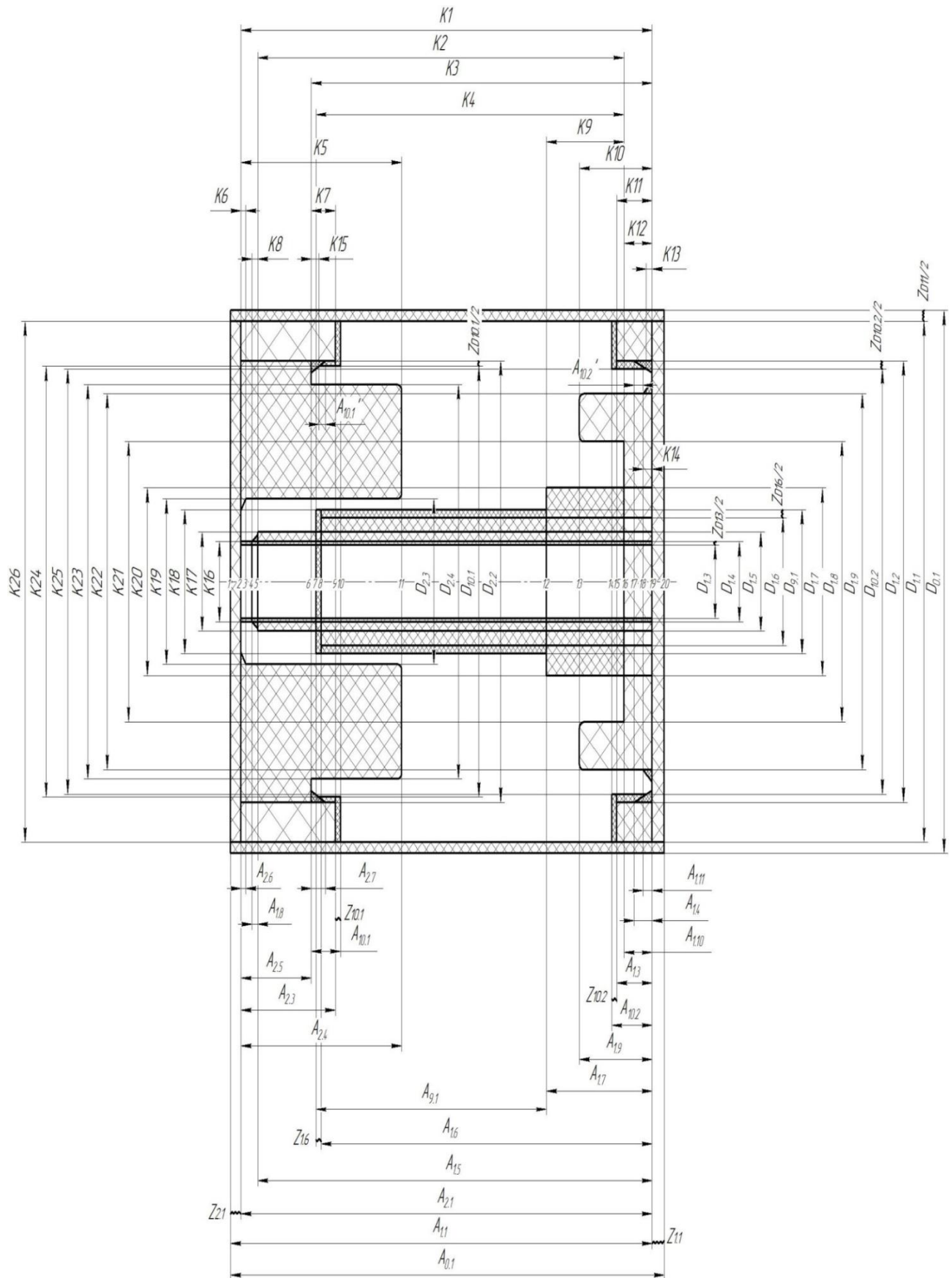


Рисунок. 3 Размерная схема

Допуски на диаметральные размеры

$$TD_{0.1} = 0,25 \text{ мм};$$

$$TD_{1.1} = 0,16 \text{ мм};$$

$$TD_{1.2} = 0,14 \text{ мм};$$

$$TD_{1.3} = 0,52 \text{ мм};$$

$$TD_{1.4} = 0,1 \text{ мм};$$

$$TD_{1.5} = 0,1 \text{ мм};$$

$$TD_{1.6} = 0,1 \text{ мм};$$

$$TD_{1.7} = 0,1 \text{ мм};$$

$$TD_{1.8} = 0,19 \text{ мм};$$

$$TD_{1.9} = 0,22 \text{ мм};$$

$$TD_{2.2} = 0,14 \text{ мм};$$

$$TD_{2.3} = 0,12 \text{ мм};$$

$$TD_{2.4} = 0,22 \text{ мм};$$

$$TD_{9.1} = 0,025 \text{ мм};$$

$$TD_{10.1} = 0,035 \text{ мм};$$

$$TD_{10.2} = 0,035 \text{ мм};$$

Расчёт начинаем с проверки условия:

$$TK_i \geq \sum TA_i, \quad (5)$$

Для размера K_{15} (см. рисунок 3): $TK_{1.5} = 0,13 \geq TD_{1.4} = 0,1$ мм, т. е. размер K_8 может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера K_{16} (см. рисунок 3): $TK_{1.6} = 0,25 \geq TD_{1.5} = 0,1$ мм, т. е. размер K_9 может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера K_{17} (см. рисунок 3): $TK_{1.7} = 0,052 \geq TD_{9.1} = 0,025$ мм, т. е. размер K_{10} может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера K_{18} (см. рисунок 3): $TK_{1.8} = 0,19 \geq TD_{2.3} = 0,12$ мм, т. е. размер K_{11} может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера K_{19} (см. рисунок 3): $TK_{1.9} = 0,16 \geq TD_{1.7} = 0,1$ мм, т. е. размер K_{12} может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера K_{20} (см. рисунок 3): $TK_{2.0} = 0,3 \geq TD_{1.8} = 0,19$ мм, т. е. размер K_{12} может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера K_{21} (см. рисунок 3): $TK_{2.1} = 0,35 \geq TD_{1.9} = 0,22$ мм, т. е. размер K_{12} может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера K_{22} (см. рисунок 3): $TK_{2.2} = 0,35 \geq TD_{2.4} = 0,22$ мм, т. е. размер K_{12} может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера K_{23} (см. рисунок 3): $TK_{2.3} = 0,159 \geq TD_{1.2} = 0,14$ мм, т. е. размер K_{12} может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера K_{24} (см. рисунок 3): $TK_{2.4} = 0,159 \geq TD_{2.2} = 0,14$ мм, т. е. размер K_{12} может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера K_{24} (см. рисунок 3): $TK_{2.5} = 0,22 \geq TD_{1.1} = 0,16$ мм, т. е. размер K_{12} может быть обеспечен с заданной точностью.

$$\begin{aligned} D_{1.1} &= K_{26} = 153_{-1} \text{ мм} \\ D_{10.1} &= K_{24} = 100_{-0.125}^{-0.036} \text{ мм} \\ D_{1.4} &= K_{16} = 32,7^{+0.1} \text{ мм} \\ D_{1.5} &= K_{17} = 37^{+0.1} \text{ мм} \\ D_{1.7} &= K_{20} = 47^{+0.1} \text{ мм} \\ D_{1.8} &= K_{21} = 62^{+0.22} \text{ мм} \\ D_{10.2} &= K_{25} = 100_{-0.125}^{-0.036} \text{ мм} \\ D_{2.3} &= K_{19} = 54^{+0.12} \text{ мм} \end{aligned}$$

$$D_{2,4} = K_{23} = 90^{+0,22} \text{ мм}$$

$$D_{9,1} = K_{18} = 43^{+0,025} \text{ мм}$$

Формула для расчета минимального припуска на обработку поверхностей вращения:

$$2Z_{\text{imin}} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (6)$$

где Rz_{i-1} – шероховатость поверхности на предшествующем переходе или операции, мкм;

h_{i-1} – толщина дефектного поверхностного слоя, полученного на предшествующем переходе или операции, мкм;

ρ_{i-1} – суммарное пространственное отклонение обрабатываемой поверхности, полученное на предшествующем переходе или операции, мкм;

Прокат горячекатаный обычной точности:

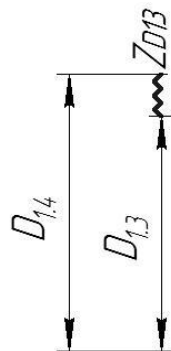
$$R = 0,1 \text{ мм} \quad h = 0,1 \text{ мм} \quad \rho = 0,13 \text{ мм} \quad \varepsilon = 0 \text{ мкм}$$

Точение черновое:

$$R = 0,15 \text{ мм} \quad h = 0,1 \text{ мм} \quad \rho = 0,11 \text{ мм} \quad \varepsilon = 0 \text{ мкм}$$

$$2Z_{12 \text{ min}}^D = 2Z_{22 \text{ min}}^D = 2Z_{14 \text{ min}}^D = 2(0,1 + 0,1 + 0,13) = 0,66 \text{ мм}$$

$$2Z_{43 \text{ min}}^D = 2(0,15 + 0,1 + 0,11) = 0,72 \text{ мм}$$



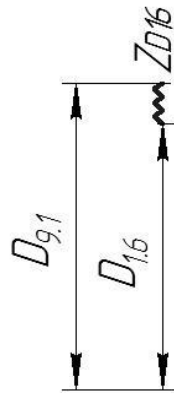
Находим $D_{1,3}$

$$D_{1,4}^c = 32,75 \text{ мм};$$

$$Z_{D1,3}^c = Z_{D1,3 \text{ min}}^c + (TD_{1,4} + TD_{1,3})/2 = 0,72 + (0,1 + 0,035)/2 = 0,787 \text{ мм};$$

$$D_{1,3}^c = D_{1,4}^c - Z_{D1,3}^c = 31,72 \text{ мм};$$

$$D_{1,3} = 31,46^{+0,52} \text{ мм}.$$



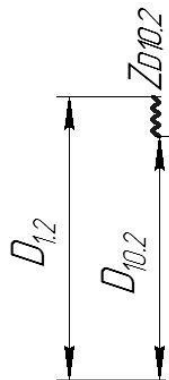
Находим $D_{1.6}$

$$D_{9.1}^c = 43,0125 \text{ мм};$$

$$Z_{D16}^c = Z_{D16 \text{ min}} + (TD_{9.1} + TD_{1.6})/2 = 0,72 + (0,025 + 0,1)/2 = 0,7825 \text{ мм};$$

$$D_{1.6}^c = D_{9.1}^c - Z_{D16}^c = 42,23 \text{ мм};$$

$$D_{1.6} = 42,18^{+0,1} \text{ мм}.$$



Находим $D_{1.2}$

$$D_{10.2}^c = 99,92 \text{ мм};$$

$$Z_{D10.2}^c = Z_{D10.2 \text{ min}} + (TD_{12} + TD_{10.2})/2 = 0,72 + (0,14 + 0,035)/2 = 0,8075 \text{ мм};$$

$$D_{1.2}^c = D_{10.2}^c + Z_{D10.2}^c = 99,92 + 0,8075 = 100,728 \text{ мм};$$

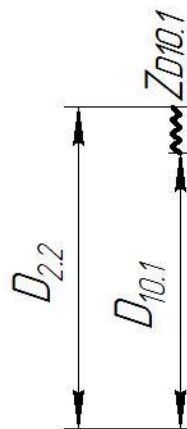
$$D_{1.2} = 100,73_{-0,14} \text{ мм}.$$

Фактическое значение припуска:

$$Z_{D10.2} = D_{12} - D_{10.2} = 100,73_{-0,14} -$$

$$Z_{D10.2}/2 = 0,365_{-0,05}^{+0,06}$$

$$100_{-0,123}^{-0,036} 0,73_{-0,10}^{-0,12}$$



Находим $D_{2.2}$

$$D_{10.1}^c = 99,92 \text{ мм};$$

$$Z_{D10.1}^c = Z_{D10.1 \text{ min}} + (TD_{2.2} + TD_{10.1})/2 = 0,72 + (0,14 + 0,035)/2 = 0,8075 \text{ мм};$$

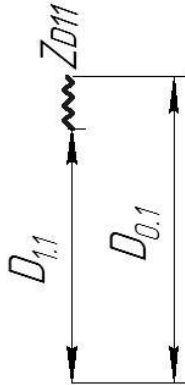
$$D_{2.2}^c = D_{10.1}^c + Z_{D10.1}^c = 100,728 \text{ мм};$$

$$D_{2.2}=100,73_{-0,14} \text{ мм.}$$

Фактическое значение припуска:

$$Z_{D10.1}=D_{22}-D_{10.1}=100,73_{-0,14}-100_{-0,123}^{-0,036}=0,73_{-0,10}^{-0,12}$$

$$Z_{D10.1}/2=0,365_{-0,05}^{+0,06}$$



Находим $ZD_{1.1}$.

$$D_{1.1}^c = D_{11} + (BOD_{1.1} + HOD_{1.1})/2 = 153 + 1/2 = 153,5 \text{ мм;}$$

$$D_{1.1} = 10,5 \pm 0,5$$

$$TD_{0.1} = 0,9 - (-2,5) = 3,4 \text{ мм}$$

$$ZD_{1.1}^c = ZD_{1.1 \text{ min}} + (TD_{1.1} + TD_{0.1})/2 = 0,66 + (1 + 3,4)/2 = 2,86 \text{ мм;}$$

$$D_{0.1}^c = D_{1.1}^c + ZD_{1.1}^c = 153,5 + 2,86 = 156,36 \text{ мм}$$

$$D_{0.1} = D_{0.1}^c - (BOD_{0.1} + HOD_{0.1})/2 = 156,36 - (0,9 - 2,5)/2 = 155,56$$

$$D_{0.1} = 155,56_{-2,5}^{+0,9} \text{ выбираем прокат } D = 160 \text{ мм}$$

$$\text{Следовательно } D_{0.1} = 160_{-2,5}^{+0,9}$$

1.1.6 Расчет припусков и осевых технологических размеров

Назначаем допуски на осевые технологические размеры. Берем их равными средней статистической погрешности механической обработки из приложения 1 [2, с. 74].

Допуски на технологические размеры:

$$TA_{0.1} = 0,30 \text{ мм;}$$

$$TA_{1.1} = 0,12 \text{ мм;}$$

$$TA_{1.3} = 0,048 \text{ мм;}$$

$$TA_{1.4} = 0,04 \text{ мм;}$$

$$TA_{1.5} = 0,1 \text{ мм;}$$

$$TA_{1.6} = 0,1 \text{ мм;}$$

$$TA_{1.7} = 0,022 \text{ мм;}$$

$$TA_{1.8} = 0,04 \text{ мм;}$$

$$TA_{1.9} = 0,07 \text{ мм;}$$

$$TA_{1.10} = 0,048 \text{ мм;}$$

$$TA_{1.11} = 0,04 \text{ мм;}$$

$$TA_{2.1} = 0,16 \text{ мм;}$$

$$TA_{2.3} = 0,07 \text{ мм;}$$

$$TA_{2.4} = 0,084 \text{ мм;}$$

$TA_{2.5} = 0,058 \text{ мм};$
 $TA_{2.6} = 0,04 \text{ мм};$
 $TA_{9.1} = 0,025 \text{ мм};$

$TA_{10.1} = 0,048 \text{ мм};$
 $TA_{10.2} = 0,048 \text{ мм};$

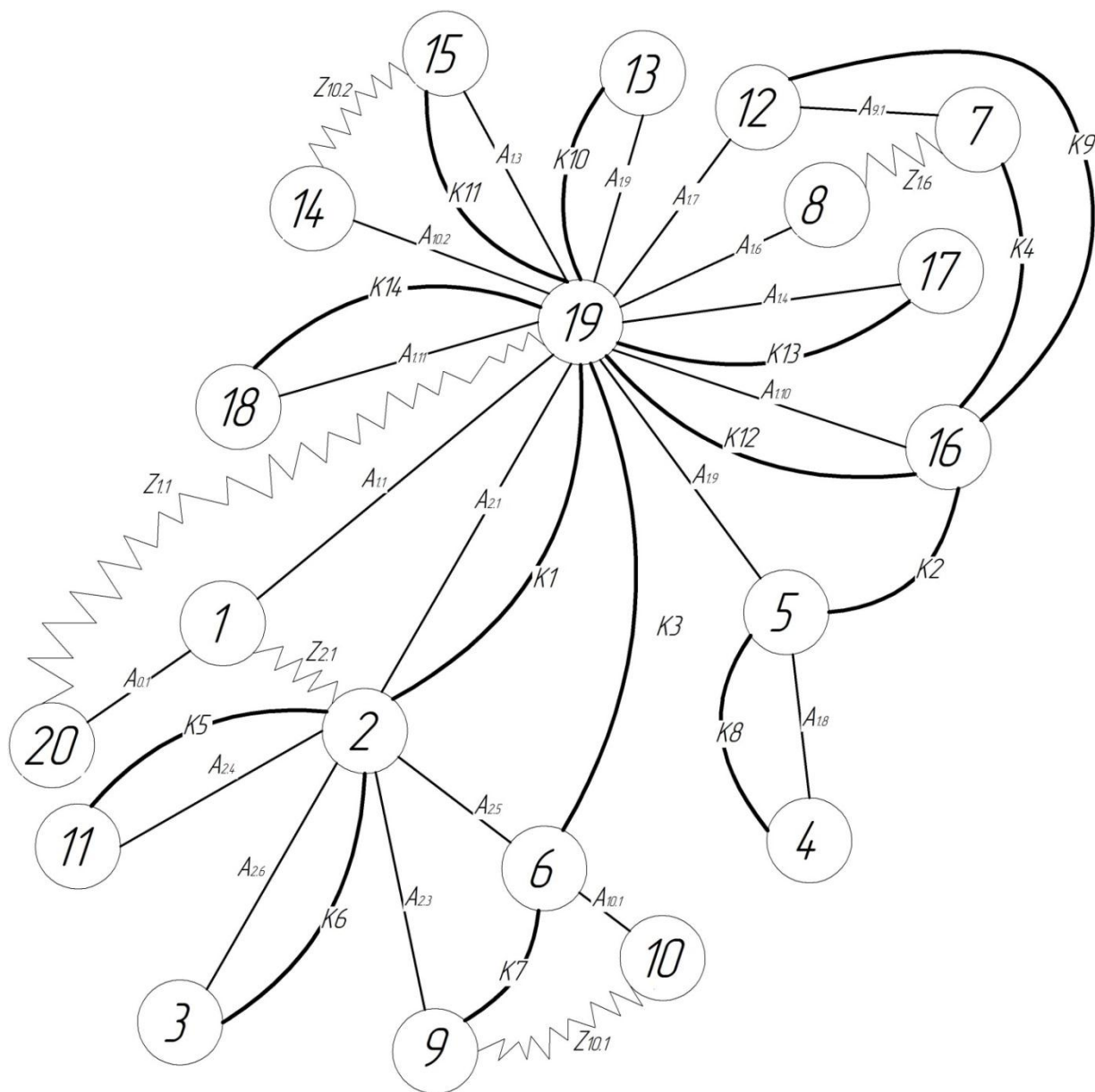


Рис.4 Граф технологических размерных цепей

Расчёт начинаем с проверки условия:

$$TK_i \geq \sum TA_i, \quad (7)$$

Для размера $TK_1 = 0,19 \geq TA_{2.1} = 0,16$ мм, т. е. размер K_1 обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_2 = 0,19 \geq TA_{1.10} + TA_{1.5} = 0,148$ мм, т. е. размер K_2 обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_3 = 0,25 \geq TA_{2.5} + TA_{2.1} = 0,218$ мм, т. е. размер K_3 обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_4 = 0,19 \geq TA_{1.10} + TA_{1.7} + TA_{9.1} = 0,095$ мм, т. е. размер K_4 обеспечен с заданной точностью.

