



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

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Разработка технологического процесса изготовления фланца

УДК: 629.3.027.522

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10A91	Баратов Алим Нурланбеков		

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
Директор ЮТИ	Солодский С.А.	К. т.н., доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Юрга – 2023 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**

Обучающийся:

Группа	ФИО
10A91	Баратов Алим Нурланбекович

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления фланца	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	31.01.2023г. № 31-74/с

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе (наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).	1. Рабочий чертеж фланца 2. Служебное назначение детали. 3. Программа выпуска 6000 деталей в год. 4. Отчет по преддипломной практике
Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке (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).	1. Аналитический обзор по теме ВКР. 2. Разработка технологического процесса изготовления корпуса. 3. Конструирование приспособления. Расчет требуемого количества оборудования и рабочих. 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение проекта. 5. Социальная ответственность.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	1. Чертеж фланца (1 лист А1).

	2. Карты технологических наладок (3 листа А1 и 1 лист А2). 3. Приспособление сверлильное (1 лист А1). 4. Горизонтально-протяжная (1 лист А2) 5. Воздушно-отопительный агрегат (1 лист А1) 6. Экономические показатели (1 лист А1)
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лизунков В.Г.
Социальная ответственность	Солодский С.А
Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:	
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
10А91	Баратов А.Н.		



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

Период выполнения весенний семестр 2022/2023 учебного года

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Обучающийся:

Группа	ФИО
10A91	Баратов Алим Нурланбекович

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления фланца
--

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	13.06.2023 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
29.04.2023	Основной раздел	30
13.05.2023	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность, ресурсосбережение	5
03.05.2023	Социальная ответственность	5

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

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

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП/ОПОП

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

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10A91	Баратов А.Н.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 108 с., 17 рисунков, 22 таблиц, 34 источника, 8 листов графического материала.

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

Цель работы: разработка технологического процесса изготовления фланца.

Годовая программа выпуска 6000 штук.

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

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

В конструкторской части спроектировано специальное приспособление и произведены соответствующие расчеты.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» рассчитана себестоимость детали для спроектированного технологического процесса.

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

ABSTRACT

The final qualifying work contains 108 pages, 17 tables, 22 sources, 8 sheets of graphic material.

Key words: TECHNOLOGICAL PROCESS, DETAIL, BLANK, CUTTING TOOL, CUTTING SPEED, TECHNOLOGICAL EQUIPMENT, PRODUCTION COST, BASE, BASE, STOCK, BLANK.

The annual production program is 6000 pieces.

The purpose of the work: the development of the technological process for the manufacture of the flange.

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

In the design part, a special device was designed and the corresponding calculations were made.

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

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

Содержание

Введение.....	12
1 Основной раздел.....	13
1.1 Аналитическая часть	13
1.1.1 Служебное назначение детали.....	13
1.1.2 Анализ действующего технологического процесса	14
1.2 Технологическая часть	17
1.2.1 Анализ технологичности объекта производства.....	17
1.2.2 Выбор технологических баз.....	22
1.3 Конструкторская часть	55
1.3.1 Описание конструкции приспособления для сверлильной операции	55
1.2.2 Силовой расчет приспособления	56
4 Результаты проделанной разработки	59
1.4.1 Организационная часть.....	59
2 Финансовый менеджмент, ресурс эффективность и ресурсосбережение....	63
2.1 Расчет объема капитальных вложений.....	63
2.1.1 Стоимость технологического оборудования.....	63
2.1.2 Стоимость вспомогательного оборудования.....	64
2.1.3 Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря	64
2.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений	65
2.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах.....	65
2.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве	66
2.1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции	66
2.1.8 Оборотные средства в дебиторской задолженности	66
2.1.9 Денежные оборотные средства.....	67
2.2 Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции	67
2.2.1 Основные материалы за вычетом реализуемых отходов	68
2.2.2 Расчет заработной платы производственных работников	69
2.2.3 Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих	70
2.2.4 Расчет амортизации основных фондов	70
2.2.5 Расчет амортизации оборудования.....	70
2.2.6 Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования	72
2.2.7 Затраты на силовую электроэнергию	72
2.2.8 Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь.....	73
2.2.9 Расчет заработной платы вспомогательных рабочих	73
2.3 Экономическое обоснование технологического проекта.....	75

Вывод	77
3 Социальная ответственность	79
3.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	79
3.1.1 Описание рабочего места	79
3.2 Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов 83	
3.2.1 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной средой.....	85
3.3 Охрана окружающей среды	94
3.4 Защита в чрезвычайных ситуациях.....	95
3.3.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	96
Заключение	98
Список использованных источников	98
Приложения А	102
Приложения Б.....	104

Диск CD-RV конверте на обороте обложки

ФЮРА А81024.001 Фланец. Файл Фланец.cdw в формате КОМПАС 16

ФЮРА А81024.002 Карта наладки. Файл Операция 020.cdw в формате
КОМПАС 16

ФЮРА А81024.003 Карта наладки. Файл Операция 035.cdw в формате
КОМПАС 16

ФЮРА А81024.004 Карта наладки. Файл Операция 045.cdw в формате
КОМПАС 16

ФЮРА А81024.005 Приспособление вертикально-сверлильное. Файл
Приспособление.cdw в формате КОМПАС 16

ФЮРА А81024.006 Карта наладки Файл Операция 025.cdw в формате
КОМПАС 16

ФЮРА А81024.007 Карта наладки Файл Операция 050.cdw в формате
КОМПАС 16

ФЮРА А81024.008 Экономические показатели Файл экономические
показатели.cdw в формате КОМПАС 16

ФЮРА 760054.009 Воздушно-отопительный агрегат Файл Воздушно-отопительный агрегат.cdw в формате КОМПАС 16

Графический материал

На отдельных листах

ФЮРА А81024.001 Фланец

ФЮРА А81024.002 Карта наладки

ФЮРА А81024.003 Карта наладки

ФЮРА А81024.004 Карта наладки

ФЮРА А81024.005.000СБ Приспособление вертикально-сверлильное

ФЮРА А81024.006 Карта наладки

ФЮРА А81024.007 Карта наладки

ФЮРА А81024.008 Экономические показатели

ФЮРА А81024.009 Воздушно-отопительный агрегат

Введение

Развитие современного уровня машиностроения предъявляет все более жесткие требования к изготовлению продукции с минимальными затратами труда и себестоимостью, ее качеству и эксплуатационным характеристикам, а также других сопутствующих показателей.