Для размера $K_5 = 0,25 \geq TA_{2.4} = 0,084$ мм, т. е. размер K_5 обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_6 = 0,25 \geq TA_{2.6} = 0,04$ мм, т. е. размер K_6 обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_7 = 0,15 \geq TA_{2.5} + TA_{2.3} = 0,128$ мм, т. е. размер K_7 обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_8 = 0,14 \geq TA_{1.8} = 0,04$ мм, т. е. размер K_8 обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_9 = 0,075 \geq TA_{1.7} + TA_{1.10} = 0,7$ мм, т. е. размер K_9 обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_{10} = 0,18 \geq TA_{1.9} = 0,07$ мм, т. е. размер K_{10} обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_{11} = 0,15 \geq TA_{1.3} = 0,048$ мм, т. е. размер K_{11} обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_{12} = 0,1 \geq TA_{1.10} = 0,048$ мм, т. е. размер K_{12} обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_{13} = 0,14 \geq TA_{1.4} = 0,04$ мм, т. е. размер K_{13} обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_{14} = 0,14 \geq TA_{1.11} = 0,04$ мм, т. е. размер K_{14} обеспечен с заданной точностью.

$$A_{2.1} = K_1 = 48,4^{+0.16} \text{ мм}$$

$$A_{2.4} = K_5 = 23,4^{+0.084} \text{ мм}$$

$$A_{2.6} = K_6 = 1^{+0.04} \times 45^\circ \text{ мм}$$

$$A_{1.8} = K_8 = 0,25^{+0.04} \times 45^\circ \text{ мм}$$

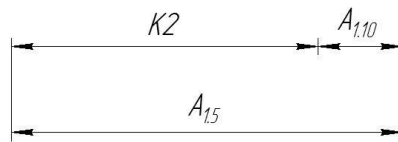
$$A_{1.9} = K_{10} = 13^{+0.07} \text{ мм}$$

$$A_{1.3} = K_{11} = 6^{+0.048} \text{ мм}$$

$$A_{1.10} = K_{12} = 6^{+0.048} \text{ мм}$$

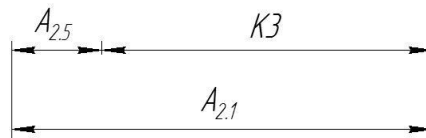
$$A_{1.4} = K_{13} = 0,5^{+0.04} \times 45^\circ \text{ мм}$$

$$A_{1.11} = K_{14} = 0,5^{+0.04} \times 45^\circ \text{ мм}$$



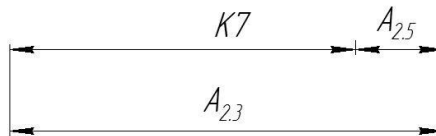
Найдём $A_{1,5}^c$:

$$A_{1,5}^c = K_2^c + A_{1,10}^c = 39,695 + 6,024 = 45,719 \pm 0,024 \text{ мм}$$



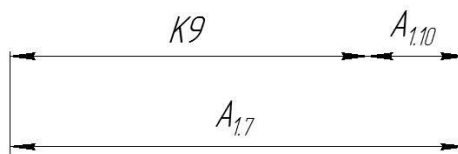
Найдём $A_{2,3}^c$:

$$A_{2,3}^c = A_{2,1}^c - K_3^c = 48,408 - 37,875 = 10,533 \pm 0,029 \text{ мм}$$



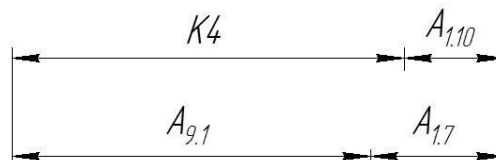
Найдём $A_{2,3}^c$:

$$A_{2,3}^c = K_7^c + A_{2,5}^c = 6,075 + 10,533 = 16,608 \pm 0,035 \text{ мм}$$



Найдём $A_{1,7}^c$:

$$A_{1,7}^c = K_9^c + A_{1,10}^c = 4,853 + 6,024 = 10,877 \pm 0,024 \text{ мм}$$



Найдём $A_{9,1}^c$:

$$A_{9,1}^c = K_4^c + A_{1,10}^c - A_{1,7}^c = 33,095 + 6,024 - 10,877 = 28,241 \pm 0,0125 \text{ мм}$$

Формула для расчета минимальных припусков на обработку плоскостей:

$$Z_{imin} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1}$$

$$\rho_{i-1} = \rho_{\phi_{i-1}} + \rho_{p_{i-1}}$$

где $\rho_{\phi_{i-1}}$ – погрешность формы обрабатываемой поверхности;
 $\rho_{p_{i-1}}$ – погрешность расположения обрабатываемой поверхности.

Прокат горячекатанный обычной точности:

$$R=0,1\text{мм} \quad h=0,1\text{мм} \quad \rho =0,13\text{мм}$$

Точение черное:

$$R=0,1\text{мм} \quad h=0,08\text{мм} \quad \rho =0,05\text{мм}$$

Точение чистовое:

$$R=0,02\text{мм} \quad h=0,02\text{мм} \quad \rho =0,02\text{мм}$$

Шлифование черновое:

$$R=0,03\text{мм} \quad h=0,04\text{мм} \quad \rho =0,02\text{мм}$$

Минимальный припуск на черновую подрезку торца:

$$Z_{1,1 \min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0,1 + 0,1 + 0,13 = 0,33 \text{ мм.}$$

$$Z_{2,1 \min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0,1 + 0,1 + 0,13 = 0,33 \text{ мм.}$$

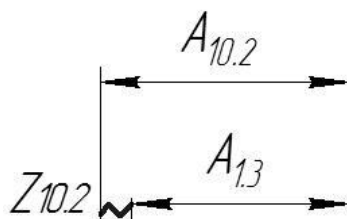
Минимальный припуск на чистовую подрезку торца:

$$Z_{10,2 \min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0,1 + 0,02 + 0,02 = 0,14 \text{ мм.}$$

$$Z_{10,1 \min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0,1 + 0,02 + 0,02 = 0,14 \text{ мм.}$$

Минимальный припуск на черновое шлифование торца:

$$Z_{1,6 \min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0,03 + 0,04 + 0,02 = 0,09 \text{ мм.}$$



Найдём $A_{10.2}$

$$A_{1.3} = 6^{+0,048} \text{ мм};$$

$$A_{1.3}^c = 6,024 \pm 0,024 \text{ мм}$$

$$Z_{10.2 \max} = Z_{10.2 \min} + TA_{1.3} + TA_{10.2} = 0,09 + 0,048 + 0,048 = 0,186 \text{ мм}$$

$$Z_{10.2}^c = (Z_{10.2 \max} + Z_{10.2 \min}) / 2 = (0,186 + 0,09) / 2 = 0,138 \text{ мм}$$

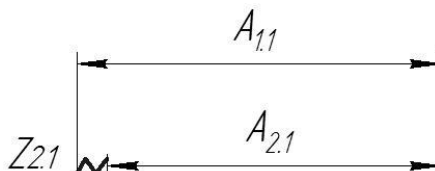
$$A_{10.2}^c = A_{1.3}^c + Z_{10.2}^c = 6,024 + 0,138 = 6,162 \text{ мм}$$

$$A_{10.2} = 6,162 \pm 0,024$$

Определим фактическое значение припуска:

$$Z_{10.2} = A_{10.2} - A_{1.3} = 6,162 \pm 0,024 - 6^{+0,048} = 0,162^{+0,024}_{-0,072} \text{ мм}$$

$$Z_{10.2 \min} = 0,09 \text{ мм}$$



Найдём $A_{1.1}$

$$A_{2.1} = 48,4^{+0,016} \text{ мм};$$

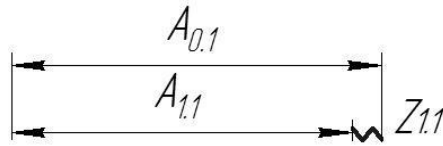
$$A_{2.1}^c = 48,408 \pm 0,008 \text{ мм}$$

$$Z_{2.1 \max} = Z_{2.1 \min} + TA_{2.1} + TA_{1.1} = 0,33 + 0,016 + 0,012 = 0,358 \text{ мм}$$

$$Z_{2.1}^c = (Z_{2.1 \max} + Z_{2.1 \min}) / 2 = (0,358 + 0,33) / 2 = 0,344 \text{ мм}$$

$$A_{1.1}^c = A_{2.1}^c + Z_{2.1}^c = 48,408 + 0,344 = 48,752 \text{ мм}$$

$$A_{1.1} = 48,752 \pm 0,06$$



Найдём $A_{0.1}$

$$A_{1.1} = 48,752 \pm 0,06$$

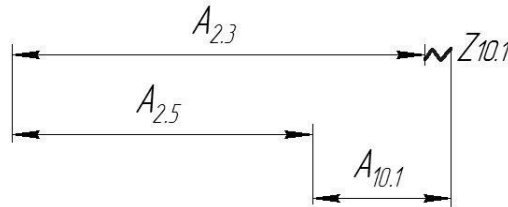
$$A_{1.1}^c = 48,752 \text{ мм}$$

$$Z_{1.1 \max} = Z_{1.1 \min} + TA_{1.1} + TA_{0.1} = 0,33 + 0,016 + 0,30 = 0,646 \text{ мм}$$

$$Z_{1.1}^c = (Z_{1.1 \max} + Z_{1.1 \min}) / 2 = (0,646 + 0,33) / 2 = 0,488 \text{ мм}$$

$$A_{0.1}^c = A_{1.1}^c + Z_{1.1}^c = 48,752 + 0,488 = 49,24 \text{ мм}$$

$$A_{0.1} = 49,24 \pm 0,015$$



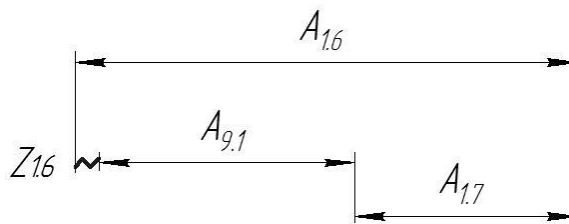
Найдём $A_{10.1}$

$$TA_{10.1} = 0,048 \text{ мм}$$

$$Z_{10.1}^c = Z_{10.1 \min} + (TA_{2.3} + TA_{2.5} + TA_{10.1}) / 2 = 0,09 + (0,07 + 0,058 + 0,048) / 2 = 0,178 \text{ мм}$$

$$A_{10.1}^c = A_{2.3}^c + Z_{10.1}^c - A_{2.5}^c = 16,608 + 0,178 - 10,533 = 6,253 \text{ мм}$$

$$A_{10.1} = A_{10.1}^c - TA_{10.1} / 2 = 6,253 - 0,024 = 6,229 \pm 0,024 \text{ мм.}$$



Найдём $A_{1.6}$

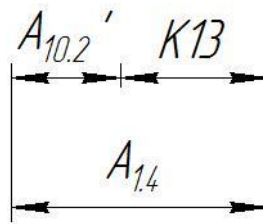
$$TA_{1.6} = 0,1 \text{ мм}$$

$$Z_{1.6}^c = Z_{1.6 \min} + (TA_{1.6} + TA_{9.1} + TA_{1.7}) / 2 = 0,09 + (0,1 + 0,025 + 0,022) / 2 = 0,1635 \text{ мм}$$

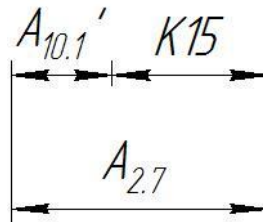
$$A_{1.6}^c = A_{9.1}^c + Z_{1.6}^c + A_{1.7}^c = 28,2415 + 0,1635 + 10,87775 = 39,28 \text{ мм.}$$

$$A_{1.6} = A_{1.6}^c - TA_{1.6} / 2 = 39,28 - 0,5 = 38,28 \pm 0,5 \text{ мм.}$$

Расчёт фасок K13 и K15



$$A_{1.4}^c = K_{13}^c + A_{10.2}'^c = 0,5 + 0,365 = 0,87 \pm 0,05$$



$$A_{2.7}^c = K_{15}^c + A_{10.1}'^c = 0,5 + 0,365 = 0,87 \pm 0,05$$

1.1.7 Расчет режимов резания

Отрезная операция 005

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями таблицы 3

[3, с. 178] – T15K6.

Подача на зуб по таблице 108 [4, с.425] при металл : $S = 0,05$ мм/зуб,
 $Z=30$

Скорость резания $V = 50$ м/мин

Период стойкости инструмента принимаем: $T=30$ мин.

Минутная подача $S_m = 1500$ мм/мин

$$t_0 = \frac{D_{px}}{S_m} = \frac{230 \text{ мм}}{1500} = 0,15 \text{ мин}$$

Где D_{px} -длина рабочего хода

Ширина полотна $t=3...5=5$ мм

Токарная операция 010

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – BK8.

Переход 1 точение торца

Глубина резания: $t = Z_{11}^c = 0,488$ мм.

Подача по таблице 15 [4, с.366] для данной глубины резания:

$S = 1$ мм/об

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v \quad (8)$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T=30$ мин.

Значения коэффициентов: $C_v = 215$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ – определены по таблице 17 [4, с.368].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ},$$

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

$K_{ПВ}$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ИВ}$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

$$K_{MV} = 0,8; \quad K_{ПВ} = 0,9; \quad K_{ИВ} = 2,7.$$

$$K_v = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 2,7 = 1,944.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{215}{30^{0,20} 0,488^{0,15} 1^{0,45}} 1,944 = 238,4 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 238,4}{3,14 \cdot 153} = 497 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Переход 2 обтачивание поверхности

Глубина резания: $t = Z_{D11}^c = 1,43$ мм

Подача по таблице 15 [4, с.366] для данной глубины резания:

$$S = 1 \text{ мм/об}$$

Значения коэффициентов: $C_v = 215$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ – определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{215}{30^{0,20} 1,43^{0,15} 1^{0,45}} 1,944 = 203,7 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 203,7}{3,14 \cdot 153} = 425 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Переход 3 точение уступа

Глубина резания: $t = Z_{12}^c = 3,5$ мм.

Подача по таблице 15 [4, с.366] для данной глубины резания:

$$S = 1 \text{ мм/об}$$

Значения коэффициентов: $C_v = 215$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ – определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{215}{30^{0,20} 3,5^{0,15} 1^{0,45}} 1,944 = 166,6 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 166,6}{3,14 \cdot 100} = 531 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Переход 4 выточка фаски

Глубина резания: $t = 0,5$ мм.

Подача по таблице 15 [4, с.366] для данной глубины резания:

$S = 0,6$ мм/об

Значения коэффициентов: $C_v = 215$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ – определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^{m_t} x^m S^y} K_v = \frac{215}{30^{0,20} 0,5^{0,15} 0,6^{0,45}} 1,944 = 297,9 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 297,9}{3,14 \cdot 100} = 949 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Переход 5 центровка отверстия

Глубина резания: $t = 5$ мм.

Подача по таблице 15 [4, с.369] для данной глубины резания:

$S = 1$ мм/об

Значения коэффициентов: $C_v = 215$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ – определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^{m_t} x^m S^y} K_v = \frac{215}{30^{0,20} 5^{0,15} 1^{0,45}} 1,944 = 166,6 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 166,6}{3,14 \cdot 100} = 531 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Переход №6: сверление отверстий.

При сверлении глубина резания будет равна $t = 0,5D = 32/2 = 16$ мм.

Подачу определим по таблице 35 [4, с. 381]: $S = 0,36$ мм/об.

Скорость резания, м/мин., формула:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v; \quad (9)$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 38 [4, с.383]: $C_v=34,2$; $q=0,45$; $y=0,30$; $m=0,20$.

Общий поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{IV};$$

$K_{MV}=0,8$; $K_{IV} = 1$; $K_{IV} = 2,7$.

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{IV} = 0,8 * 2,7 * 1 = 2,16$$

Стойкость инструмента определяем по таблице 40 [4, с. 384]: T = 90 мин.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v = \frac{34,2 * 32^{0,45}}{90^{0,20} * 0,36^{0,30}} 2,16 = 25,7 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 25,7}{3,14 \cdot 32} = 249 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Переход 7 расточка отверстия

Глубина резания: $t = Z_{D13}^c = 0,3935$ мм.

Подача по таблице 15 [4, с.369] для данной глубины резания:

$S = 0,4$ мм/об

Значения коэффициентов: $C_v = 215$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ – определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{215}{30^{0,20} 0,3935^{0,15} 0,4^{0,45}} 1,944 = 167 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 167}{3,14 \cdot 32,7} = 926 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Переход 8 расточка отверстия

Глубина резания: $t = 2,15$ мм.

Подача по таблице 15 [4, с.369] для данной глубины резания:

$S = 0,4$ мм/об

Значения коэффициентов: $C_v = 215$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ – определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{215}{30^{0,20} 2,15^{0,15} 0,4^{0,45}} 1,944 = 137 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 286,6}{3,14 \cdot 37} = 802 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Переход 9 расточка отверстия

Глубина резания: $t = 3$ мм.

Подача по таблице 15 [4, с.369] для данной глубины резания:

$S = 0,4$ мм/об

Значения коэффициентов: $C_v = 215$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ –

определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{215}{30^{0,20} 30^{0,15} 0,4^{0,45}} 1,944 = 142 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 272,6}{3,14 \cdot 43} = 786 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Переход 10 расточка отверстия

Глубина резания: $t=2$ мм.