Задача машиностроения заключается в создании совершенных конструкций машин и передовых технологий их изготовления. Основное направление в развитии технологического процесса – это создание принципиально новых технологических процессов и замена существующих процессов более точными и экономичными.

Технический прогресс в машиностроении характеризуется не только улучшением конструкции машин, но и непрерывным совершенствованием технологии их производства. Важно, качественно, дешево и в заданные сроки с минимальными затратами изготовить машину, применив высокопроизводительное оборудование, технологическую оснастку, средство автоматизации и механизации производства. От принятой технологии механической обработки во многом зависит надежность работы выпускаемых машин, а также экономичность их эксплуатации.

В данной квалификационной работе рассматривается разработка технологического процесса механической обработки детали фланец.

1 Основной раздел

1.1 Аналитическая часть

1.1.1 Служебное назначение детали.

Основное служебное назначение фланца заключается в ограничении осевого перемещения вала, установленного на подшипниках, путем создания необходимого натяга. Кроме того, фланец выполняет роль крышки, прикрепляясь болтами к барабану и венцу.

Основными элементами фланца являются отверстие $\varnothing 95H7$, в которое на двух подшипниках устанавливается вал; базовая плоскость – по которой фланец базируется при сборке по восьми штифтам $\varnothing 12H8$ и крепится болтами через восемь отверстий $\varnothing 13H14$; наружная поверхность $\varnothing 120h6$, на которой устанавливается подшипник.

Деталь представляет собой отливку из литейной стали 35ГЛ ГОСТ 977-88. Химический состав стали 35ГЛ приведен в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Химический состав стали 35ГЛ

Углерод, %	Марганец, %	Фосфор, %	Сера, %
		не более	
0,35	0,5...1,5	0,2	0,15

Производственная программа выпуска. Определение типа производства

Для каждого типа производства характерны свои маршруты изготовления деталей. Поэтому прежде чем приступить к проектированию технологического процесса механической обработки детали, необходимо, исходя, из заданной производственной программы и характера подлежащей обработки детали установить тип производства и соответствующую ему форму организации выполнения технологического процесса.

Программа выпуска изделий составляет 6000 шт. в год. В зависимости от массы детали (24кг) устанавливаем тип производства – крупносерийное.

Рассчитываем размер партии запуска:

$$n = \frac{N \cdot a}{F}, \quad (1.1)$$

где N—годовая программа выпуска изделия;

F=247—число рабочих дней в 2023 году;

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

$$n=6000 \cdot 6 / 247 = 146 \text{ шт.}$$

Годовая программа выпуска изделий приведена в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Годовая программа выпуска изделий

Наименование детали	Марка материала	Процент на запасные части	Число деталей, шт.			Масса, т	
			На основную программу	На запасные части	Всего	Детали	На программу с запасными частями
Фланец	35ГЛ ГОСТ 977-88	7	6000	420	6420	0,024	154

На данном этапе определяем тип производства как крупносерийное. Впоследствии тип производства подлежит уточнению по коэффициенту закрепления операций.

1.1.2 Анализ действующего технологического процесса

Действующий технологический процесс обработки детали фланец, включает в себя следующие операции:

005 Фрезерная (Вертикально- фрезерный станок с крестовым столом с ЧПУ модели 65А60Ф1):

– Фрезеровать поверхность в размер $27,0 \pm 0,5$ мм.

010 Фрезерная (Вертикально- фрезерный станок с крестовым столом с ЧПУ модели 65А60Ф1):

– Фрезеровать заподлицо с литой поверхностью в размер 28 ± 1 мм.

015 Слесарная (Верстак):

– Снять заусенцы, притупить острые кромки.

018 Токарная (Токарный станок с ЧПУ модели 1М63МФ101):

– Точить поверхность в размер $\varnothing 135^{+2}_{-14}$ на длину 88^{+2} мм;

– Точить фаску в размер 2 х 45°;

020 Токарная. Токарно–винторезный станок модели 1740РФЗ:

– Подрезать торец в размер 122⁺¹мм;

– Точить поверхность в размер Ø 376f7 на длину 10 ± 0,5мм;

– Точить поверхность в размер Ø 465h14 на проход;

– Точить фаску в размер 2 х 45°;

– Расточить отверстие Ø 93H14 на проход;

– Расточить фаску в размер 3 х 45°.

025 Токарная. Токарно–винторезный станок модели 1740РФЗ:

– Точить поверхность в размер 16h14;

– Точить фаску в размер 2 х 45°;

– Точить поверхность в размер Ø 130h11 на длину 88^{+0,46}мм;

– Точить поверхность в размер Ø 120h12 на длину 60^{+0,4}мм;

– Точить поверхность в размер Ø 109,8h12 на длину 20^{+0,28}мм;

– Расточить отверстие Ø 94,4H11 на проход;

– Точить 4 фаски в размер 1,5 х 45°;

– Точить канавку в размер Ø 107,8^{+0,6} на длину 20⁺¹мм;

– Точить канавку в размер Ø 98,5H12 на длину 78^{+0,4}мм;

– Нарезать резьбу M110x1,5-8g на длину 20⁺¹мм.

030 Фрезерная (Горизонтально-фрезерный станок модели 6Р83):

– Фрезеровать паз в размеры 14H14 и Ø 106h12.

035 Сверлильная (Радиально-сверлильный станок модели 2А554):

– Сверлить 2 отверстия Ø 10,2^{+0,36} на Ø 435 на проход;

– Зенковать 2 фаски в размер 1,6 х 45°.

040 Сверлильная (Радиально-сверлильный станок модели 2А554):

– Сверлить 8 отверстий Ø 12H15 на Ø 435 на проход

– Сверлить 8 отверстий Ø 13H14 на Ø 394 на проход

045 Резьбонарезная (Резьбонарезной станок модели РН-24):

– Нарезать резьбу M12-7H в 2 отв. На Ø 435мм на проход.

050 Шлифовальная (Внутришлифовальный станок модели Wotan):

- Шлифовать отверстие Ø 95H7 на проход
- 055 Слесарная (Верстак):
- Снять заусенцы, притупить острые кромки
- 060 Контроль (Плита).

В результате анализа исходных данных и действующего технологического процесса изготовления фланца можно сделать выводы: заготовка получается литьем в песчано-глинистые формы, что не отвечает требованиям современного производства, приводя к излишнему расходу материала; уровень механизации технологического процесса мал из-за применения универсальных станков и технологической оснастки; наблюдается слабая концентрация переходов; применяется универсальный инструмент с режимами резания не соответствующими современным направления машиностроения.

1.2 Технологическая часть

1.2.1 Анализ технологичности объекта производства

Основные задачи, решаемые при анализе технологичности конструкции обрабатываемой детали, сводятся к возможному применению простых инструментов, методов обработки и измерения, удобства и надежности базирования детали, возможности обработки детали высокопроизводительными методами. Таким образом, улучшение технологичности конструкции позволяет снизить трудоемкость и себестоимость ее изготовления.

Технологичность – это совокупность свойств конструкции, которые обеспечивают изготовление, ремонт и техническое обслуживание изделия по наиболее эффективной технологии с применением оптимальных затрат, средств труда, металла и времени.

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

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

1.2.1.1 Выбор заготовки и метода её получения

Современное состояние технологии машиностроения предоставляет большие возможности для рационального выбора вида исходной заготовки и способа её получения. Важно выбрать такую заготовку, у которой форма и размеры приближаются к форме и размерам готовой детали. Это позволяет исключать обдирку и черновую обработку, добиваться высокой производительности и экономного расхода металла. Правильный выбор исходной заготовки существенно влияет на технико-экономические показатели технологического процесса изготовления детали.

При выборе вида заготовки и методов её изготовления рассматриваются два альтернативных варианта. В первом случае литьё в кокиль, во втором случае – литьё в оболочковые формы.

Литьё в кокиль:

Материал – Сталь 35ГЛ ГОСТ977-88;

Масса детали – 24кг;

Заготовку проектируем по ГОСТ 26645-85.

Определяем класс размерной точности отливки: для нетермообрабатываемого черного сплава с наибольшим габаритным размером до 630мм выбираем класс размерной точности 7т-11т, назначаем – 9т.

Определяем степень коробления отливки: для нетермообрабатываемого отливки в многократные формы выбираем 1-4, назначаем – 2.

Определяем степень ожидаемой точности: 7-12, назначаем – 9.

Определяем ожидаемую шероховатость поверхностей отливки в зависимости от степени точности размеров отливки: Ra=12,5мкм.

Назначаем основные припуски на размеры отливки (таблица 1.3):

Таблица 1.3 – Размеры отливки в кокиль

Размер детали, мм	Припуск на сторону, мм	Размер заготовки, мм	Допуск на размер заготовки, мм
Ø 465	2,4	Ø 469,8	-3,2
Ø 376	2,8	Ø 381,6	-2,4
Ø 130	2,7	Ø 135,4	-2,0
Ø 95	2,8	Ø 89,2	+2,0
120	1,7	123,4	±1,0
16	1,6	19,2	±1,0

Определяем вес заготовки:

$$G_{31} = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} \cdot L \cdot \rho, \text{ кг}, \quad (1.2.2)$$

где D, d – диаметры заготовки, мм;

L – длина заготовки, мм;

ρ – плотность материала заготовки.

$$G_{31} = 33,1, \text{ кг}$$

Определяем коэффициент использования материала:

$$K_{им} = \frac{G_d}{G_3}, \quad (1.2.3)$$

$$K_{им} = \frac{24}{33,1} = 0,726$$

Литье в оболочковые формы:

Назначение припусков производится аналогично предыдущему по ГОСТ 26645-85.

Основные припуски на размеры отливки (таблица 1.4):

Таблица 1.4 – Размеры отливки в оболочковые формы

Размер детали, мм	Припуск на сторону, мм	Размер заготовки, мм	Допуск на размер заготовки, мм
Ø 465	3,3	Ø 471,6	-3,2
Ø 376	4,1	Ø 384,2	-2,4
Ø 130	2,4	Ø 134,8	-2,0
Ø 95	3,4	Ø 88,2	+2,0
120	2,4	124,8	±1,0
16	1,7	19,4	±1,0

Определяем вес заготовки:

$$G_{з1} = 33,41 \text{ кг}$$

Определяем коэффициент использования материала:

$$K_{им} = \frac{24}{33,41} = 0,72$$

Выбор способа получения заготовок производим по технологической себестоимости заготовок:

$$S_T = \frac{G_d}{K_{им}} \cdot [C_{заг} + C_c(1 - K_{им1})], \text{ руб} \quad (1.2.4)$$

где G_d – масса детали, кг;

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

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

По данным бюро ценообразования удельная стоимость материала заготовки для отливки из 35ГЛ, полученная литьем в кокиль составляет:

$$C_{заг} = 300 \text{ руб/кг}$$

Средняя по машиностроению стоимость срезания одного килограмма

стружки при механической обработке составляет $C_c = 7$ руб/кг

При литье в кокиль:

$$S_{T1} = \frac{24}{0,72} \cdot [300 + 7(1 - 0,72)] = 10065,3 \text{ руб.}$$

При литье в оболочковые формы:

$$S_{T2} = \frac{24}{0,72} \cdot [400 + 7(1 - 0,72)] = 13398,6 \text{ руб.}$$

Исходя из технологической себестоимости заготовок литье в кокиль дешевле. К тому же литьё в кокиль имеет ряд преимуществ, несмотря на то, что литьё в оболочковые формы относится к прогрессивным методам получения заготовок с уменьшенными припусками на механическую обработку. Способ литья в кокиль достаточно механизирован, широко распространен, эффективен и соответствует производственным возможностям литейных цехов современных машиностроительных предприятий, а также соответствует среднесерийному типу производства. Металлические формы имеют более высокие точность и чистоту поверхности, что позволяет примерно на 10% снизить припуски на механическую обработку. Формы, используемые при литье в кокиль – многоразовые.