Подача по таблице 15 [4, с.369] для данной глубины резания:

$$S = 0,4 \text{ мм/об}$$

Значения коэффициентов: $C_V = 215$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ – определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{215}{30^{0,20} 20^{0,15} 0,4^{0,45}} 1,944 = 146 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 290}{3,14 \cdot 47} = 836 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Переход 11 расточка отверстия

Глубина резания: $t=0,25$ мм.

Подача по таблице 15 [4, с.369] для данной глубины резания:

$$S = 0,4 \text{ мм/об}$$

Значения коэффициентов: $C_V = 215$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ – определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{215}{30^{0,20} 0,25^{0,15} 0,4^{0,45}} 1,944 = 160 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 356,6}{3,14 \cdot 32,7} = 904 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Переход 12 точение поверхности

Глубина резания: $t=11$ мм.

Подача по таблице 15 [4, с.369] для данной глубины резания:

$$S = 0,5 \text{ мм/об}$$

Значения коэффициентов: $C_V = 215$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ – определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{215}{30^{0,20} 11^{0,15} 0,5^{0,45}} 1,944 = 202,2 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 202,2}{3,14 \cdot 84} = 767 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Переход 13 точение торца

Глубина резания: $t=3$ мм.

Подача по таблице 15 [4, с.369] для данной глубины резания:

$S = 0,5$ мм/об

Значения коэффициентов: $C_v = 215$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ – определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{215}{30^{0,20} 3^{0,15} 0,5^{0,45}} 1,944 = 221,5 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 221,5}{3,14 \cdot 62} = 1138 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Переход 14 точение торца

Глубина резания: $t=0,5$ мм.

Подача по таблице 15 [4, с.369] для данной глубины резания:

$S = 0,6$ мм/об

Значения коэффициентов: $C_v = 215$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ – определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{215}{30^{0,20} 0,5^{0,15} 0,6^{0,45}} 1,944 = 296,6 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 296,6}{3,14 \cdot 84} = 1125 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

После определения расчетных оборотов шпинделя, рассчитываем главную составляющую сил резания. Для расчета используем наиболее нагруженный переход 3 и формулу:

$$P_z = 10 C_p t^X S^y V^n K_p;$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [4, с.373]: $C_p=300$, $x=1$, $y=0,75$, $n=-0,15$.

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{rp};$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 23 [4, с.375]: $K_{mp} = 1$,

$K_{fp} = 0,89$, $K_{yp} = 1$, $K_{lp} = 1$, $K_{rp} = 0,87$.

$$K_p = 1 * 0,89 * 1 * 0,87 = 0,7743$$

Силы резания:

$$P_z = 10C_p t^X S^y V^n K_p = 10 * 300 * 0,5^1 * 1^{0,75} * 166,6^{-0,15} * 0,7743 = 539 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{539 * 166,6}{1020 * 60} = 1,46 \text{ кВт.}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,46}{0,75} = 1,94 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант $\eta = 0,75$.

$$N_{\text{пр}} = 1,94 < N_{\text{ст}} = 11$$

Токарная операция 015

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – ВК8.

Переход 1 точение торца

Глубина резания: $t = 0,344$ мм.

Подача по таблице 15 [4, с.366] для данной глубины резания:

$$S = 1 \text{ мм/об}$$

Значения коэффициентов: $C_V = 215$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ – определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания и расчётное число оборотов:

$$V = 238,4 \text{ м/мин}$$

$$n = 497 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Переход 2 обтачивание поверхности

Глубина резания: $t = 1,43$ мм

Подача по таблице 15 [4, с.366] для данной глубины резания:

$$S = 1 \text{ мм/об}$$

Скорость резания и расчётное число оборотов:

$$V = 203,7 \text{ м/мин}$$

$$n = 425 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Переход 3 точение уступа

Глубина резания: $t = 3,5$ мм.

Подача по таблице 15 [4, с.366] для данной глубины резания:

$$S = 1 \text{ мм/об}$$

Значения коэффициентов: $C_V = 215$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ – определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания и расчётное число оборотов:

$$V = 166,6 \text{ м/мин}$$

$$n = 531 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Переход 4 точение поверхности

Глубина резания: $t = 11 \text{ мм}$.

Подача по таблице 15 [4, с.369] для данной глубины резания:

$$S = 0,5 \text{ мм/об}$$

Значения коэффициентов: $C_v = 215$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ – определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания и расчётное число оборотов:

$$V = 202,2 \text{ м/мин}$$

$$n = 767 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Переход 5 выточка фаски

Глубина резания: $t = 0,5 \text{ мм}$.

Подача по таблице 15 [4, с.366] для данной глубины резания:

$$S = 0,6 \text{ мм/об}$$

Значения коэффициентов: $C_v = 215$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ – определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания и расчётное число оборотов:

$$V = 297,9 \text{ м/мин}$$

$$n = 949 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Переход 6 выточка фаски

Глубина резания: $t = 1 \text{ мм}$.

Подача по таблице 15 [4, с.366] для данной глубины резания:

$$S = 0,6 \text{ мм/об}$$

Значения коэффициентов: $C_v = 215$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ – определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания и расчётное число оборотов:

$$V = 297,9 \text{ м/мин}$$

$$n = 949 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Фрезерная операция 020

Переход №1: фрезерование контура.

Материал режущей части фрезы берем Т15К6.

Характеристики фрезы: $D_{\text{фр}} = 20$ мм., $z = 6$, $B = 26$ мм.

Глубину фрезерования и подачу на зуб выбираем из таблицы 77 [4, с. 404]:
 $t = 5$ мм, $S_z = 0,05$ мм.

Скорость резания, м/мин., формула:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v; \quad (10)$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 81 [4, с.410]:

$C_v = 234$; $q = 0,44$; $x = 0,24$; $y = 0,26$; $u = 0,1$; $p = 0,13$; $m = 0,37$.

Общий поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{PIV} \quad (11)$$

$K_{MV} = 0,8$, $K_{IV} = 2,7$, $K_{PIV} = 0,9$.

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{PIV} = 0,8 * 2,7 * 0,9 = 1,944$$

Стойкость фрезы определяем по таблице 82 [4, с. 411]: $T = 80$ мин.

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v = \frac{234 * 20^{0,45}}{80^{0,37} * 5^{0,24} * 0,05^{0,26} * 26^{0,1} * 6^{0,13}} 1,944$$
$$= 293 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 293}{3,14 \cdot 20} = 1024 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Переход №2: сверление отверстий.

При сверлении глубина резания будет равна $t = 0,5D = 8/2 = 4$ мм.

Подачу определим по таблице 35 [4, с. 381]: $S = 0,2$ мм/об.

Скорость резания, м/мин., формула:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v; \quad (12)$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 38 [4, с.383]:

$C_v = 7,0$; $q = 0,40$; $y = 0,70$; $m = 0,20$.

Общий поправочный коэффициент

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{IV}; \quad (13)$$

$K_{MV} = 0,8$; $K_{IV} = 1$; $K_{IV} = 2,7$.

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{IV} = 0,8 * 2,7 * 1 = 2,16$$

Стойкость инструмента определяем по таблице 40 [4, с. 384]: $T = 90$ мин.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v = \frac{7 * 8^{0,40}}{90^{0,20} * 0,2^{0,70}} 2,16 = 43,5 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 43,5}{3,14 \cdot 8} = 1032 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Переход №3: зенкование отверстий.

При сверлении глубина резания будет равна $t = 0,5(D-d) = 0,5(10,4-8,4) = 1$ мм.

Подачу определим по таблице 35 [4, с. 381]: $S = 0,32$ мм/об.

Скорость резания, м/мин., формула:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S^y} K_v; \quad (14)$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 39 [4, с.384]:

$$C_v=18; q=0,6; x=0,2; y=0,3; m=0,25.$$

Общий поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{LV} * K_{PV}$$

$$K_{MV}=0,8; K_{IV} = 1; K_{LV} = 2,7, K_{PV}=0,9.$$

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{LV} * K_{PV} = 0,8 * 2,7 * 1 * 0,9 = 1,944$$

Стойкость инструмента определяем по таблице 40 [4, с. 384]: $T = 30$ мин.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{18 * 11^{0,6}}{30^{0,25} * 1^{0,2} * 0,32^{0,3}} 1,944 = 32,9 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 32,9}{3,14 \cdot 11} = 1097 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Переход №4: сверление отверстий.

При сверлении глубина резания будет равна $t = 0,5D = 8/2 = 4$ мм.

Подачу определим по таблице 35 [4, с. 381]: $S = 0,2$ мм/об.

Скорость резания, м/мин., формула:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v;$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 38 [4, с.383]:

$$C_v=7,0; q=0,40; y=0,70; m=0,20.$$

Общий поправочный коэффициент

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{LV};$$

$$K_{MV}=0,8; K_{IV} = 1; K_{LV} = 2,7.$$

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{LV} = 0,8 * 2,7 * 1 = 2,16$$

Стойкость инструмента определяем по таблице 40 [4, с. 384]: $T = 90$ мин.

Скорость резания и расчётное число оборотов шпинделя:

$$V = 43,5 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$n = 1032 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

После определения расчетных оборотов шпинделя, рассчитываем главную окружную силу резания. Главная окружная сила резания, Н, формула:

$$P_z = \frac{10C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^w} K_{mp}; \quad (15)$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 83 [4, с.412]:

$$C_p=12,5; x=0,85; y=0,75; u=1; q=0,73; w= -0,13.$$

$$P_z = \frac{10C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^w} K_{mp} = \frac{10 * 12,5 * 5^{0,85} * 0,05^{0,75} * 20^1 * 6}{20^{0,73} * 1032^{-0,13}} * 1 = 723 \text{ Н.}$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100} = \frac{723 \cdot 20}{2 \cdot 100} = 72,3 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1723 \cdot 293}{1020 \cdot 60} = 3,46 \text{ кВт.}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,48}{0,75} = 4,6 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант $\eta = 0,75$.

$$N_{пр} = 4,6 < N_{ст} = 9.$$

Фрезерная операция 025

Переход №1: сверление отверстия.

Материал режущей части фрезы берем Т15К6

При сверлении глубина резания будет равна $t = 0,5D = 4/2 = 2 \text{ мм}$.

Подачу определим по таблице 35 [4, с. 381]: $S = 0,09 \text{ мм/об}$.

Скорость резания, м/мин., формула:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v; \quad (16)$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 38 [4, с.383]:

$$C_v=7,0; q=0,40; y=0,70; m=0,20.$$

Общий поправочный коэффициент

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{IV};$$

$$K_{MV}=0,8; K_{IV} = 1; K_{IV} = 2,7.$$

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{IV} = 0,8 * 2,7 * 1 = 2,16$$

Стойкость инструмента определяем по таблице 40 [4, с. 384]: T = 90 мин.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v = \frac{7 * 4^{0,40}}{90^{0,20} * 0,2^{0,70}} 2,16 = 11,9 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 11,9}{3,14 \cdot 4} = 747 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Переход №2: сверление отверстия.

При сверлении глубина резания будет равна $t = 0,5D = 8/2 = 4$ мм.

Подачу определим по таблице 35 [4, с. 381]: S = 0,2 мм/об.

Скорость резания, м/мин., формула:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v; \quad (18)$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 38 [4, с.383]:

$C_v=7,0$; $q=0,40$; $y=0,70$; $m=0,20$.

Общий поправочный коэффициент

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{IV};$$

$K_{MV}=0,8$; $K_{IV} = 1$; $K_{IV}=2,7$.

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{IV} = 0,8 * 2,7 * 1 = 2,16$$

Стойкость инструмента определяем по таблице 40 [4, с. 384]: T = 90 мин.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v = \frac{7 * 8^{0,40}}{90^{0,20} * 0,2^{0,70}} 2,16 = 43,5 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 43,5}{3,14 \cdot 8} = 932 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Переход №2: зенкование отверстий.

При сверлении глубина резания будет равна $t = 0,5(D-d) = 0,5(10,4-8,4) = 1$ мм.

Подачу определим по таблице 35 [4, с. 381]: S = 0,32 мм/об.

Скорость резания, м/мин., формула:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S^y} K_v;$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 39 [4, с.384]:

$C_v=18; q=0,6; x=0,2; y=0,3; m=0,25.$

Общий поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{LV} * K_{ПV}$$

$$K_{MV}=0,8; K_{LV} = 1; K_{IV} = 2,7, K_{ПV}=0,9.$$

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{LV} * K_{ПV} = 0,8 * 2,7 * 1 * 0,9 = 1,944$$

Стойкость инструмента определяем по таблице 40 [4, с. 384]: $T = 30$ мин.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{18 * 11^{0,6}}{30^{0,25} * 1^{0,2} * 0,32^{0,3}} 1,944 = 37,9 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 37,9}{3,14 \cdot 11} = 971 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Сверлильная операция 030

Переход №1: сверление отверстия.

Материал режущей части фрезы берем Т15К6

При сверлении глубина резания будет равна $t = 0,5D = 8/2 = 4$ мм.

Подачу определим по таблице 35 [4, с. 381]: $S = 0,2$ мм/об.

Скорость резания, м/мин., формула:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v;$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 38 [4, с.383]:

$$C_v=7,0; q=0,40; y=0,70; m=0,20.$$

Общий поправочный коэффициент

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{LV};$$

$$K_{MV}=0,8; K_{LV} = 1; K_{IV} = 2,7.$$

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{LV} = 0,8 * 2,7 * 1 = 2,16$$

Стойкость инструмента определяем по таблице 40 [4, с. 384]: $T = 90$ мин.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v = \frac{7 * 8^{0,40}}{90^{0,20} * 0,2^{0,70}} 2,16 = 43,5 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 43,5}{3,14 \cdot 8} = 1635,32 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 42 [4, с.385]:
 $C_m=0,012$; $q=2,2$; $y=0,75$; $K_p=1,01$.

Крутящий момент:

$$M_{кр} = 10C_m D^q S^y K_p = 10 * 0,012 * 8^{2,2} * 0,2^{0,75} * 1,01 = 3,5 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Мощность резания:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{3,5 \cdot 932}{9750} = 0,33 \text{ кВт}.$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,33}{0,75} = 0,44 \text{ кВт}.$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант $\eta = 0,75$.

$$N_{пр} = 0,44 < N_{ст} = 4.$$

Резьбонарезная операция **035**

Переход №2: нарезание резьбы.

$$t = 0,5D = 8/2 = 4 \text{ мм}.$$

Подачу шагу нарезаемой резьбы [4, с. 381]: $S = 0,06 \text{ мм/об}$.

Скорость резания, м/мин., формула:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v;$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 38 [4, с.383]:
 $C_v=64,8$; $q=1,2$; $y=0,50$; $m=0,90$.

Общий поправочный коэффициент

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{LV};$$

$$K_{MV}=0,8; K_{IV} = 1; K_{LV}=2,7.$$

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{LV} = 0,8 * 2,7 * 1 = 2,16$$

Стойкость инструмента определяем по таблице 40 [4, с. 384]: $T = 90 \text{ мин}$.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v = \frac{7 * 8^{1,2}}{90^{0,90} * 0,06^{0,50}} 2,16 = 13,04 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 13,04}{3,14 \cdot 8} = 1519,32 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

$$P_z = \frac{10C_p P^y}{i^n} K_p;$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 83 [4, с.412]:

$C_p = -$; $P^y = 0,907$; $y = 1,5$; $i = 3$.

$$P_z = \frac{10 C_p P^y}{i^n} K_p = \frac{10 * 0,907^{1,5}}{3^{519}} * 1 = 5,04 \text{ Н.}$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = \frac{P_z D}{2 * 100} = \frac{5,04 * 8}{2 * 100} = 0,2 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{5,04 \cdot 13,04}{1020 \cdot 60} = 0,001 \text{ кВт.}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,001}{0,75} = 0,0013 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант $\eta = 0,75$.

$$N_{пр} = 0,0013 < N_{ст} = 3,7.$$

Резьбонарезная операция 040

Переход №2: нарезание резьбы.

$$t = 0,5D = 4/2 = 2 \text{ мм.}$$

Подачу определим по таблице 35 [4, с. 381]: $S = 0,09 \text{ мм/об.}$

Скорость резания, м/мин., формула:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v;$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 38 [4, с.383]:

$C_v = 64,8$; $q = 1,2$; $y = 0,50$; $m = 0,90$.

Общий поправочный коэффициент

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{IV};$$

$$K_{MV} = 0,8; K_{IV} = 1; K_{IV} = 2,7.$$

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{IV} = 0,8 * 2,7 * 1 = 2,16$$

Стойкость инструмента определяем по таблице 40 [4, с. 384]: $T = 90 \text{ мин.}$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v = \frac{7 * 4^{1,2}}{90^{0,90} * 0,06^{0,50}} 2,16 = 5,67 \frac{\text{м}}{\text{мин.}}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 5,67}{3,14 \cdot 4} = 451 \frac{\text{об}}{\text{мин.}}$$

Термическая операция 045

1) Закалить и отпустить HRC 40...45

Внутришлифовальная операция 050

1) Внутришлифование до $\varnothing 43^{+0,025}$ мм.

Инструмент: Шлифовальный круг.

Параметры: Ширина(B) = 28 мм.

Основные параметры резания при шлифовании:

Скорость круга: $V_K=35$ м/с,

Скорость заготовки: $V_3 = 40$ м/мин,

Глубина шлифования: $t=0,01$ мм,

Продольная подача: $S=0,25B=0,25*8=2$ мм/ об.

Расчет эффективной мощности:

$$N = C_N \cdot V_3^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q$$

где d – диаметр шлифования.

$C_N=0,36$, $r=0,35$, $x=0,4$, $y=0,4$, $q=0,3$.

$$N = C_N \cdot V_3^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q = 0,36 \cdot 40^{0,35} \cdot 0,01^{0,4} \cdot 2^{0,4} \cdot 43^{0,3} = 1,1 \text{ кВт}$$

Мощность электродвигателя достаточна для выполнения операции

Круглошлифовальная операция 060

1) Наружное шлифование до $\varnothing 100^{+0,036}_{-0,123}$

Инструмент: Шлифовальный круг.

Параметры: Ширина(B) = 16 мм.

Основные параметры резания при шлифовании:

Скорость круга: $V_K=30$ м/с,

Скорость заготовки: $V_3 = 20$ м/мин,

Глубина шлифования: $t=0,02$ мм,

Продольная подача: $S=0,2B=0,7*16=3,2$ мм/об.

Расчет эффективной мощности:

$$N = C_N \cdot V_3^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q$$

где d – диаметр шлифования.

$C_N=2,65$, $r=0,5$, $x=0,5$, $y=0,55$, $q =$

$$N = C_N \cdot V_3^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q = 2,65 \cdot 20^{0,5} \cdot 0,02^{0,5} \cdot 3,2^{0,55} = 3,17 \text{ кВт}$$

Мощность электродвигателя достаточна для выполнения операции

1.1.8 Выбор средств технологического оснащения

1.1.8.1 Выбор оборудования

Ленточнопильный станок Века-Мак BMSY 440 DGH

Таблица 3 - Основные данные:

Наибольший диаметр отрезаемой заготовки круглого сечения(угол реза 90 град), мм:	440
Параметры инструмента Ножовочное полотно	Межцетровое расстояние 450;500мм.
Наибольший диаметр отрезаемой заготовки круглого сечения(угол реза 45 град), мм:	410
Наибольший размер отрезаемой заготовки квадратного сечения(угол реза 90 град), мм	440
Наибольший размер отрезаемой заготовки прямоугольного сечения(угол реза 45 град), мм	410
Скорость ленточнопильного полотна, м/мин	20...100
Длина пильного полотна, мм	5200*34*1,1
Мощность привода главного движения, кВт	3,0
Мощность гидронасоса, кВт	0,55
Привод подачи СОЖ, кВт	0,12
Высота рабочей поверхности, мм	860
Габаритные размеры, мм	1870*1210*2800
Масса, кг	1640

Токарный станок с ЧПУ Модель:DMC DL 6G (операция 010, 015)

Таблица 4- Основные данные:

Макс. диаметр заготовки устанавливаемый над станиной, мм	Ø490
Макс. диаметр точения, мм	Ø170
Макс. длина точения, мм	240
Макс. диаметр обрабатываемого прутка, мм	Ø44
Частота вращения шпинделя, об/мин	6000
Присоединительный торец шпинделя, ASA	A2-5
Диаметр подшипников шпинделя (передний/задний), мм	Ø80/Ø80
Диаметр сквозного отверстия в шпинделе, мм	Ø55
Макс. крутящий момент, кгс×м	11.3
Привод шпинделя	ременный
Размер патрона, мм	Ø150 (6'')
Перемещение по оси X, мм	420
Перемещение по оси Z, мм	250
Ускоренное перемещение по оси X, м/мин	30
Ускоренное перемещение по оси Z, м/мин	36
Тип направляющих	ласточкин хвост
Мощность двигателя шпинделя, кВт	11/15
Длина × ширина, мм	2050x1420
Высота, мм	1535
Вес, кг	2500

Универсальный фрезерный станок

Модель: DMU 50

Таблица 5- Основные данные:

Рабочая зона, ход по X/Y/Z, мм	500/450/400
Главный шпиндель	
Скорость вращения, об/мин	20-10000
Мощность привода, кВт (продолжительность включения 100%/40%)	9/13
Крутящий момент, Нм (продолжительность включения 40%)	83
Ускоренный ход	
Ускоренный ход по X/Y/Z, м/мин	24
Усилие подачи (X/Y/Z), кН	4,8
Неподвижный стол	
Рабочая зона, мм	700x500
Максимальная нагрузка на стол, кг	500
Устройство смены инструмента	
Количество мест в магазине	16
Масса инструмента, кг	6
Максимальная длина инструмента, мм	300
Максимальный диаметр инструмента, мм	80/130
Цепное устройство смены инструмента	
Количество мест в магазине	30/60
Максимальная длина инструмента, мм	300
Максимальный диаметр инструмента, мм	80/130
Масса инструмента, кг	6
Масса станка/ потребляемая мощность	
Масса, кг	4480
Мощность, кВт	21
Максимальный номинальный ток, А	31

Универсальный вертикально-сверлильный станок

Модель: 2С50

Таблица 6 - Основные данные:

Диапазон сверления в стали, мм	3-50 (60)*
Диапазон нарезаемой резьбы	M3-M33
Размер рабочей поверхности подъёмного стола, мм	500x500
Количество Т-образных пазов	3
Ширина Т-образного паза	18H12
Наибольшее расстояние от торца шпинделя до стола, мм	750
Подъём стола, мм	300
Расстояние от оси шпинделя до колоны, мм	300
Конус шпинделя	Морзе 4 (5)*
Перемещение пиноли шпинделя, мм	250
Количество частот вращения шпинделя	12 (15)*
Диапазон частот вращения шпинделя, об/мин	0-2000
Крутящий момент, не более, Нм	400
Осевое усилие на шпинделе, не более, Н	15000
Количество механических подач пиноли шпинделя	9
Диапазон механических подач, мм/об	0,1; 0,14; 0,2; 0,28; 0,4; 0,56; 0,8; 1,12; 1,6
Мощность двигателя главного движения, кВт	4
Установочное перемещение сверлильной головки, мм.	170
Наибольшая масса заготовки, кг	600
Наибольшая высота заготовки, мм	600
Масса станка, кг (с упаковкой)	1500
Масса станка, кг (без упаковки)	1200
Габаритные размеры, мм (с упаковкой)	1350x1100x2560
Габаритные размеры, мм (без упаковки)	870x1110x2500

Вертикальный гидравлический резьбонарезной станок

Модель: НТ-16V

Таблица 7 – Основные данные

Диаметр резьбы	M5-M16
Частота вращения	50-1050 об/мин
Вертикальный рабочий диапазон	500-1800 мм
Зажимное приспособление для нарезания резьбы	№ 2 ТС820
Гидравлическое давление	120 кг/см ²
Двигатель	3,7 кВт
Напряжение питания	220/380В, 3ф 50/60Гц
Размер стола	850x680x870 мм
Размер в упаковке	1100x1100x900 мм
Вес нетто/брутто	350/450 кг

Внутришлифовальный станок

Модель: I-grind 150 NC

Таблица 8 -Основные данные:

Диаметр обрабатываемого отверстия, мм	Ø 6 - 150
Макс. глубина шлифования, мм	150
Макс. диаметр обрабатываемой детали над столом, мм	Ø 520
Макс. ход стола, мм	540
Макс. скорости подачи Z-оси, м/мин	7.2
Частота вращения шпинделя, об/мин	0 - 550
Угол поворота передней бабки, град	7 – 8
Емкость бака гидравлической системы, л	60
Мощность шлифовальной бабки, кВт	0.75
Мощность шлифовального круга, кВт	1.5
Мощность гидравлической помпы, кВт	1.5
Мощность помпы СОЖ, кВт	0.09
Вес, кг	2100

Круглошлифовальный станок

Модель: R-grind 21100 CNC

Таблица 9 -Основные данные:

Высота центров, мм	210
Диаметр шлифования над столом, мм	420
Расстояние между центрами, мм	1000
Макс. диаметр шлифования, мм	Ø 400
Макс. вес заготовки в центрах, кг	150
Шлифовальный круг	
Размеры шлифовального круга, мм	Ø 355 × 50 × Ø 152,4
Линейная скорость перемещения, м/с	30
Частота вращения круга, об/мин	1783
Шлифовальная бабка	
Ускоренная подача, м/мин	6
Минимальный вводный инкремент, мм	0,001(0,0001)
Внутреннее шлифование	Ручное управление
Стол	
Ускоренная подача, м/мин	6
Мин вводный инкремент, мм	0,001(0,0001)
Угол поворота, град	0°/10°
Шпиндельная бабка	
Угол поворота, град	-30°/+90°
Конус	МК4
Частота вращения, об/мин	10-500
Макс. нагрузка на шпиндель (при длине заготовки), кг(мм)	35 (L=150)
Задняя бабка	
Конус	МК4
Перемещение пиноли задней бабки, мм	25
Мощностные характеристики	
Двигатель шлифовального круга, кВт	3.7
Двигатель шпиндельной бабки, кВт	1.3
Двигатель подачи шлифовальной бабки, кВт	1.2
Двигатель подачи стола, кВт	1.8
Двигатель гидравлической помпы, кВт	0.75
Двигатель системы смазки, кВт	0.18
Двигатель помпы СОЖ, кВт	0.18
Двигатель суппорта внутреннего шлифования, кВт	0.75
Объем бака	
Бак смазки подшипников, л	12
Бак смазки, л	60
Вес, кг	5500

1.1.9 Выбор инструмента:

Операция 005:

Режущий инструмент: Ленточное полотно М 2257-0157/001 ГОСТ 4047-82,

Мерительный инструмент: Линейка измерительная 150 ГОСТ 427-75

Операция 010:

Режущий инструмент: Резец подрезной $\varphi=45^\circ$ 2102-0505 ГОСТ 18868-73 материал пластины: ВК8; Резец проходной 2103-0023 ГОСТ 18879-73 материал пластины: ВК8;

Мерительный инструмент: Штангенциркуль ШЦ-I-0-125-0,1 ГОСТ166-89; Образцы шероховатости 6,3 Т, ТТ ГОСТ9378-93.

Операция 015:

Режущий инструмент: Сверло центровочное ССЦ 550 d8 по ГОСТ 14034-74; Сверло спиральное с коническим хвостовиком: ГОСТ 10903-77 d20мм; Сверло спиральное с коническим хвостовиком ГОСТ 10903-77 d40мм; Пластина: ССГХ 09 Т3 08АL Н10; ССГХ 09 Т3 04АL Н10 ССГТ 09 Т3 04-УМ Н13А; ССГТ 09 Т3 02-УМН13А

Мерительный инструмент: Штангенциркуль ШЦ-I-0-125-0,1 ГОСТ166-89; Образцы шероховатости 6,3 Т, Р, ТТГОСТ 9378-93.

Операция 020: Установ 1: Режущий инструмент: ГОСТ 14034-74 d3,15; Сверло спиральное по ГОСТ 4010-77 СЦП 4010 А1 d4,2мм; Сверло спиральное ГОСТ 4010-77, СЦП 4010 А1 d8мм; Метчик Т300-NM100DA-M5 В150; Фреза концевая: 2Р210-1000-NC N20С;

Сверло центровочное DIN 333 HSSG Form A60⁰ удлиненное d3,5мм, L120мм; Твердосплавное сверло: 861.1-0650-098А1-GM GC34.

Мерительный инструмент: Калибр-пробка резьбовая ПР-НЕ М5х0,8- 7Н: 8221-3027 ГОСТ 17758-72; Калибр-пробка гладкая Ø6,5: 8133-0915 ГОСТ 14810-69; Штангенциркуль, ШЦЦ-I-0-150-0,01 ГОСТ166-89.

Установ 2: Режущий инструмент: Фреза концевая: 1Р260-2000ХВ 1620 (20мм, 2шт); Твердосплавное центровочное сверло для станков с ЧПУ 90°, сверхдлинное спиральное d3,

180 мм: Garant №121050 3; Твердосплавное сверло: 861.1-0300-0600А1-GM GC34.

Мерительный инструмент: Калибр-пробка гладкая Ø6,5: 8133-0915 ГОСТ 14810-69; Штангенциркуль ШЦЦ-I-0-150-0,01 ГОСТ166-89

Операция 025: Режущий инструмент: Фреза концевая: 1Р260-2000ХВ 1620 (20мм); Твердосплавное центровочное сверло для станков с ЧПУ 90°, сверло d4 Garant №121050 3; Твердосплавное сверло: 861.1-0300-0600А1-GMGC34.

Мерительный инструмент : Штангенциркуль ШЦЦ-I-0-150-0,01 ГОСТ166-89; Штангенциркуль 20-170 0,01, для внутренних канав. элек. ЧИЗ; Нутромер 18-50 ГОСТ 9244-75; Нутромер 50-100 ГОСТ 9244-75; Набор КМД №1;

Набор принадлежностей ПК-1 для КМД; Глубиномер микрометрический ГМ 100 ГОСТ 7470-92; Образцы шероховатости 6,3 ТТ ГОСТ 9378-93; Образцы шероховатости 1,25 Т, ГОСТ 9378-93.

Операция 030 Режущий инструмент: Фреза концевая: 1Р260-2000ХВ 1620 (20мм);

Пластина для точения: ССГХ 06 02 04-AL Н10;

Твердосплавная головка для обработки канавок 327R14-35 15001-Gmm

1025;

Сверло центровочное DIN 333 HSSG Form A60⁰ удлиненное d3,5мм, L120мм; Сверло ГОСТ 10902-77 d9,8мм;
Сверло ГОСТ 10902-77 d10,2мм;
Мерительный инструмент: Штангенциркуль ШЦЦ-I-0-150-0,01 ГОСТ166-89; Штангенциркуль 20-170 0,01, для внутренних канав. элек. ЧИЗ; Нутромер 18-50 ГОСТ 9244-75; Нутромер 50-100 ГОСТ 9244-75; Набор КМД №1; Набор принадлежностей ПК-1 для КМД; Глубиномер микрометрический ГМ 100 ГОСТ 7470-92;
Образцы шероховатости 6,3 ТТГОСТ 9378-93; Образцы шероховатости 1,25 Т, Р ГОСТ 9378-93.
Операция 035: Режущий инструмент: Фреза концевая: 1P260-2000XB 1620 (20мм); Пластина для точения: CCGX 06 02 04-AL H10; Твердосплавная головка для обработки канавок 327R14-35 15001-Gmm 1025;
Сверло центровочное DIN 333 HSSG Form A60⁰ удлиненное d3,5мм, L120мм; Сверло ГОСТ 10902-77 d9,8мм; Сверло ГОСТ 10902-77 d10,2мм;
Операция 040: Фреза концевая: 1P260-2000XB 1620 (20мм, 2шт); Твердосплавное центровочное сверло для станков с ЧПУ 90°, сверхдлинное спиральное d4, 181 мм: Garant №121050 3; Твердосплавное сверло: 861.1-0300-0600A1-GM GC34.
Мерительный инструмент: Штангенциркуль ШЦЦ-I-0-150-0,01 ГОСТ166-89; Штангенциркуль 20-170 0,01, для внутренних канав. элек. ЧИЗ; Образцы шероховатости 2,5 Р ГОСТ9378-93; Образцы шероховатости 3,2; 6,3 ФЦ ГОСТ 9378-93; Пробка гладкая Ø10,2 Н12 ПР-НЕ (ЧИЗ);
Операция 045: Газовая азотная печь
Операция 050: Шлифовальный круг АС4
Операция 055
Режущий инструмент: Круг ПП 24А 12С2 6 К2 ГОСТ 2424-83
Мерительный инструмент: Скоба 100 ГОСТ

1.1.10 Определение норм времени

1.1.10.1 Расчет основного времени

Токарная операция 005

$$t_o = \frac{(l+l_{вр}+l_{пер}+l_{подв}) \cdot i}{S_m}, \quad (19)$$

где l - длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_{вр}$ - длина врезания инструмента в заготовку, мм;

$l_{пер}$ - длина перебега инструмента, мм;

$l_{подв}$ - длина подвода инструмента к заготовке, мм (1 ÷ 3 мм);

i - число рабочих ходов;

S_M - минутная подача, мм/мин.

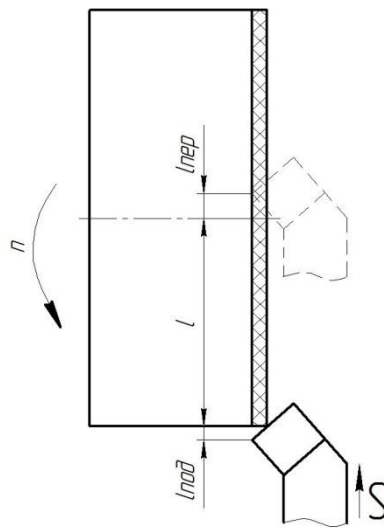


Рисунок 4

Переход №1:

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(80 + 0 + 2 + 2) \cdot 1}{0,488 \times 497} = 0,33 \text{ мин.}$$

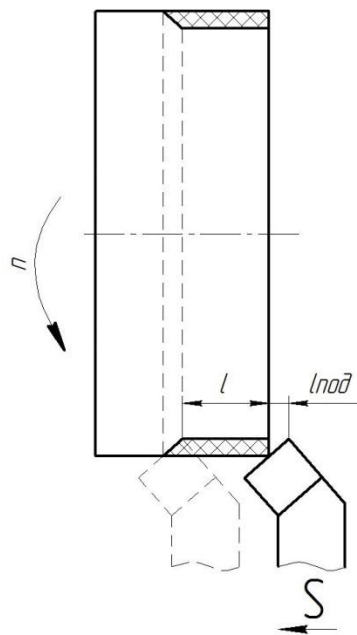


Рисунок 5

Переход №2:

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(24,2 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{1,43 \times 949} = 0,017 \text{ мин.}$$

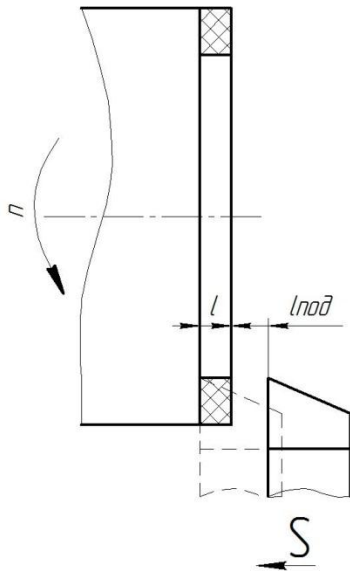


Рисунок 6

Переход №3:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = \frac{(6 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{1 \times 531} = 0,01 \text{ мин.}$$

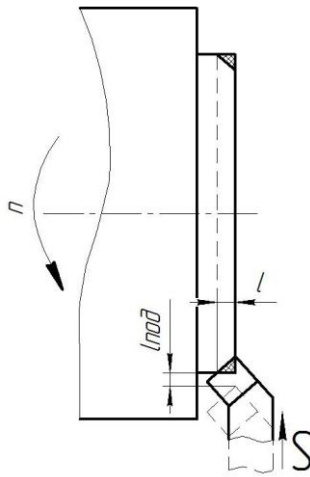


Рисунок 7

Переход №4:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = \frac{(0,5 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0,6 \times 926} = 0,004 \text{ мин.}$$

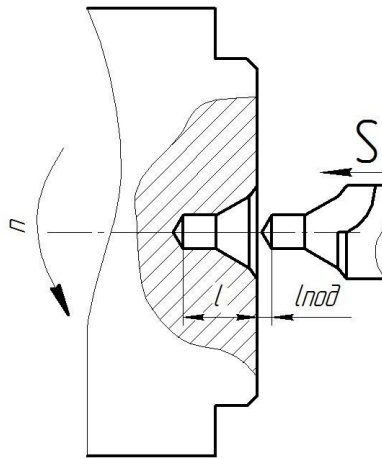


Рисунок 8

Переход №5:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(17 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{1 \times 531} = 0,035 \text{ мин.}$$