Таким образом, в качестве способа получения заготовок выбираем литье в кокиль.

1.2.1.2 Составление технологического маршрута обработки.

Таблица 1.5 – Технологический маршрут механической обработки детали.

Операция	Наименование и содержание операции	Оборудование
1	2	3
005	Фрезерная — фрезеровать торец в размер 27,6 -1	Вертикально-фрезерный станок мод. 6560
010	Слесарная — снять заусенцы, притупить острые кромки	Верстак
015	Токарная — подрезать торец в размер 120 -0,46 — точить поверхность в размер $\varnothing 130h12$ на длину $88^{+0,46}$	Токарно-винторезный станок мод. 16K25

Продолжение таблицы 1.5

1	2	3
020	Токарная — точить поверхность в размер $\varnothing 376f9$ на длину $8,4\pm 0,5$, — точить поверхность в размер $\varnothing 465h14$ на проход и расточить отверстие в размер $\varnothing 92H13$ на проход — точить три поверхности в размеры $10\pm 0,5$, $16h14$ и фаску 2×45^0 — точить три поверхности в размер $\varnothing 376f7$ на длину $10\pm 0,5$, фаски 2×45^0 и $1,5\times 45^0$ и расточить отверстие в размер $\varnothing 3,5H12$ на проход — точить три поверхности в размеры $\varnothing 118h10$ на длину $22^{+0,28}$, $\square \varnothing 122h10$ на длину $60^{+0,4}$ и фаску $1,5\times 45^0$ и проточить две канавки в размеры — точить две поверхности в размеры $\varnothing 109,8h8$ на длину $22^{+0,28}$ и $\varnothing 120h8$ на длину $60^{+0,4}$ — точить три фаски в размер $1,5\times 45^0$ и проточить две канавки в размеры $\varnothing 98,5H12$ и $2,2^{+0,28}$, $\varnothing 107,8 -0,6$ и $4^{+0,28}$	Токарный многошпиндельный полуавтомат мод. 1A286-8
025	Фрезерная — фрезеровать паз в размеры $106h12$ и 20^{+1}	Горизонтально-фрезерный станок мод. 6P83
030	Слесарная — снять заусенцы, притупить острые кромки	Верстак
035	Сверлильная — сверлить 8 отверстий $\varnothing 12H12$: 8 отв. на $\varnothing 435$ мм на проход	Станок вертикально-сверлильный Мод. 2С170
040	— сверлить 8 отверстий $\varnothing 13H14$: 8отв. на $\varnothing 394$ мм на проход	
045	Сверлильная — Центровать 2отв. — сверлить 2 отверстия на $\varnothing 435$ в размер $\varnothing 10,2$ на проход — зенковать 2 отверстия $\varnothing 10,2$ в размер $1,6\times 45^0$ — нарезать резьбу в 2-х отверстиях в размер M12-7H на проход	Вертикально-сверлильный с ЧПУ модели 2P135Ф2
050	Протяжная — протянуть отверстие в размер $\varnothing 95H7$	Горизонтальный протяжной полуавтомат мод. 7Б56
055	Резьбофрезерная - фрезеровать резьбу в размер M110 \times 1,5-8g на длину 20^{+1} мм	Резьбофрезерный полуавтомат мод. 5Б64

Продолжение таблицы 1.5

1	2	3
060	Токарная - точить поверхность в размер $\varnothing 120_{-0,022}$ на длину $60_{+0,4}$	Токарно- винторезный станок мод. СА630С
065	Контрольная - проверить размеры по чертежу	Плита

1.2.2 Выбор технологических баз.

Операция 005 Фрезерная операция

Базирование осуществляется по плоскости (рисунок 1.1). Так как измерительная и технологическая базы на размер $27,6_{-1}$ совпадают, то погрешность базирования в данном случае равна нулю $\varepsilon_6 = 0$.

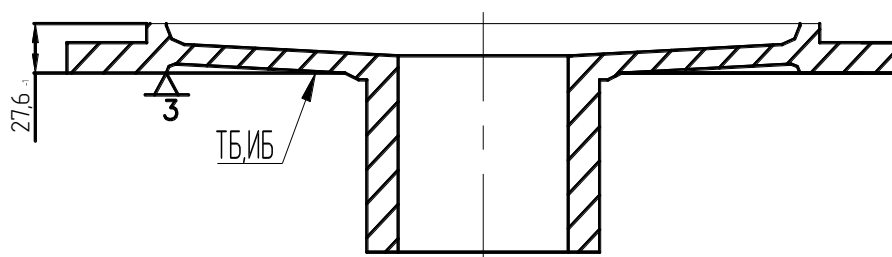


Рисунок 1.1 – Фрезерная операция 005

Операция 015 Токарная

Базирование осуществляется при помощи трехкулачкового патрона (рисунок 1.2). Погрешности базирования:

- для всех диаметральных размеров $\varepsilon_6 = 0$;
- для линейного размера $120_{-0,46}$ $\varepsilon_6 = 0$, т.к. ТБ=ИБ;
- для линейного размера $88_{+0,46}$ погрешность базирования равна допуску на размер между ТБ и ИБ, т.е. $\varepsilon_6 = 0,46$ мм.

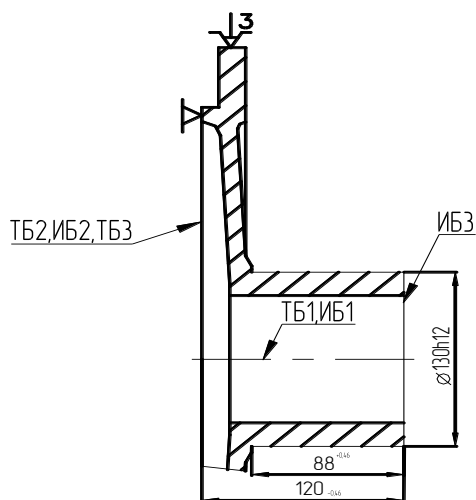


Рисунок 1.2– Токарная операция 015

Операция 020 Токарная

Установ А

Позиция III

Базирование производится при помощи трехкулачкового патрона (рисунок 1.3). Погрешность базирования:

- для всех диаметральных размеров $\varepsilon_6 = 0$;
- для линейного размера $8,4 \pm 0,5$ $\varepsilon_6 = 0,4$ мм, т.к. ТБ и ИБ не совпадают.

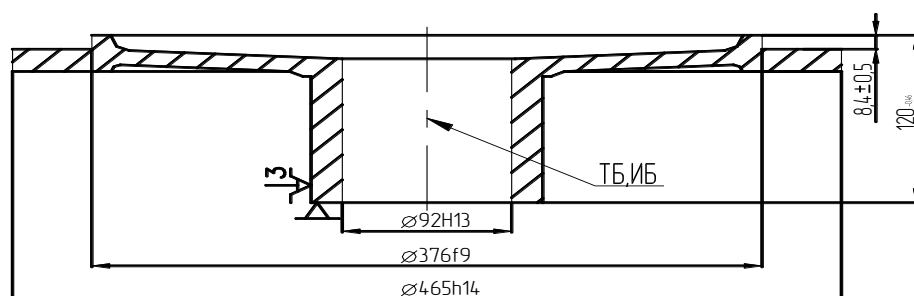


Рисунок 1.3 – Токарная операция 020

Установ Б

Позиция IV

Базирование производится при помощи трехкулачкового патрона (рисунок 1.4). Погрешность базирования:

- для всех диаметральных размеров $\varepsilon_6 = 0$;
- для линейного размера $22^{+0,28}$ $\varepsilon_6 = 0,46$ мм, т.к. ТБ и ИБ не совпадают;
- для линейного размера $60^{+0,4}$ $\varepsilon_6 = 0,46 + 0,28 = 0,74$ мм, т.к. ТБ и ИБ не совпадают.

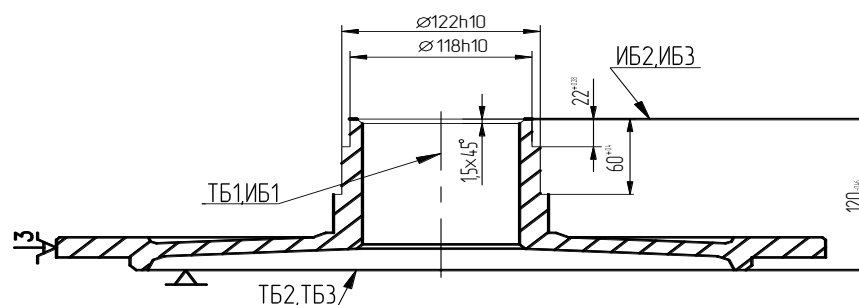


Рисунок 1.4 – Токарная операция 020

Операция 025 Фрезерная

Базирование осуществляется на палец и плоскость (рисунок 1.5).

Погрешность базирования:

- для линейного размера 20^{+1} $\varepsilon_6 = 0,46$ мм, т.к. ТБ и ИБ не совпадают
- для линейного размера 106_{h12} погрешность базирования равна максимальному зазору между пальцем и деталью $\varepsilon_6 = 0,057$ мм

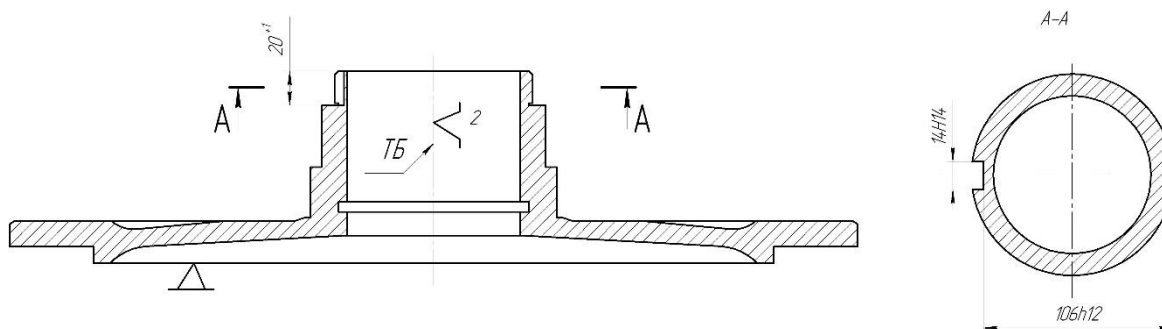


Рисунок 1.5 – Фрезерная операция 025

Операция 035 Сверлильная

Базирование осуществляется на палец и плоскость (рисунок 1.6).

Погрешность базирования:

- для всех отверстий погрешность базирования равна нулю, т.к. они получены мерным инструментом.