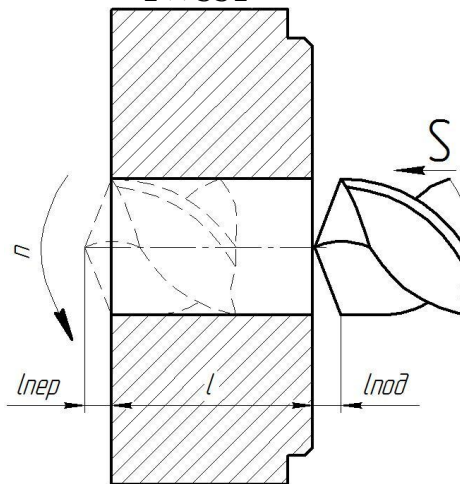


Рисунок 9

Переход №6:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(48,4 + 0 + 2 + 2) \cdot 1}{0,36 \times 249} = 0,58 \text{ мин.}$$

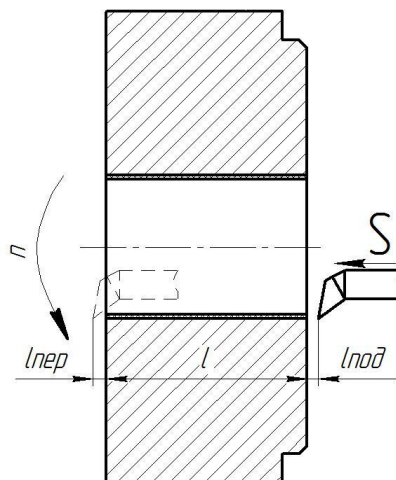


Рисунок 10

Переход №7:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(48,4 + 0 + 1 + 2) \cdot 1}{0,4 \times 926} = 0,13 \text{ мин.}$$

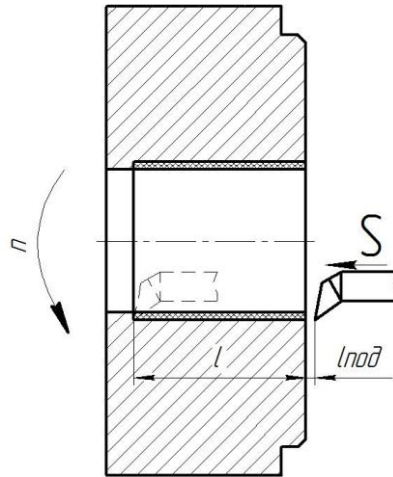


Рисунок 11

Переход №8:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(45,6 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0,4 \times 802} = 0,14 \text{ мин.}$$

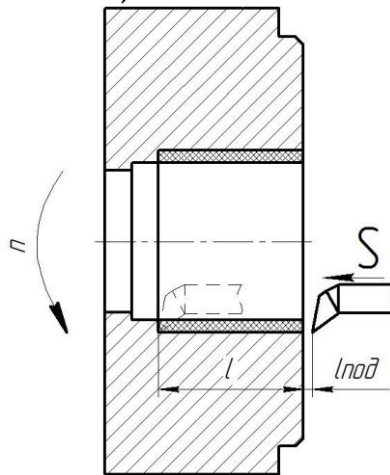


Рисунок 12

Переход №9:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(39 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0,4 \times 767} = 0,13 \text{ мин.}$$

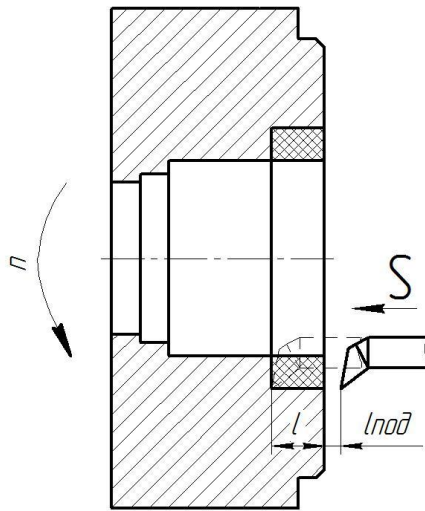


Рисунок 13

Переход №10:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = \frac{(10,85 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0,4 \times 836} = 0,038 \text{ мин.}$$

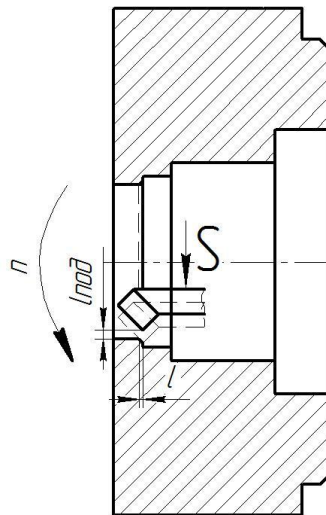
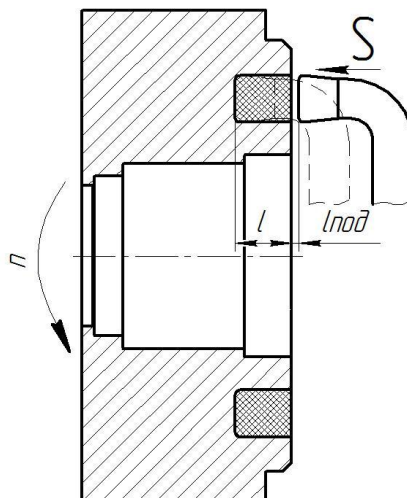


Рисунок 14

Переход №11:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = \frac{(0,25 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0,4 \times 904} = 0,006 \text{ мин.}$$



Переход №12:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(13 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0,5 \times 767} = 0,039 \text{ мин.}$$

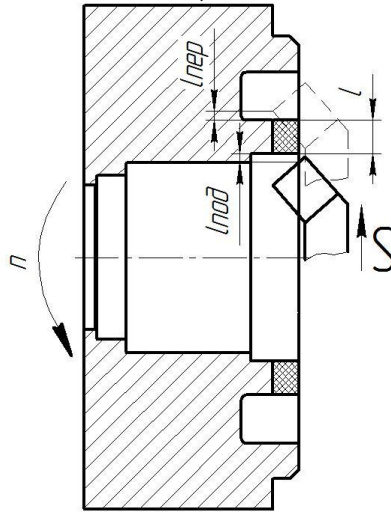


Рисунок 16

Переход №13:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(7,5 + 0 + 2 + 2) \cdot 2}{0,5 \times 1138} = 0,033 \text{ мин.}$$

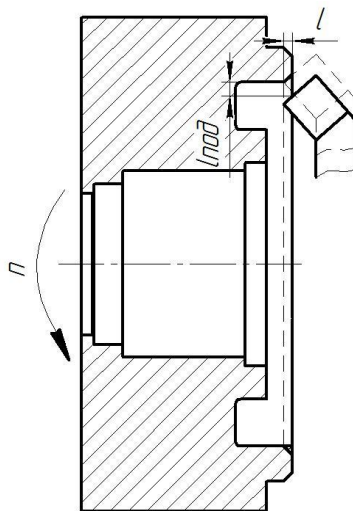


Рисунок 17

Переход №14:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(0,5 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0,5 \times 1125} = 0,004 \text{ мин.}$$

Токарная операция 010

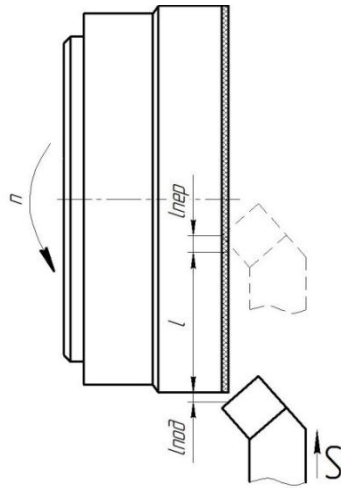


Рисунок 18

Переход №1:

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_m} = \frac{(80 + 0 + 2 + 2) \cdot 1}{0,488 \times 497} = 0,33 \text{ мин.}$$

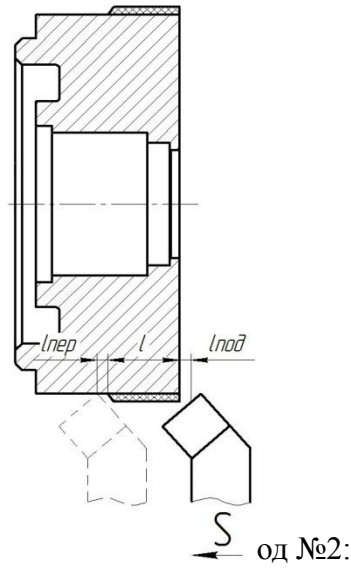


Рисунок 19

Переход №2

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_m} = \frac{(24,2 + 0 + 2 + 2) \cdot 1}{1,43 \times 949} = 0,017 \text{ мин.}$$

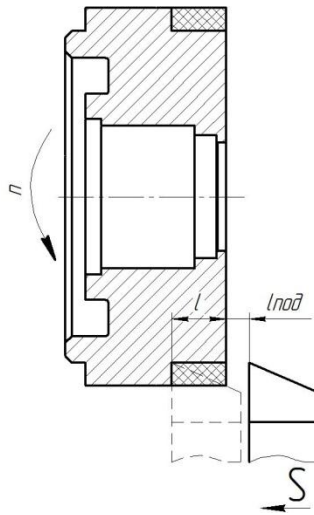


Рисунок 20

Переход №3:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = \frac{(16,4 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{1 \times 531} = 0,03 \text{ мин.}$$

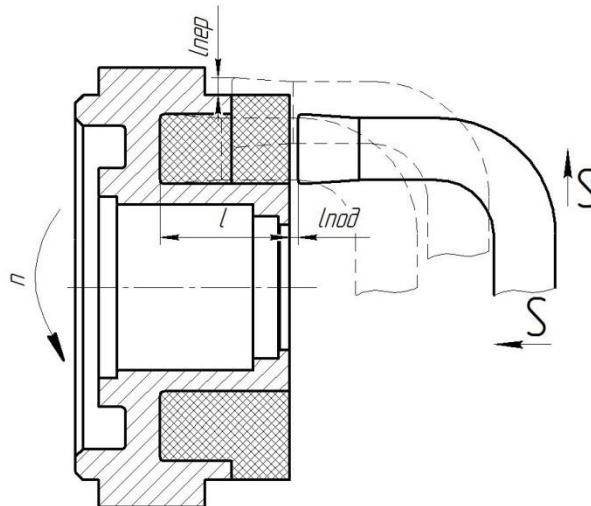


Рисунок 21

Переход №4:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = \frac{(23,4 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0,5 \times 767} = 0,06 \text{ мин.}$$

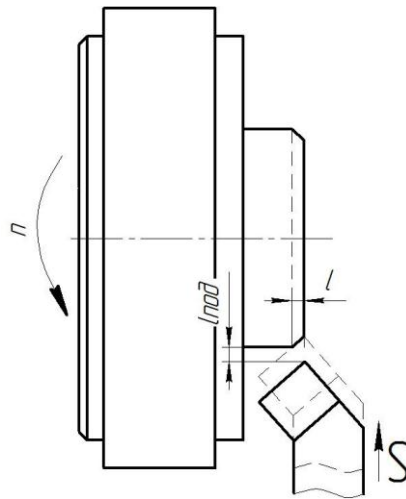


Рисунок 22

Переход №5:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(0,5 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0,5 \times 949} = 0,005 \text{ мин.}$$

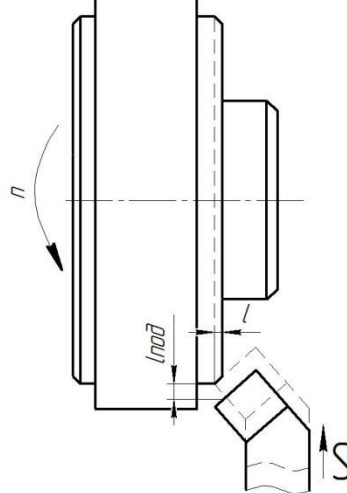


Рисунок 23

Переход №6:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(1 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0,5 \times 949} = 0,006 \text{ мин.}$$

Фрезерная операция 015

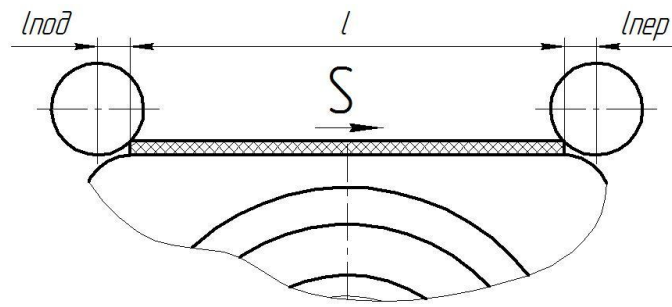


Рисунок 24

Переход №1:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(367 + 0 + 2 + 2)}{0,05 \times 1024} = 7,24 \text{ мин.}$$

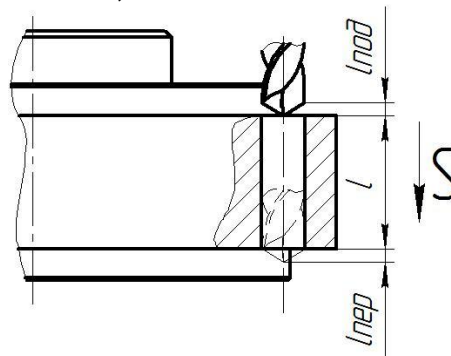


Рисунок 25

Переход №2:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(26 + 0 + 1 + 2) \cdot 4}{0,2 \times 1032} = 0,79 \text{ мин.}$$

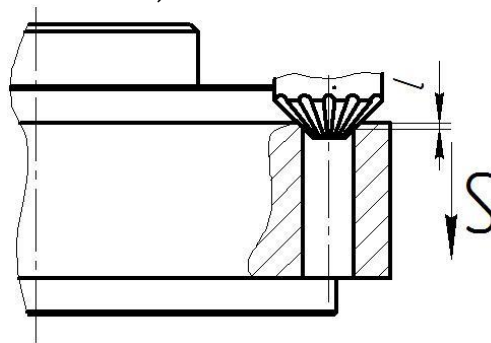


Рисунок 26

Переход №3:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(1 + 0 + 0 + 0) \cdot 4}{0,32 \times 1097} = 0,03 \text{ мин.}$$

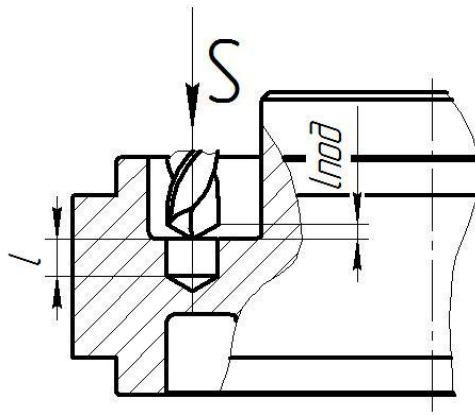


Рисунок 28

Переход №4:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(6 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0,2 \times 1032} = 0,03 \text{ мин.}$$

Фрезерная операция 020

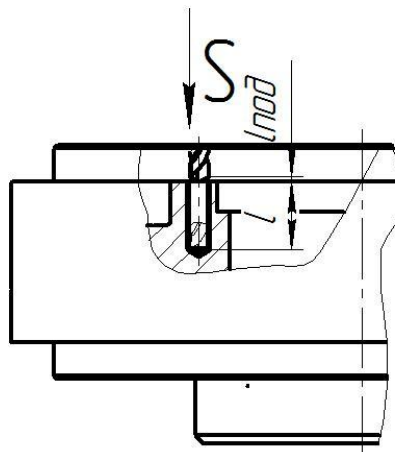


Рисунок 29

Переход №1:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(11 + 0 + 0 + 2) \cdot 4}{0,2 \times 1032} = 0,25 \text{ мин.}$$

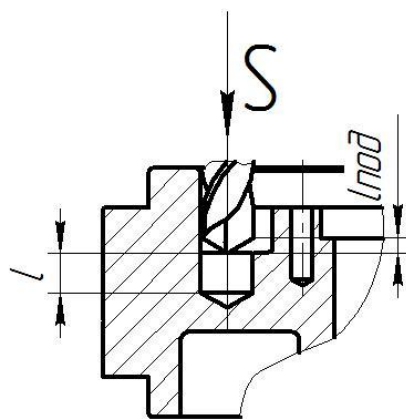


Рисунок 30

Переход №2:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(6 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0,2 \times 1032} = 0,03 \text{ мин.}$$

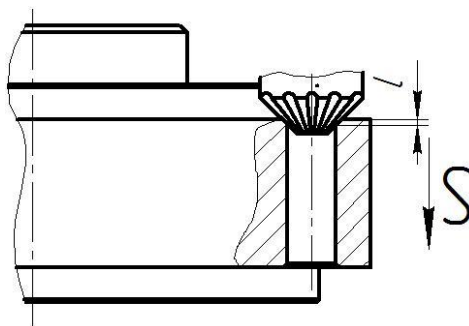


Рисунок 31

Переход №3:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(1 + 0 + 0 + 2) \cdot 4}{0,32 \times 1097} = 0,03 \text{ мин.}$$

Сверлильная операция 030

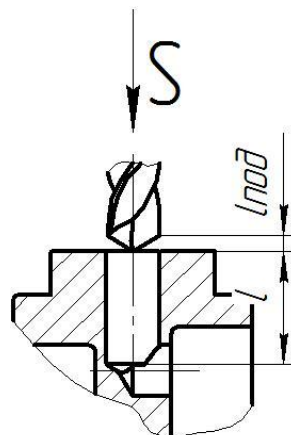


Рисунок 32

Переход №1:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(18 + 0 + 0 + 2) \cdot 2}{0,2 \times 932} = 0,21 \text{ мин.}$$

Термическая 035

Закалить и отпустить HRC 40...45

Резьбонарезная операция 040

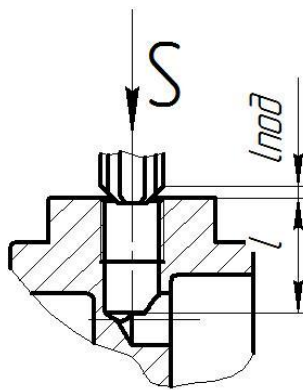


Рисунок 33

Переход №1:

$$t_o = \frac{L}{nP} (t + 0,5) = \frac{20}{519 \times 0,907} (4 + 0,5) = 0,31 \text{ мин.}$$

Резьбонарезная операция 045

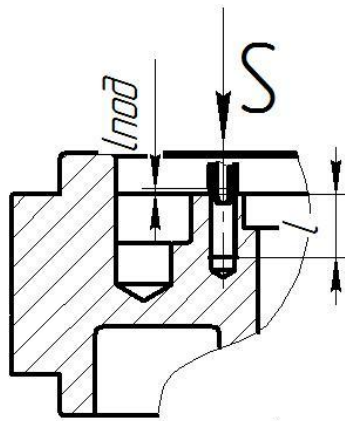


Рисунок 34

Переход №1:

$$t_o = t_o = \frac{L}{nP} (t + 0,5) = \frac{36}{451 \times 0,7} (2 + 0,5) = 0,28 \text{ мин.}$$

Внутришлифовальная операция 050

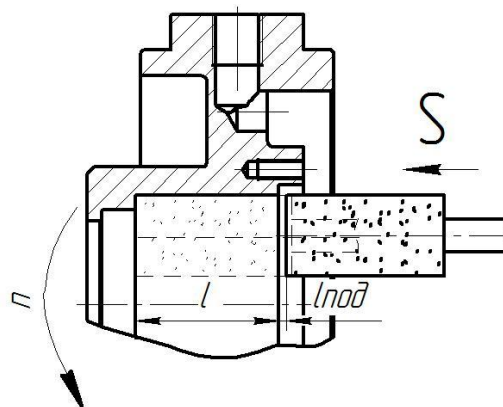


Рисунок 35

Переход №1:

$$t_o = \frac{L}{S_B B_k n} lK = \frac{28}{2 \times 28 \times 40} 1,5 = 0,018 \text{ мин.}$$

Круглошлифовальная операция 055

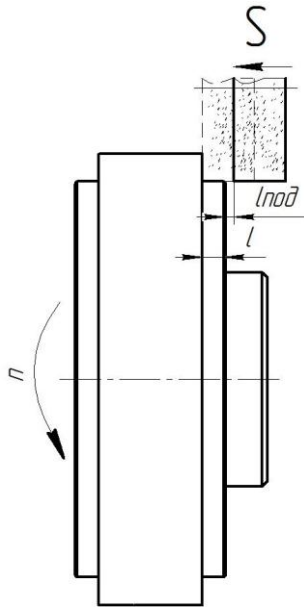


Рисунок 37

Переход №1:

$$t_o = \frac{L}{S_B B_k n} l K = \frac{12}{3,2 \times 16 \times 20} 1,5 = 0,017 \text{ мин.}$$

1.1.10.2 Определение норм вспомогательного времени для каждой операции

Для определения норм вспомогательного времени воспользуемся имеющимися рекомендациями [Общемашиностроительные нормативы].