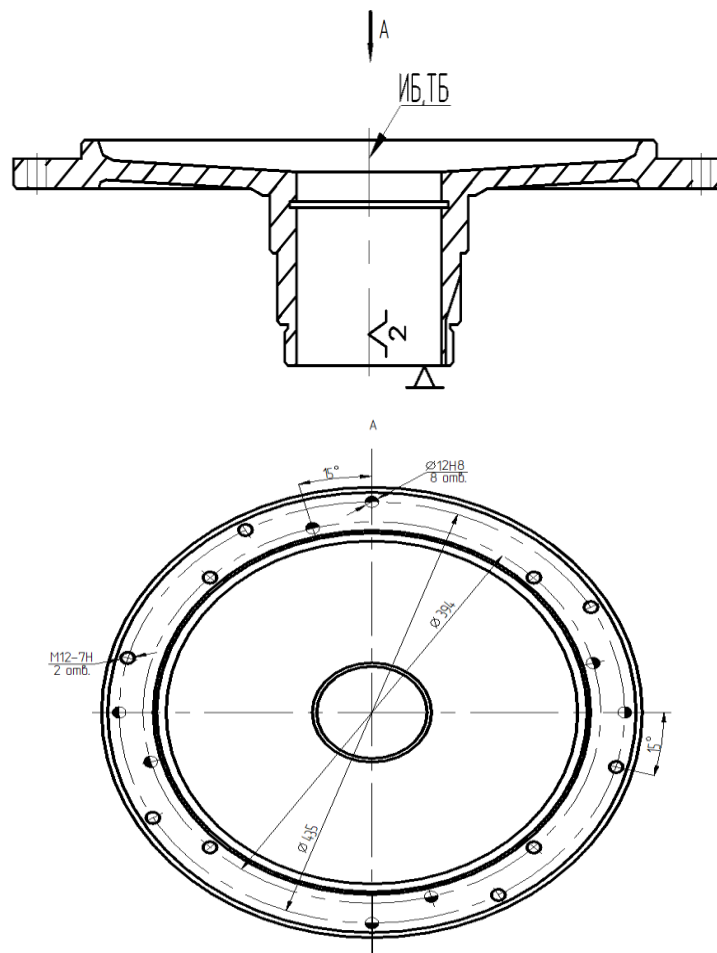


Рисунок 1.6 – Сверлильная операция 035

Операция 050 Протяжная

Базирование производится инструментом-протяжкой и упором в торец (рисунок 1.7). Погрешность базирования диаметрального размера равна нулю.

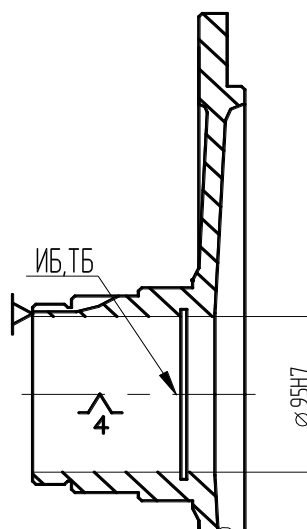


Рисунок 1.7– Протяжная050

055 Резьбофрезерная

Базирование производится при помощи трехкулачкового патрона (рисунок 1.8). Погрешность базирования диаметрального размера равна нулю.

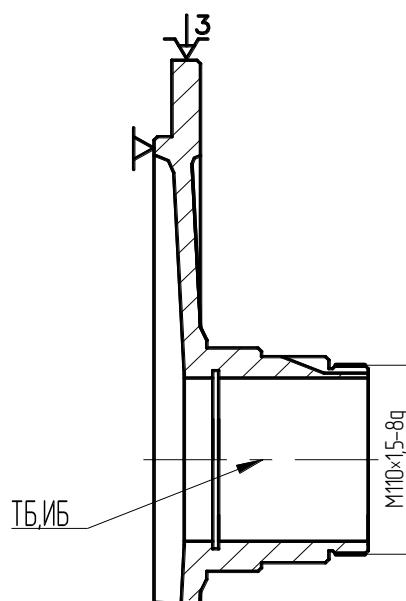


Рисунок 1.8 – Резьбофрезерная 055

060. Токарная

Базирование производится при помощи трехкулачкового патрона (рисунок 1.9). Погрешность базирования диаметрального размера равна нулю.

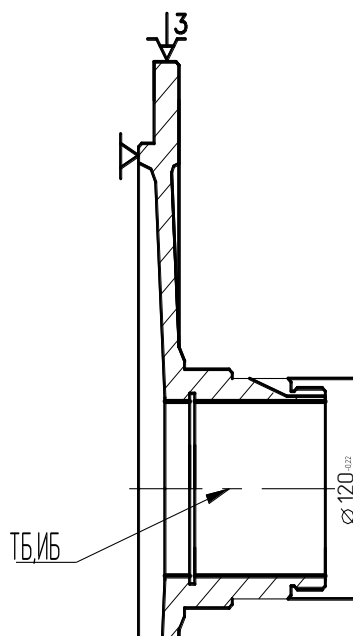


Рисунок 1.9 – Токарная операция 060

1.2.1.4 Выбор средств технологического оснащения

Оборудования

Таблица 1.6 – оборудования

Операция 005 Фрезерная	
Вертикально – фрезерный станок с крестовым столом модели 6560:	
Размеры рабочей поверхности стола	630×1600
Наибольшие перемещения стола:	
продольное	1250
поперечное	630
шпиндельной бабки	625
Расстояние от торца шпинделя до поверхности стола	125-750
Внутренний конус шпинделя	50
Число скоростей шпинделя	18
Частота вращения шпинделя, об/мин	25-1250
Подача (бесступенчатое регулирование), мм/мин:	
стола	10-2200
шпиндельной бабки	3-730
Скорость быстрого перемещения, мм/мин:	
стола	3000
шпиндельной бабки	1000
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	15
Габаритные размеры	4190×3400×3120
Масса, кг	11500
Операция 015 Токарная	
Токарно-винторезный станок модели 16К25:	
Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки:	
над станиной	500
над суппортом	290
Наибольший диаметр прутка	53
Наибольшая длина обрабатываемой заготовки	710
Шаг нарезаемой резьбы (метрической)	до 20
Частота вращения шпинделя, об/мин	12,5-2000
Число скоростей шпинделя	22
Наибольшие перемещения суппорта:	
продольное	645-1935
поперечное	300
Подача суппорта, мм/об:	
продольная	0,05-2,8
поперечная	0,025-1,4
Скорость быстрого перемещения суппорта, мм/мин:	
продольного	3800
поперечного	1900
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	11
Габаритные размеры	2505×3795×1240
Масса, кг	2925-3775
Операция 020 Токарная	