Вспомогательное время для заготовительной операции будет складываться из времени на установку и снятие детали, управление станком, время на перемещение частей станка, а также время на измерение детали.

Вспомогательное время:

$$t_{всп} = t_{уст} + t_{упр} + t_{пер} + t_{изм}.$$

Токарная операция 005:

$$t_{всп} = (t_{уст} + t_{упр} + t_{пер} + t_{изм}) K = (0,55 + 0,2 + 0 + 0,18) * 1,15 = 1,07 \text{ мин.}$$

При установке с выверкой отливок, имеющих необработанную установочную поверхность, время умножаем на коэффициент $K=1,15$.

Помимо рассмотренных в первой операции составляющих, в следующие операции в величину норм времени войдет так же время на смену инструмента во время операции.

Токарная операция 1:

$$t_{всп} = t_{уст} + t_{упр} + t_{пер} + t_{изм} + t_{с.и} = 0,55 + 0,2 + 0,5 + 0,18 + 0,1 * 6 = 2,03 \text{ мин.}$$

Токарная операция 2:

$$t_{\text{всп}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}} + t_{\text{с.и}} = \\ = 0,55 + 0,2 + 0,5 + 0,18 + 0,1 * 2 = 1,63 \text{ мин.}$$

Фрезерная операция 3:

$$t_{\text{всп}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}} + t_{\text{с.и}} = \\ = 0,37 + 0,6 + 1,34 + 0,22 + 0,1 * 4 = 2,93 \text{ мин.}$$

Фрезерная операция 4:

$$t_{\text{всп}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}} + t_{\text{с.и}} = \\ = 0,37 + 0,6 + 1,34 + 0,22 + 0,1 * 3 = 2,83 \text{ мин.}$$

Сверлильная операция 5:

$$t_{\text{всп}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}} + t_{\text{с.и}} = \\ = 0,45 + 0,2 + 0,3 + 0,15 + 0,1 = 1,2 \text{ мин.}$$

Резьбонарезная операция 6:

$$t_{\text{всп}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}} + t_{\text{с.и}} = \\ = 0,45 + 0,4 + 0,4 + 0,3 + 0,1 = 1,65 \text{ мин.}$$

Резьбонарезная операция 7:

$$t_{\text{всп}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}} + t_{\text{с.и}} = \\ = 0,45 + 0,4 + 0,4 + 0,3 + 0,1 = 1,65 \text{ мин.}$$

Термическая операция 8:

$$t_{\text{всп}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}} + t_{\text{с.и}} = \\ = 0,2 + 0,1 + 0 + 0 + 0 = 0,3 \text{ мин.}$$

Внутришлифовальная операция 9:

$$t_{\text{всп}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}} + t_{\text{с.и}} = \\ = 0,55 + 0,1 + 0,5 + 0,2 + 0,1 = 1,45 \text{ мин.}$$

Круглошлифовальная операция 10:

$$t_{\text{всп}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}} + t_{\text{с.и}} = \\ = 0,55 + 0,1 + 0,5 + 0,2 + 0,1 = 1,45 \text{ мин.}$$

1.9.3 Определение штучно-калькуляционного времени

Штучно-калькуляционное время операции определяется как:

$$t_{\text{шт.к.}} = t_{\text{шт.}} + \frac{t_{\text{пз}}}{N},$$

где $t_{\text{шт}}$ - штучное время, мин;

$t_{\text{пз}}$ - подготовительно заключительное время, мин;

N - число деталей в партии, шт.

В свою очередь штучное время определим:

$$t_{\text{шт.}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{всп}} + t_{\text{оо}} + t_{\text{то}} + t_{\text{пер}},$$

где $t_{\text{оо}}$ - время на организационное обслуживание, мин;

$t_{\text{то}}$ - время на техническое обслуживание, мин;

$t_{\text{пер}}$ - время перерывов, мин.

Время на организационное обслуживание расходуется на пуск и опробывание станков в начале смены, уборку и смазку станков в конце

смены.

Под временем на техническое обслуживание понимается в первую очередь на подналадку станка и смену затупившегося инструмента, а также на уборку стружки.

Время перерывов расходуется на отдых и личные надобности.

Оперативное время рассчитывают по формуле:

$$t_{\text{оп}} = \sum t_o + t_{\text{всп}}$$

Найдем оперативное время для каждой операции:

$$t_{\text{оп}}^1 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 2,992 + 2,03 = 5,022 \text{ мин};$$

$$t_{\text{оп}}^2 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 0,448 + 1,63 = 2,078 \text{ мин};$$

$$t_{\text{оп}}^3 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 0,62 + 2,93 = 3,55 \text{ мин};$$

$$t_{\text{оп}}^4 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 0,52 + 2,83 = 3,35 \text{ мин}.$$

$$t_{\text{оп}}^5 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 0,21 + 1,2 = 1,41 \text{ мин}.$$

$$t_{\text{оп}}^6 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 0,31 + 1,65 = 1,96 \text{ мин}.$$

$$t_{\text{оп}}^7 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 0,28 + 1,65 = 1,93 \text{ мин}.$$

$$t_{\text{оп}}^8 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 0,018 + 1,45 = 1,468 \text{ мин}.$$

$$t_{\text{оп}}^9 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 0,017 + 1,45 = 1,467 \text{ мин}.$$

Время перерывов, организационного и технического обслуживания обычно принимается в процентном отношении к оперативному времени. Для среднесерийного производства эта величина составляет 3..5% [нормирование к диплому].

В таком случае формула расчета штучного времени принимает вид:

$$t_{\text{шт.}} = t_{\text{оп}} * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{\text{оп}}$$

здесь α - процент времени на техническое обслуживание;

β - процент времени на организационное обслуживание;

γ - процент времени перерывов.

Принимаем время перерывов: $\gamma = 4\%$, время на организационное и техническое обслуживание $\alpha + \beta = 8\%$.

Тогда штучное время по формуле определим как:

$$t_{\text{шт.}}^1 = t_{\text{оп}}^{05} * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{\text{оп}}^{05} = 5,022 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 5,022 = 5,62 \text{ мин};$$

$$\begin{aligned}
t_{шт.}^2 &= t_{оп}^{10} * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^{10} = 2,078 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 2,078 = 2,32 \text{ мин}; \\
t_{шт.}^3 &= t_{оп}^{15} * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^{15} = 3,55 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 3,55 = 3,97 \text{ мин}; \\
t_{шт.}^4 &= t_{оп}^{20} * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^{20} = 3,35 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 3,55 = 3,97 \text{ мин.} \\
t_{шт.}^5 &= t_{оп}^{05} * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^{05} = 1,41 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 1,41 = 1,57 \text{ мин}; \\
t_{шт.}^6 &= t_{оп}^{05} * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^{05} = 1,96 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 1,96 = 2,19 \text{ мин}; \\
t_{шт.}^7 &= t_{оп}^{05} * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^{05} = 1,93 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 1,93 = 2,16 \text{ мин}; \\
t_{шт.}^8 &= t_{оп}^{05} * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^{05} = 1,468 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 1,468 = 1,64 \text{ мин}; \\
t_{шт.}^9 &= t_{оп}^{05} * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^{05} = 1,467 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 1,467 = 1,64 \text{ мин};
\end{aligned}$$

Величину подготовительно-заключительного времени для каждой операции определяем на основании рекомендаций:

$$\begin{aligned}
t_{пз}^1 &= 23 \text{ мин}; \\
t_{пз}^2 &= 23 \text{ мин}; \\
t_{пз}^3 &= 14 \text{ мин}; \\
t_{пз}^4 &= 14 \text{ мин.} \\
t_{пз}^5 &= 20 \text{ мин.} \\
t_{пз}^6 &= 15 \text{ мин.} \\
t_{пз}^7 &= 15 \text{ мин.} \\
t_{пз}^8 &= 14 \text{ мин.} \\
t_{пз}^9 &= 14 \text{ мин.}
\end{aligned}$$

Тогда величину штучно-калькуляционного времени по формуле определим как:

$$\begin{aligned}
t_{шт.к.}^1 &= t_{шт.}^{05} + \frac{t_{пз}^{05}}{N} = 5,62 + \frac{23}{1000} = 5,64 \text{ мин}; \\
t_{шт.к.}^2 &= t_{шт.}^{10} + \frac{t_{пз}^{10}}{N} = 2,32 + \frac{23}{1000} = 2,34 \text{ мин}; \\
t_{шт.к.}^3 &= t_{шт.}^{15} + \frac{t_{пз}^{15}}{N} = 3,97 + \frac{14}{1000} = 3,98 \text{ мин}; \\
t_{шт.к.}^4 &= t_{шт.}^{20} + \frac{t_{пз}^{20}}{N} = 3,97 + \frac{14}{1000} = 3,98 \text{ мин.} \\
t_{шт.к.}^5 &= t_{шт.}^{20} + \frac{t_{пз}^{20}}{N} = 1,57 + \frac{20}{1000} = 1,59 \text{ мин.} \\
t_{шт.к.}^6 &= t_{шт.}^{20} + \frac{t_{пз}^{20}}{N} = 2,19 + \frac{15}{1000} = 2,20 \text{ мин.}
\end{aligned}$$

$$t_{\text{шт.к.}}^7 = t_{\text{шт.}}^{20} + \frac{t_{\text{пз}}^{20}}{N} = 2,16 + \frac{15}{1000} = 2,17 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{шт.к.}}^8 = t_{\text{шт.}}^{20} + \frac{t_{\text{пз}}^{20}}{N} = 1,64 + \frac{14}{1000} = 1,65 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{шт.к.}}^9 = t_{\text{шт.}}^{20} + \frac{t_{\text{пз}}^{20}}{N} = 1,64 + \frac{14}{1000} = 1,65 \text{ мин.}$$

1.2. Конструкторская часть

1.2.1 Анализ исходных данных

В качестве операции для проектирования оснастки была выбрана сверлильная операция.

Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице

Таблица 10 – Техническое задание

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Приспособление для установки и закрепления детали «корпус» на универсальном вертикально-сверлильном станке модели 2С50
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки детали «корпус».
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление заготовки «корпус» с целью получения необходимой точности размеров; удобство установки, закрепления и снятия заготовки.
Технические (тактико-технические) требования	<u>Тип производства</u> – среднесерийный <u>Программа выпуска</u> - 1000 шт. в год. Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать станку модели 2С50
Документация, подлежащая разработке	Пояснительная записка (раздел - конструкторская часть), чертеж общего вида для технического проекта специального приспособления, спецификация, принципиальная схема сборки специального приспособления.

1.2.2 Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления

Имея технические решения и исходные данные, представленные в техническом задании, приступаем к проектированию приспособления. Цель данного раздела – создать работоспособную, экономичную в изготовлении и отвечающую всем требованиям конструкцию приспособления.

Перед разработкой принципиальной схемы и перед компоновкой приспособления, необходимо определить относительно каких поверхностей заготовки будет происходить ее фиксация во время обработки на станке. Изобразим принципиальную схему зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима (рис. 1).

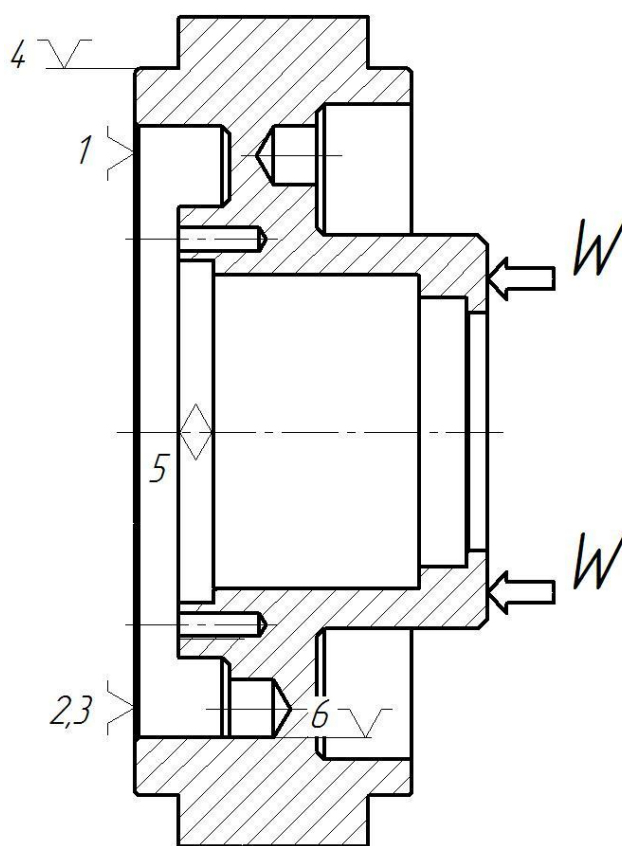


Рисунок 38 Принципиальная схема зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима.

1.2.3 Описание конструкции и работы приспособления

Приспособление применяется для точной установки и надежного закрепления заготовки при обработке на универсальном вертикально-сверлильном станке модели 2С50.

Сборочный чертеж приспособления приведен на листе формата А2.

Приспособление состоит из корпуса (1), на котором смонтированы все узлы приспособления. Для закрепления заготовок используется эксцентриковый зажимной механизм, состоящий из эксцентрика (4),

направляющей (2), фланца (8), пружины (11), ручки (3), шайбы (9,10) и гайки (14). Для лишения заготовки вращения в корпусе установлен палец (6), который закреплён гайкой (13). Для направления режущего инструмента в верхней части корпуса установлена быстросменная кондукторная втулка (5).

Поверхности установочных деталей должны обладать большой износостойкостью. Поэтому их обычно изготавливают из сталей 15 и 20 с цементацией на глубину 0,8-1,2 мм и с последующей закалкой до твердости HRC50...55.

1.2.4 Определение необходимой силы зажима

На основе принятой схемы компоновки разрабатываем принципиальную схему расчета приспособления (рис. 2), учитывающий тип, число и размеры установочных и зажимных устройств.

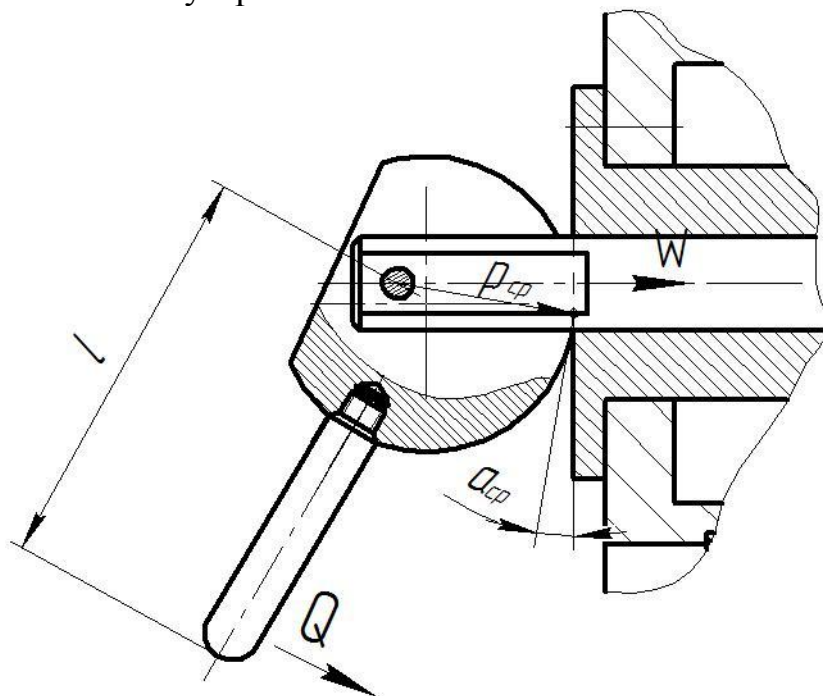


Рисунок 39. Расчетная схема.

$$W = Q \frac{l}{r_{cp}} \frac{1}{\operatorname{tg} a_{cp}} ;$$

W_{cp} – среднее значение силы зажима

r_{cp} – среднее значение радиуса, проведенного из центра вращения эксцентрика в точку М зажима

a_{cp} – средний угол подъема кривой эксцентрика в точке зажима

φ, φ_1 – угол трения скольжения в точке М зажима и на оси эксцентрика.

$$Q = \frac{W \operatorname{tg} a_{cp} p_{cp}}{l} = \frac{196,12 * 0,6 * 20}{55} = 42,7 \text{ Н}$$

$$Q = 42,7 \text{ Н} = 4,27 \text{ кгс}$$

Сила зажатия равна 4,27 кгс. Нет необходимости использовать специальный привод, необходимое усилие можно достичь вручную.

2. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью данного раздела проекта является оценка разработки технологического процесса изготовления детали «Корпус» с позиции ресурсоэффективности и конкурентоспособности.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести SWOT-анализ;
- выполнить планирование и организацию научного исследования;
- создать диаграмму Ганта
- определить бюджет научного проекта;
- определить ресурсоэффективность проекта.