Продолжение таблицы 1.6 – оборудования

Токарный многошпиндельный вертикальный полуавтомат модели 1A286-8:	
Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки	500
Число шпинделей	8
Частота вращения шпинделя, об/мин	20-200
Число скоростей шпинделя	21
Число суппортов	7
Наибольшие перемещения суппортов	400
Подача, мм/об	0,0315-4,0
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	100
Габаритные размеры	4140×4270×4905
Масса, кг	32000
Операция 025 Фрезерная	
Горизонтально-фрезерный станок модели 6P83	
Вертикально – фрезерный станок с крестовым столом модели 6560:	
Размеры рабочей поверхности стола	400×1600
Наибольшие перемещения стола:	
продольное	1000
поперечное	320
вертикальное	350
Расстояние:	
от оси горизонтального шпинделя до поверхности стола	30-380
Наибольший угол поворота стола, °	±45
Частота вращения шпинделя, об/мин:	
горизонтального	31,5-1600
вертикального	50-1600
Число скоростей шпинделя:	
горизонтального	18
вертикального	11
Число рабочих подач стола	18
Подача стола, мм/мин:	
продольная	25-1250
поперечная	25-1250
вертикальная	8,3-416,6
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	11
Габаритные размеры	2560×2260×1770
Масса, кг	3800
Операция 035 Сверлильная	
Станок Вертикально-Сверлильный мод. 2C170	
Класс точности станка по ГОСТ 8-82 (Н, П, В, А, С)	Н
Наибольший условный диаметр сверления в стали 45, мм	75
Ширина рабочей поверхности стола, мм	600
Длина рабочей поверхности стола, мм	750
ЧПУ	-
Пределы частот вращения шпинделя Min/Max, об/мин.	31 - 385
Мощность, кВт	10
Габариты, мм	1680x1205x3515
Масса, кг	4180
Начало серийного выпуска, год	1969
Операция 045 Вертикально-сверлильный станок с ЧПУ мод. 2P135Ф2	

Продолжение таблицы 1.6 – оборудования

Основные параметры станка	
Наибольший диаметр сверления в стали 45, мм	35
Наибольший диаметр нарезаемой резьбы в стали 45, мм	M24
Наименьшее и наибольшее расстояние от торца шпинделя до поверхности стола, мм	40...600
Расстояние от оси вертикального шпинделя до направляющих стойки (вылет), мм	450
Наибольший диаметр фрезы, мм	100
Наибольшая глубина фрезерования, мм	2
Наибольшая ширина фрезерования, мм	60
Продольное перемещение стола по направляющим салазок (Ось X), мм	630
Поперечное перемещение салазок по направляющим станины по программе (Ось Y), мм	360
Наибольшее перемещение шпиндельной бабки по программе (ось Z), мм	560
Суппорт. Шпиндельная бабка. Шпиндель	
Частота вращения шпинделя, об/мин	45x2000 31x1400
Количество скоростей шпинделя	12
Скорость быстрого перемещения суппорта (шпиндельной бабки), м/мин	4
Количество подач суппорта по оси Z, мм	18
Подачи суппорта, мм	10...500
Наибольший допустимый крутящий момент, Нм	200
Рабочий стол	
Размеры рабочей поверхности стола, мм	400 x 710
Число Т-образных пазов Размеры Т-образных пазов	3
Скорость быстрого перемещения стола и салазок, м/мин	7
Скорость подачи стола и салазок при фрезеровании, м/мин	0,22
Точность позиционирования стола и салазок на длине хода, мм	0,05
Система ЧПУ 2П32-3	
Число управляемых координат	3
Число одновременно управляемых координат	2
Дискретность задания перемещения стола, салазок и суппорта, мм	0,01
Электрооборудование, привод	
Электродвигатель привода главного движения, кВт	3,7
Электродвигатель привода перемещения шпиндельной бабки (суппорта), кВт	1,3
Электродвигатель привода перемещения салазок и стола, кВт	1,1
Электродвигатель привода вращения револьверной головки, кВт	0,75
Электронасос охлаждающей жидкости X14-22М, кВт	0,125
Габарит станка	
Габариты станка, мм	1800 x 2170 x 2700

Продолжение таблицы 1.6 – оборудования

Масса станка, кг	5390
Операция 050 Протяжная	
Горизонтальный протяжной полуавтомат модели 7Б56:	
Номинальная тяговая сила, кН	200
Наибольшая длина хода салазок	1600
Размер рабочей поверхности опорной плиты	450×450
Диаметр отверстия:	
в опорной плите под планшайбу	200
в планшайбе	160
Скорость рабочего хода протяжки, м/мин	1,5-13
Скорость обратного хода протяжки, м/мин	20-25
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	30
Габаритные размеры	7200×2135×1910
Масса, кг	7450
Операция 055 Резьбофрезерная	
Резьбофрезерный полуавтомат модели 5Б64:	
Наибольший диаметр нарезаемой резьбы	125
Наибольший шаг нарезаемой резьбы	6
Наибольшая длина нарезаемой резьбы	75
Перемещение каретки:	
продольное	430
поперечное	145
Частота вращения шпинделя инструмента, об/мин	63-1000
Частота вращения шпинделя заготовки, об/мин	0,16-8
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	7,5
Габаритные размеры	2150×1390×1750
Масса, кг	3900
Операция 060 Токарная	
Токарно-винторезный станок модели СА630С:	
Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки:	
над станиной	650
над суппортом	400
Размер от фланца шпинделя до правого края ГАП, мм	400
Наибольшая длина обрабатываемой заготовки	1000-4000
Предел частот вращения шпинделя, об/мин	8-1600
Предел подач суппорта, мм/об:	
продольного	0,05-5,6
поперечного	0,025-2,8
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	8,5
Габаритные размеры	3200-6200×1600×1600
Масса, кг	4300-5100