2.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

2.1.1 Анализ решений

Для достижения поставленной цели необходимо произвести анализ конкурентных технических решений. Для этого составим таблицу, на основе которой дадим оценку конкурентоспособности данной детали.

Таблица 10 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критериооценки	Вескритерия	Баллы			Конкурентспособность		
		B_{ϕ}	$B_{\kappa 1}$	$B_{\kappa 2}$	K_{ϕ}	$K_{\kappa 1}$	$K_{\kappa 2}$
1	2	3	4	5	6	7	8
Техническиекритериооценкиресурсоэффективности							
1. Возможность внедрения устройства в единую систему автома-тики	0,01	2	1	1	0,12	0,01	0,01
2. Удобство вэксплуатации	0,2	5	3	4	1	0,6	0,8
3. Помехоустойчивость	0,02	2	1	1	0,04	0,02	0,02
4. Простота конструкции	0,36	3	1	3	0,4	0,1	0,3
5. Компактность	0,14	5	5	4	0,7	0,7	0,56

6. Безопасность	0,1	5	2	4	0,4	0,2	0,4
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена	0,01	3	2	2	0,02	0,01	0,02
2. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	5	3	2	0,3	0,3	0,2
3. Затраты на ремонт	0,06	5	4	3	0,3	0,24	0,18
Итого	1	35	22	24	3,28	2,18	2,49

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i \quad (23)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Таким образом, на основании таблицы 1 можно сделать вывод, что разработанный в ходе исследовательской работы технологический процесс ($K=3,28$) может составить конкуренцию уже имеющимся на российском рынке производителям.

2.2 SWOT-анализ

SWOT-анализ является инструментом стратегического менеджмента. Представляет собой комплексное исследование технического проекта. SWOT- анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Применительно к проекту по разработке детали «Щит подшипниковый», SWOT-анализ позволит оценить положительные и отрицательные стороны проекта.

Для проведения SWOT-анализа составляется матрица SWOT, которая помогает выявить соответствия слабых и сильных сторон проекта, а также их возможности и угрозы.

При составлении матрицы SWOT-анализа стоит использовать следующие обозначения: С – сильные стороны проекта; Сл – слабые стороны проекта; В – возможности; У – угрозы.

Матрица SWOT приведена в таблице 3.1.

Таблица 12- Матрица SWOT-анализа технического проекта

	Сильные стороны проекта: С1. Наличие бюджетного финансирования; С2. Наличие опытного руководителя; С3. Использование современного оборудования; С4. Наличие современного программного продукта; С5. Использование САД-САМСАЕ систем; С6. Актуальность проекта	Слабые стороны проекта: Сл1. Быстрое развитие новых технологий; Сл2. Высокая стоимость оборудования; Сл3. Не проработаны вопросы выхода на рынок Сл4. Отсутствие квалифицированного персонала.
Возможности: В1. Изготовление детали на любом предприятии; В2. Повышение стоимости конкурентных разработок.		
Угрозы: У1. Появление новых технологий У2. Введение дополнительных государственных требований и сертификации программы.		- Расширение области применения за счет развития новых технологий

Таблица 13 – Связь сильных сторон с возможностями

	С1	С2	С3	С4	С5	С6
В1	-	+	+	+	+	+
В1	+	+	+	+	+	+

Таблица 14 – Связь слабых сторон с возможностями

	Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
В1	-	-	-	+
В2	+	-	+	-

Таблица 15– Связь сильных сторон с угрозами

	С1	С2	С3	С4	С5	С6
У1	-	-	-	+	+	+
У1	+	-	-	-	-	+

Таблица 16 – Связь слабых сторон с угрозами

	Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
У1	+	+	+	+
У2	-	+	-	-

Таблица 17 – Итоговая матрица SWOT-анализа

	<p>Сильные стороны проекта:</p> <p>С1. Наличие бюджетного финансирования;</p> <p>С2. Наличие опытного руководителя;</p> <p>С3. Использование современного оборудования; С4. Наличие современного программного продукта;</p> <p>С5. Использование CAD-CAMCAE систем;</p> <p>С6. Актуальность проекта</p>	<p>Слабые стороны проекта:</p> <p>Сл1. Быстрое развитие новых технологий;</p> <p>Сл2. Высокая стоимость оборудования;</p> <p>Сл3. Не проработаны вопросы выхода на рынок</p> <p>Сл4. Отсутствие квалифицированного персонала.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Изготовление детали на любом предприятии;</p> <p>В2. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p>	<p>- Возможно, создать партнерские отношения с рядом ведущих предприятий для совместного исследования в области обработки металлов резанием;</p> <p>- При наличии вышеперечисленных достоинств мы имеем большой потенциал для получения деталей с высокими эксплуатационными свойствами.</p>	<p>- Повышение цен на металлообрабатывающее оборудование;</p> <p>-Сотрудничество с зарубежными профессорами и повышение квалификации персонала</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Появление новых технологий</p> <p>У2. Введение дополнительных государственных требований и сертификации программы.</p>	<p>- Повышение квалификации персонала т.к. тема актуальна и есть современное оборудование.</p>	<p>- Расширение области применения за счет развития новых технологий</p>

По результатам интерактивных матриц, приведенных в ниже, видно, что самой сильной стороной проекта является использование современного оборудования. Кроме того, при наличии вышеперечисленных достоинств мы имеем большой потенциал для получения деталей с высокими эксплуатационными свойствами. Угрозы имеют низкие вероятности, что говорит о высокой надежности проекта.

2.2.1 Планирование научно-исследовательских работ

2.2.1.1 Структура работ в рамках научного исследования

Порядок этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 18.

Таблица 18 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Исполнитель
Введение	7	01.02.2022	07.02.2022	Руководитель, Исполнитель
Постановка цели и задач исследования, актуальность, научная новизна	10	08.02.2022	17.02.2022	Руководитель, Исполнитель
Литературный обзор	46	18.02.2022	04.04.2022	Исполнитель
Расчетная часть	21	05.04.2022	25.04.2022	Руководитель, Исполнитель
Анализ результатов	16	26.04.2022	11.05.2022	Руководитель, Исполнитель
Оформление пояснительной записки	17	12.05.2022	28.05.2022	Исполнитель
Итого	117			

2.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаях образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников выполнения проекта.

Трудоемкость выполнения технического проекта оценивается экспертным путем в рабочих-днях и носит вероятностный характер, так как зависит от множества трудно учитываемых факторов. Методика оценки приведена в [9]. Для определения, ожидаемого значения трудоемкости i тожиспользуется следующая формула

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \quad (24)$$

Где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы раб.дн.;

t_{\min} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

t_{\max} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{ч_i}, \quad (25)$$

где T_{pi} - продолжительность одной работы, раб. дн.;

$ч_i$ - численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

2.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта. Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (26)$$

где T_{ki} - продолжительность выполнения i -й работы в кал. дн.;

T_{pi} - продолжительность одной работы, раб. дн.;

$k_{\text{кал}}$ - коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (27)$$

где $T_{\text{кал}}$ - продолжительность календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ - количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ - количество праздничных дней в году.

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 66} = 1,22$$

Вид работ	Исполнители	Т _{к.л.} дни	Продолжительность выполнения работ														
			Февраль			Март			Апрель			Май					
			10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30			
Выдача задания диплома	Руководитель	7	■														
	Исполнитель		■														
Постановка цели и задач исследования, актуальность, научная новизна	Руководитель	10		■													
	Исполнитель			■													
Литературный обзор	Исполнитель	46			■	■	■	■	■	■	■						
Расчетная часть	Руководитель	21										■					
	Исполнитель											■					
Анализ результатов	Руководитель	16												■			
	Исполнитель													■			
Оформление пояснительной записки	Исполнитель	17														■	
	Руководитель																■
	Исполнитель																■

Рисунок 40 – Календарный план проведения диплома

2.2.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

Для формирования бюджета НТИ используем следующую группировку затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

2.2.5 Расчет затрат на специальное оборудование

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме. В данном случае затраты пришлось на компьютер (табл. 9).

Таблица 19 – Затраты на специальное оборудование

Наименование оборудования	Количество единиц	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
Компьютер	1 шт.	35 000	35 000
Итого			35 000

Затраты на доставку оборудования определяются как 5% от цены данного оборудования. Следовательно,

$$Z_{\text{тр}} = 0,05 \cdot 35000 = 1750 \text{руб.}$$

Таким образом, затраты на специальное оборудование составят 36 750 рублей.

2.2.6 Основная заработная плата исполнителей темы

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{тр}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}},$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M=10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно- технического персонала, раб. дн.

Показатели рабочего времени представлены в таблице 20 Таблица 20 – Показатели рабочего времени

Показатели рабочего времени	Дни
Календарные дни	365
Нерабочие дни (выходные/праздничные дни)	66
Потери рабочего времени (отпуск/невыходы по болезни)	56
Действительный годовой фонд рабочего времени (F_d)	243

Для расчета основной заработной платы студента берем оклад, равный окладу ассистента без степени, т.е. 21 760 руб.

$$Z_{\text{дн}} = \frac{21760 \cdot 10,4}{243} = 931,29 \text{руб.}$$

Для расчета основной заработной платы научного руководителя примем оклад 33 664 руб.

$$Z_{\text{дн}} = \frac{33664 \cdot 10,4}{243} = 1440,76 \text{руб.}$$

Данные расчетов представлены в таблице 21. Таблица 21 - Расчет основной заработной платы

Исполнители по критериям	$Z_{\text{дн}}$,руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$T_{\text{р}}$,раб.дн.	$Z_{\text{осн}}$,руб.
Руководитель	1 440,76	0,05	0,05	1,3	18	37 085,16
Исполнитель	17 000	0,3	0,2	1,3	99	131 842,73
Итого						168 927,89

2.2.7 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Для руководителя:

$$Z_{\text{доп}} = 37085,16 \cdot 0,12 = 4450,22 \text{руб.}$$

Для исполнителя:

$$Z_{\text{доп}} = 131842,73 \cdot 0,12 = 15821,13$$

Таблица 22 – Расчет дополнительной заработной платы

№ п/п	Исполнители по категориям	Дополнительная заработная плата, руб
1	Руководитель	4 450,22
2	Исполнитель	15 821,13
	Итого	20 271,35

2.2.8 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социально-гострахования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

Для руководителя:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,302 \cdot (37085,16 + 4450,22) = 12543,68 \text{руб}$$

Для исполнителя:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,302 \cdot (131842,73 + 15821,13) = 44594,49 \text{руб}$$

Итого: 57 138,17 руб.

2.2.9 Прочие прямые расходы

Затраты на специальное программное обеспечение учтены в таблице 13, как прочие прямые расходы.

Таблица 23 – Прочие прямые

Наименование оборудования	Количество единиц	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
Программное обеспечение	1 шт.	6 500	6 500
Итого			6 500

2.2.10 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение

материалов и т.д. Их величина определяется последующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = k_{\text{нр}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} + Z_{\text{об}} + Z_{\text{тр}} + Z_{\text{внеб}}) \cdot 0,16 =$$

$$(168927,89 + 20271,35 + 35000 + 1750 + 57138,17) \cdot 0,16 = 45293,99 \text{руб.}$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%. Таким образом накладные расходы составили 45 293,99 руб.

2.2.11 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта см3. Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 14.

Таблица 24 – Определение бюджета на НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Затраты на специальное оборудование	36 750
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	168 928
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	20 271
4. Отчисления во внебюджетные фонды	57 138
5. Прочие прямые расходы	6 500
6. Накладные расходы	45 294
Бюджет затрат НТИ	334 881

Таким образом, общий бюджет НТИ составил 334 881 руб.

2.2.12 Определение ресурсной (ресурсосберегающей) финансовой эффективности

Определение эффективности произведено на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой и ресурсной эффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получен в ходе оценки бюджета затрат вариантов исполнения научного исследования.

Интегральный финансовый показатель разработки находится по формуле:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{мах}}} \quad (28)$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{мах}}$ – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

Так как суммы всех вариантов равны, то интегральные финансовые показатели одинаковые: Для 1-го варианта исполнения:

$$\frac{I_{\text{финр}}^{\text{исп.}1}}{\text{финр}} = I_{\text{финр}}^{\text{исп.}2} = I_{\text{финр}}^{\text{исп.}3} = \frac{334881}{\text{финр}} = 1$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное удешевление стоимости разработки. Интегральный показатель ресурсоэффективности определяется по формуле:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент проекта;

b_i – балльная оценка проекта, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{исп.i}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.i} = \frac{I_{р-исп.i}}{I_{финр.i}}$$

Таблица 25 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Повышение производительности труда пользователя	0,2	5	4	3
Удобство эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	4	4	4
Энергоэкономичность	0,15	4	4	4
Надежность	0,2	5	3	3
Безопасность	0,15	4	3	3
Простота эксплуатации	0,15	4	3	4
ИТОГО	1	4,4	3,5	3,45

$$I_{\text{исп.}i} = \frac{4,4}{1} = 4,4$$

$$I_{\text{исп.}i} = \frac{3,5}{3,5} = 1$$

$$I_{\text{исп.}i} = \frac{3,45}{1} = 3,45$$

Из расчетов видно, что наиболее целесообразный вариант проекта разработки НТИ произведен в первом исполнении.

Сравнительная эффективность проекта (Эср):

Исходя из полученных данных, наиболее эффективным оказалась разработка под исполнением №1.

Таблица 26 – Сравнительная эффективность разработки

Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Интегральный финансовый показатель разработки	1	1	1
Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,4	3,5	3,45
Интегральный показатель эффективности	4,4	3,5	3,45
Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,26	0,99	1,28

Заключение по разделу

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» были оценены экономические «Щит подшипниковый». Выявлены потенциальные потребители, конкуренты технических решений. В роли потребителей выступают машиностроительные предприятия, оборудование которых позволяет производить обработку металлов. В ходе SWOT-анализа выявлено, что основной угрозой можно обозначить: Расширение области применения за счет развития новых технологий. Подсчёт затрат на разработку позволяет заключить, что основной статьёй расходов в научно-исследовательской работе является заработная плата исполнителей: основная – 168 927,89 руб., дополнительная – 20 271,35 руб. На втором месте страховые взносы – 57 138,17 руб. Общий бюджет разработки составил 334 881 руб. При этом запланированная продолжительность работы составляет 117 дней. Так же оценена экономическая эффективность разработки. Разрабатываемая технология по сравнительному показателю эффективности превосходит аналогичные технологии за счёт меньшей стоимости.

3 Социальная ответственность

3.1 Описание рабочего места

Производственный цех- это место повышенной опасности, где строго следует соблюдать простые, но важные правила. Благодаря соблюдению которых, производственный процесс станет безопаснее, а так-же снизится риск травм на производстве и чрезвычайных ситуаций.

В ходе технологического процесса изготавливается корпус. Материалом детали является Сталь ХВГ, масса детали – 6,82 кг. На предприятиях в соответствии с ГОСТ 12.3.020-80 перемещение грузов массой менее 15 кг в технологическом процессе должно производиться с помощью подъёмно-транспортных устройств или средств механизации [28]. В транспортировке детали участвует подъемник непрерывного действия. Деталь корпус, основное изготовление происходит: на горизонтально-фрезерном, вертикально-фрезерном оборудовании. В данной работе рассмотрен цех по производству деталей. Он состоит из основного помещения на первом этаже корпуса, где располагается металлорежущее оборудование в количестве 6 универсальных станков и 6 станков с ЧПУ.

3.2 Правовые и организационные вопросы

Для осуществления практической деятельности в области обеспечения безопасности жизнедеятельности необходимо соблюдение нормативов и правил ведения соответствующих работ, позволяющие их обеспечить. Соблюдение рабочего режима, правил ведения работ и т.д. Специальные правовые нормы трудового законодательства регламентируются № 197-ФЗ от 30.12.2001 (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2002) «Трудовой кодекс РФ» [1].

Нормальная продолжительность рабочего времени составляет 40 часов в неделю. Перерыв на обед назначается через 3,5-4,0 часа после начала смены и составляет 45-60 мин. В течение смены следует предусмотреть 2 перерыва длительностью 5-10 мин. Также должны быть предусмотрены микропаузы для отдыха 20-40 с.

Рабочее место должно обеспечивать выполнение трудовых операций в пределах зоны досягаемости моторного поля. Зоны досягаемости моторного поля в вертикальной и горизонтальной плоскостях для средних размеров тела человека (

Выполнение трудовых операций "часто" и "очень часто" должно быть обеспечено в пределах зоны легкой досягаемости и оптимальной зоны моторного поля. При проектировании оборудования и организации рабочего места следует учитывать антропометрические показатели женщин (если работают только женщины) и мужчин (если работают только мужчины); если оборудование обслуживают мужчины и женщины - общие средние показатели мужчин и женщин. Организация рабочего места и конструкция оборудования должны обеспечивать прямое и свободное положение корпуса тела, работающего или наклон его вперед не более чем на 15°. Конструкцией производственного оборудования и организацией рабочего места должно быть обеспечено оптимальное положение работающего, которое достигается

регулированием: высоты рабочей поверхности. Регулируемые параметры в зависимости от тяжести труда и роста работающего следует выбирать по номограмме, приведенной на рисунке 3; подставки для ног при нерегулируемой высоте рабочей поверхности. В этом случае высоту рабочей поверхности устанавливают по номограмме, приведенной на рисунке 3 для работающего ростом 1800 мм. Оптимальная рабочая поза для работающих более низкого роста достигается за счет увеличения высоты подставки для ног на величину, равную разности между высотой рабочей поверхности для работающего ростом 1800 мм и высотой рабочей поверхности, оптимальной для роста, данного работающего [3].

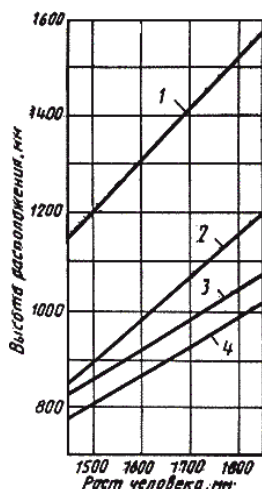


Рисунок 40 - Номограмма зависимости высоты расположения средств отображения информации (1) и высоты рабочей поверхности

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.

3.3 Анализ выявленных вредных факторов

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.

3.3.1 Превышение уровня шума

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

3.3.2 Повышенный уровень вибрации

Источником повышенной вибрации является станок. При длительном воздействии вибрации, и особенно при возникновении резонанса, возможны механические повреждения тканей и другие неблагоприятные воздействия на органы и различные системы организма.

Амплитуда вибрации в помещении не должна превышать $0,0072 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ при частотах от 31,5 Гц до 63 Гц. Поскольку станки работают в диапазонах, близких к 60 Гц, а фрезерный станок с ЧПУ работает в пределе до 32 Гц, то вибрация при работе не будет оказывать вредное воздействие на операторов [8]. Методы, которые применяются в данной работе для защиты оператора от неблагоприятного воздействия вибрации: рациональное размещение специального оборудования устройства; оптимальные режимы работы установки. Кроме того, для уменьшения вибрации необходимо своевременно проводить необходимый ремонт и техосмотр оборудования. Все эти действия приводят к уменьшениям колебания конструкции и понижению уровня вибрации. Также для этих целей необходимо использовать индивидуальные средства защиты: обувь с амортизирующими подошвами, рукавицы и перчатки с мягкими наладонниками.

Вредные вещества в воздухе рабочей зоны

При изготовлении на токарном станке детали «Щит подшипниковый» основными вредными производственными факторами являются: пары смазочно- охлаждающих жидкостей и технологических смазок, абразивная и металлическая пыль, выделяющиеся в процессе станочной обработки металлов резанием. Класс опасности IV, ПДК более 10,0 мг/м. Использование СОЖ приводит к различным заболеваниям кожи, а также раздражающе действует на слизистые оболочки верхних дыхательных путей. При работе на токарных, фрезерных, сверлильных станках во избежание попадания стружки в глаза необходимо установить защитные ограждения.

Средствами защиты от вредных веществ могут служить: автоматизация и дистанционное управление технологическими процессами, механическая вентиляция помещения, герметизация оборудования, СИЗ (респираторы, спецодежда, перчатки, защитные очки и др.)

Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной 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 районам серьезным травмам и смерти человека;
- движущиеся органы время станков, могут нанести травму работнику.

Кроме того, при обработке на станках с ЧПУ существует вероятность травматизации при смене инструмента, поскольку смена инструмента

выполняется с высокой скоростью и может быть неожиданной для рабочего;
- стружка, может привести к травме в виде порезов, разрезов. особенно опасна сливная стружка

- Станочное оборудование, несет в себе потенциальную высокую угрозу.

Защита от электрического напряжения

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 ($d = 4 = \text{см}$);

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=1,2см;

ln-длина полосы, ln=4200 см;

Pn-удельное сопротивление грунта ; Pn =10⁴см Ом см;

hп-глубина погружения трубы в землю , hп =80см

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

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 ηз – коэффициент использования стол труб контура, ηз = 0,8; ηп – сверло коэффициент стоимость использования полосы, ηп = 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 P.

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 проектируемой 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 электрощафы оснащены концевыми выключателями, которые предотвращают случайное попадание человека в зону электрического тока.

Подвижные части производственного оборудования

На данном рабочем месте производится механическая обработка,

предусмотрено перемещение режущего инструмента и детали в больших диапазонах скоростей и нагрузок. Соприкосновение с движущимися частями оборудования может привести к перелому конечностей, ушибам, порезам. К средствам коллективной защиты от воздействия механических факторов относятся устройства (ГОСТ 12.4.011-89 «Средства защиты работающих. Классификация»): оградительные устройства, устройства автоматического контроля и сигнализации, предохранительные устройства, устройства дистанционного управления, тормозные устройства, знаки безопасности.

К средствам индивидуальной защиты относятся спец. Одежда защитные очки и маски.

Механическое повреждение

В России существует стандартная классификация средств этому защиты от факторов механического повреждения: ГОСТ 12.4.125" Средства защиты от механических травм опасных факторов". На самых различных производствах используется большое количество металлорежущего оборудования (токарных, сверлильных, фрезерных и других видов станков). При обработке металлов резанием на этих станках образуется стружка.

Подвижные части производственного оборудования

На данном рабочем месте производится механическая обработка, предусмотрено перемещение режущего инструмента и детали в больших диапазонах скоростей и нагрузок. Соприкосновение с движущимися частями оборудования может привести к перелому конечностей, ушибам, порезам. К средствам коллективной защиты от воздействия механических факторов относятся устройства (ГОСТ 12.4.011-89 «Средства защиты работающих. Классификация»): оградительные устройства, устройства автоматического контроля и сигнализации, предохранительные устройства, устройства дистанционного управления, тормозные устройства, знаки безопасности.

К средствам индивидуальной защиты относятся спец. Одежда защитные очки и маски.

Недостаточная освещенность рабочей зоны

Расчет освещенности рабочего места проводится посредством выбора системы освещения и определения достаточного количества светильников, а также их размещения. В СанПиН 1.2.3685-21 [5] изложены основные требования и значения нормируемой освещённости рабочих поверхностей.

Таблица 4.3 – Нормы освещённости на рабочих местах производственных помещений при искусственном освещении. Величина коэффициента естественного освещения (КЕО) для различных помещений лежит в пределах 0,1...12% и определяется по формуле:

$$КЕО = \frac{E}{E_0} \times 100\% \quad (81)$$

где E – освещённость на рабочем месте ; E₀ – освещённость на улице (при среднем состоянии облачности). 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 освещенность, создаваемая естественным светом, изменяется в зависимости от времени дня, года, метеорологических факторов, то для поддержания постоянного уровня освещенности

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 освещенности необходимо: регулярная замена вышедших из строя ламп, периодическая очистка от пыли. СНиП 23-06-95 «Естественное и искусственное освещение». Фактическое значение освещенности при комбинированном освещении в цехе, оборудованном металлорежущими станками, составляет 750 лк, что является допустимым, для нормативного значения 250 лк [31]

Экологическая безопасность. Защита атмосферы.

При механической обработке материалов в процессе изготовления детали «Щит подшипниковый» образуется пыль, стружка, а также туман (испарения СОЖ), которые выводятся наружу при помощи системы вентиляции, что отрицательно воздействует на атмосферу.

Класс опасности IV (малоопасные) ПДК более 10,0 мг/м.

1. Чтобы предотвратить попадание механических примесей в вентиляционные выбросы, необходимо оборудовать вентиляцию специальными фильтрами (из волокна) и аппаратами пылеулавливания (мокрого и сухого).

2. Для очистки газовой составляющей вентиляционных выбросов, нужно использовать специальные конденсаторы, которые будут охлаждать воздушные смеси (ниже точки росы).

3. Защита от мелкой пыли, стружки и выбросов вредных газов осуществляется вытяжными трубами (отсосами). Воздух, проходит через фильтры, очищается, а пыль и грязь поступают в отходы и утилизируется.

Защита литосферы. Основными источниками загрязнения являются промышленные отходы: индустриальные масла, металлическая стружка, отработанная СОЖ, бумага, строительные отходы, остатки сырья. Класс опасности 5.

После сбора отходы подвергаются переработке, утилизации и захоронению.

Защита гидросферы. Механическое загрязнение характеризуется попаданием в воду различных механических примесей (песок, ил и др.). Для

сведения к минимуму загрязнения сточных вод при проектировании технологического изготовления «Щит подшипниковый», все стоки оборудуют специальными фильтрами (задерживающими масла, кислоты и грязь). Очистка вод производится в отстойниках, шлаконакопителях.

Наименование химического фактора	ПДК			
	атмосферный воздух (мг/м ³)		вода (мг/л)	почва (мг/кг, с учетом кларка)
	максимальная разовая	средняя суточная		
Аммиак	0,2	0,04	0,39	
Анилин			0,1	
Ацетон	0,35	0,35		
Бензин	5,0	1,5	0,1	
Бензол	1,5	0,1	0,5	0,3
Бенз(а)пирен		0,1*	0,000005	0,02
Гексахлорциклогексан	0,03	0,03	0,004	0,1
ДДТ			0,1	0,1
Диоксид азота	0,085	0,04		
Диоксин	0,5 мкг/м ³		20 мкг/л	10 мкг/кг
Мышьяк и его неорганические соединения		0,03	0,05	2,0
Озон	0,16	0,03		
Оксид азота	0,2	0,4	0,02	
Ртуть (металлическая)	0,2	0,0003	0,0005	2,1
Свинец (неорганические соединения)	0,01	0,0003	0,03	32,0
Сероводород	0,008			0,4
СПАВ			0,5	
Твердые частицы (пыль)	0,5	0,15		
Угарный газ	5,0	3,0		
Фенол	0,01	0,003	0,001	
Формальдегид	0,035	0,003	0,001	
Хлор	0,1	0,03		
Четыреххлористый углерод	4,0	0,7	0,006	

Примечание: * — мг / 100 м³.

Рисунок 41- Российские гигиенические нормативы ПДК [13]

Безопасность в чрезвычайных ситуациях

К возможным ситуациям техногенного характера можно отнести возгорание в цехе/производственном участке при несоблюдении предписанных норм пожарной безопасности или же вследствие короткого замыкания или проблем с токопроводящим оборудованием способов и средств предупреждения пожаров и их ликвидации с минимальным ущербом при наиболее рациональном использовании сил и технических средств тушения. Согласно НПБ 105-03 [10] помещение цеха по взрывопожарной и пожарной

опасности относится к категории В. Это связано с наличием горючих жидкостей и твердых материалов. Для предотвращения возникновения пожара используются следующие меры:

Строительно-планировочные меры определяются огнестойкостью зданий и сооружений (выбор материалов конструкций: сгораемые, несгораемые, трудно сгораемые) и предел огнестойкости — это количество времени, в течение которого под воздействием огня не нарушается несущая способность строительных конструкций вплоть до появления первой трещины.

Технические меры — это соблюдение противопожарных норм при эвакуации систем вентиляции, отопления, освещения, электрического обеспечения, а также использование разнообразных защитных систем, соблюдение параметров технологических процессов и режимов работы оборудования.

Организационные меры — обучение персонала по пожарной безопасности, соблюдению мер по пожарной безопасности.

Использование средств пожаротушения. Выбор типа и необходимого количества огнетушителей в защищаемом помещении следует производить в зависимости от их огнетушащей способности, предельной площади, а также класса пожара горючих веществ и материалов. Исходя из этого, и, ориентируясь на НПБ-105-03, было решено использовать углекислотные огнетушители марки ОУ-5 в количестве двух штук.

3.4 Правила пожарной безопасности

Пожары на машиностроительных предприятиях представляют большую опасность для работников и могут причинить огромный материальный ущерб. Пожаром называется неконтролируемое горение вне специального очага, наносящего материальный ущерб. Согласно ГОСТ 12. 1.004 - 91 ССБТ понятие пожарная безопасность означает состояние объекта, при котором с установленной вероятностью исключается возможность возникновения и развития пожара и воздействия на людей опасных факторов пожара, а также обеспечивается защита материальных ценностей.

В соответствии с категориями помещений по пожарной, взрывной и взрывопожарной опасности производственное помещение, где производится механообработка можно отнести к категории В4 пожароопасной. Участки со станками, в которых используется смазочно-охлаждающая жидкость, относят по степени пожароопасности к зоне класса П-Ш. В производственном помещении где изготавливается деталь "Крышка" размещено электрооборудование находящееся под напряжением свыше 1000 В, а значит для ликвидации возгорания допускается применение только порошковых (ОП-3) или углекислотных (ОУ-2) огнетушителей или песка.

Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера. Причины возникновения пожара неэлектрического характера: а) халатное неосторожное обращение с огнем (курение, оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня); б)

самовоспламенение и самовозгорание веществ. Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п. Для устранения причин возникновения пожаров в помещении цеха должны проводиться следующие мероприятия: а) сотрудники предприятия должны пройти противопожарный инструктаж; б) сотрудники обязаны знать расположение средств пожаротушения и уметь ими пользоваться; в) необходимо обеспечить правильный тепловой и электрический режим работы оборудования; г) пожарный инвентарь и первичные средства пожаротушения должны содержаться в исправном состоянии и находиться на видном и легко доступном месте.

Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Для осуществления практической деятельности в области обеспечения безопасности жизнедеятельности необходимо соблюдение нормативов и правил ведения соответствующих работ, позволяющие их обеспечить. Соблюдение рабочего режима, правил ведения работ и т.д. Специальные правовые нормы трудового законодательства регламентируются № 197-ФЗ от 30.12.2001 (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2022) «Трудовой кодекс РФ» [1].

Нормальная продолжительность рабочего времени составляет 40 часов в неделю. Перерыв на обед назначается через 3,5-4,0 часа после начала смены и составляет 45-60 мин. В течение смены следует предусмотреть 2 перерыва длительностью 5-10 мин. Также должны быть предусмотрены микропаузы для отдыха 20-40 с.

Выводы

В данной главе было рассмотрено влияние вредных (шум [4], вибрация [8], вредные вещества [9], производственное освещение [5]) и опасных (электро- и пожаробезопасность) факторов на состояние рабочего персонала.

Цех относится ко второму классу электробезопасности – опасные помещения по электробезопасности [11] и к категории «В» по пожарной и взрывопожарной опасности [12]. Согласно СанПиН 1.2.3685-21, рассматриваемый вид работ на станке в производственном помещении относится к классу Па (средней тяжести физические работы);

Персонал имеет II группу по электробезопасности.

Выполняемая работа не оказывает существенного негативного воздействия на окружающую среду и подпадает под критерии отнесения объектов, оказывающие незначительное негативное воздействие на окружающую среду, - объекты III категории.

Перечень нормотехнической документации

1. ОСТ 54 30013-83 Электромагнитные излучения СВЧ. Предельно допустимые уровни облучения. Требования безопасности
2. ГОСТ 12.4.154-85 —ССБТ. Устройства экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты
3. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны
4. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 "Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)".
5. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
6. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
7. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
8. ГОСТ 12.4.123-83. Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений. Общие технические требования
9. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
10. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы произведена работа по изучению и анализу действующего технологического процесса на изготовление корпуса, и разработан новый технологический процесс, для условий среднесерийного производства с годовой программой выпуска 1000 шт.

При разработке технологического маршрута были выполнены следующие задачи:

- выбор и обоснование метода получения заготовки;
- выбор технологических баз;
- выбор средств технологического оснащения;
 - расчёт промежуточных припусков и размеров одной из поверхностей штока;
- расчёт режимов резания.

Оборудование, инструменты и приспособления применены с учётом технической характеристики корпуса, вида производства, точности, экономичности.

При выполнении данной работы составлен маршрут обработки детали с применением более современного и производительного оборудования, оснастки и инструмента. Применён метод концентрации операций, который позволил сократить количество операций и время на изготовления детали.

В конструкторской части было спроектировано сверлильно-фрезерное приспособление для обработки детали. Спроектированное приспособление обеспечивает необходимую силу зажима и соответствует требованиям точности.

. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Обработка упрочненных поверхностей в машиностроении и ремонтном производстве: [учеб. пособие] / С.И. Богодухов, В.Ф. Гребенюк, А.Д. Проскурин. – Москва : Машиностроение, 2005. -256с.
2. Балабанов А.М. Краткий справочник технолога машиностроителя / А.М. Балабанов – М.: Издательство стандартов, 1922. – 461 с.
3. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие / Под ред. Н.П. Солнышкина. Спб.: Изд-во СПбГТУ, 210. 344 с.
4. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. ред. А.А. Панова. – М.: Машиностроение, 1988. -736 с.
5. Припуски на механическую обработку [Электронный ресурс] – Режим доступа:
http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/k/KOVN/academic/Tab3/7_raschet_pripuskov_VN_rusPDF.pdf
6. Справочник инструментальщика / И.А. Ориднарцев – Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1987. – 846 с.
7. Расчет режимов резания. Учебное пособие / Безъязычный В.Ф., Аверьянов И.Н., Кордюков А.В. – Рыбинск: РГАТА, 2009. – 185 с.
8. Техническое нормирование операций механической обработки деталей: Учебное пособие. Компьютерная версия. – 2-е изд., перер. /И.М. Морозов, И.И. Гузеев, С.А.Фадюшин. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2005. – 65с.
9. Сайт подбора вакансий [Электронный ресурс] – Режим доступа:
<https://russia.trud.com/>
10. Дальский А.М. Цанговые зажимные механизмы М.: Машиностроение, 1966. -168с.
11. Металлорежущие станки: учебное пособие / А.М. Гуртяков. – 3-е изд., перераб. и доп. – Томск, 2009. – 350 с.
12. Портальный погрузчик GL-200 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.cnctech.cz/en/portalovy-zakladac/portalovy-zakladac-gl200/>
13. Групповая технология машиностроительного производства. В 2-х т. Т. 2. Проектирование и использование технологической оснастки металлорежущих станков. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1983. – 376 с., ил.
14. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. Л., Машиностроение, 1975.
15. Основы технологии машиностроения: учебное пособие / В.Ф. Скворцов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. -352 с.
16. Каталог высокоточного инструмента (ТИЗ) / (обновлен 02.04.2018) [Электронный ресурс] – Режим доступа:
http://www.tiz.ru/catalogues/katalog_vysokotoch.pdf
17. Каталог инструмента общепромышленного назначения (ТИЗ) / (обновлен 02.04.2018) [Электронный ресурс] –

http://www.tiz.ru/catalogues/katalog_opn.pdf

18. Твердосплавные центровочные сверла для станков с ЧПУ [Электронный ресурс] - <https://www.hoffmann-group.com/RU/ru/horu/Монолитный-режущий-инструмент/Сверла-из-монолитного-твердого-сплава/с/12>
19. Sandvik Coromant™ Металлообрабатывающий инструмент [Электронный ресурс] - <https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/products/pages/tools.aspx>
20. Sandvik Coromant Toolguide™ [Электронный ресурс] - <https://www.sandvik.coromant.com/en-gb/products/Pages/toolguide.aspx>
21. TC16A20Ф3 токарный станок с чпу [Электронный ресурс] - <https://stankomach.com/katalog-stankov/tokarnye/ChPU/tc16k/obzor/tc16a20f3.html>
22. Горизонтальный токарный центр L160A [Электронный ресурс] - <http://atmt.ru/1160a>
23. Вертикальный обрабатывающий центр KF4600 [Электронный ресурс] - <http://atmt.ru/kf4600>
24. Техническое описание продукции (Эмаль MOBHEL) [Электронный ресурс] – <https://avto-cvet.ru/upload/iblock/b2e/mobihel-bazovaya-emal-metallik.pdf>
25. Пашков Е.Н. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы магистра, специалиста и бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ/Сост. Е.Н. Пашков, И.Л. Мезенцева – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2019. – 24 с.
 26. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда: учебное пособие для вузов / П.П. Кукин и др. - 5-е изд., стер. - М.: Высшая школа, 2009. - 335 с.
 27. Белов, Сергей Викторович. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учебник для академического бакалавриата / С. В. Белов. - 5-е изд., перераб. и доп.. - Москва: Юрайт ИД Юрайт, 2015. - 703 с.
 28. Методические указания к выполнению раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» для всех специальностей/ сост. В.Ю. Конотопский; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 29 с.