1.2.1.5 Выбор инструмента и оснастки

Операция 005 Фрезерная

Режущий инструмент: Фреза R260.22-050-15-X

Мерительный инструмент: Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-80

Операция 010 Слесарная

Напильник 2820-0018 ГОСТ 1465

Операция 015 Токарная

Патрон трехкулачковый

Режущий инструмент: Резец 2103-0695 ГОСТ 18879-73; Резец 2102-0055 ГОСТ 18880-73

Мерительный инструмент: Скоба 130h12 ГОСТ 2216-84; ШЦ-П160-0,05 ГОСТ 166-80

Операция 020 Токарная

Патрон трехкулачковый

Позиция III

Режущий инструмент: Резец 2103-0695 ГОСТ 18879-73; Резец 2100-0696 ГОСТ 18878-73; Резец 2140-0096 ГОСТ 18882-73

Позиция V

Режущий инструмент: Резец 2103-0695 ГОСТ 18879-73; Резец 2100-0696 ГОСТ 18878-73; Резец 2100-0696 ГОСТ 18869-73

Позиция VII

Режущий инструмент: Резец 2103-0695 ГОСТ 18879-73; Резец 2100-0696 ГОСТ 18869-73 2 шт.; Резец 2140-0096 ГОСТ 18882-73

Позиция IV

Режущий инструмент: Резец 2103-0695 ГОСТ 18879-73 2 шт.; Резец 2100-0696 ГОСТ 18869-73

Позиция VI

Режущий инструмент: Резец 2103-0695 ГОСТ 18879-73 2 шт.

Позиция VIII

Режущий инструмент: Резец 002-2187; Резец 002-3862; Резец 003-1756; Резец 2100-0696 ГОСТ 18869-73 2 шт.

Мерительный инструмент: Пробка 93,5Н12 ГОСТ 14807-69; Шаблон 5 СТП-4340; ШЦ-П-160-0,05 ГОСТ 166-80; Скоба 109,8 h8 ГОСТ 2216-84; Скоба 120 h8 ГОСТ 2216-84

Операция 025 Фрезерная

Приспособление специальное

Режущий инструмент: Фреза 330.20-100040-240; Пластины 330.20-40-АА

Мерительный инструмент: Скоба 106 h12 ГОСТ 2216-84; Пластина 14Н14 ГОСТ 24110-80; ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-80

Операция 030 Слесарная

Напильник 2820-0018 ГОСТ 1465

Операция 035 Сверлильная

Приспособление специальное, головка сверлильная

Режущий инструмент: Сверло 12 ГОСТ 10903-77; Сверло 13 ГОСТ 10903-77; Сверло 10,2 ГОСТ 10903-77; Сверло 12 ГОСТ 10903-77;

Сверло 12 ГОСТ 10903-77; Сверло 12 ГОСТ 10903-77; Сверло 12 ГОСТ 10903-77; Сверло 12 ГОСТ 10903-77.

Мерительный инструмент: Пробка 12Н14 ГОСТ 14807-69; Пробка 13Н14 ГОСТ 14807-69.

Операция 040 Сверлильная

Приспособление специальное, головка сверлильная

Режущий инструмент: Сверло 13 ГОСТ 10903-77; Сверло 13 ГОСТ 10903-77; Сверло 13 ГОСТ 10903-77; Сверло 13 ГОСТ 10903-77;

Сверло 13 ГОСТ 10903-77; Сверло 13 ГОСТ 10903-77; Сверло 13 ГОСТ 10903-77; Сверло 13 ГОСТ 10903-77.

Мерительный инструмент: Пробка 12Н14 ГОСТ 14807-69; Пробка 13Н14 ГОСТ 14807-69.

Операция 045 Сверлильная

Приспособление специальное

Сверло центровочное ГОСТ 14952-75; Сверло 10,2 ГОСТ 10903-77;
Зенковка 20 2353-0134 ГОСТ 14953-80; Метчик М12-7Н ГОСТ 3266-81

Мерительный инструмент:

Пробка ПР М12-6Н ГОСТ 17756; Пробка НЕ М12-7Н ГОСТ 17757

Операция 050 Протяжная

Режущий инструмент: Протяжка

Мерительный инструмент: Пробка ПР95Н7 ГОСТ 14807-69; Пробка
НЕ95Н7 ГОСТ 14807-69

Операция 055 Резьбофрезерная

Режущий инструмент: Фреза ГОСТ 1336-77

Мерительный инструмент: Резьбовое кольцо М110×1,5-8g ГОСТ 17763-
72; ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-80

Операция 060 Токарная

Патрон трехкулачковый

Режущий инструмент: Резец ГОСТ 18879-73

Мерительный инструмент: Скоба 120h6 ГОСТ 2216-84; ШЦ-П-125-0,05
ГОСТ 166-80

Операция 065 Контрольная

Скоба 120h6 ГОСТ 2216-84; Скоба 130h12 ГОСТ 2216-84; Скоба 376 f7
ГОСТ 2216-84; Скоба 106 h12 ГОСТ 2216-84; Пробка ПР95Н7 ГОСТ 14807-
69; Пробка НЕ95Н7 ГОСТ 14807-69; Резьбовое кольцо М110×1,5-8g ГОСТ
17763-72

1.2.1.6 Расчет припусков

Расчет припусков на две наиболее точные поверхности ведем аналитическим методом [4]. Данный метод основан на определении минимального припуска, который определяется для двухсторонней обработки по формуле [20]:

$$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot \left(R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right), \text{ мкм}, \quad (1.2.6)$$

где $R_{z_{i-1}}$ - шероховатость поверхности, полученная на предшествующем технологическом переходе, мкм;

h_{i-1} - величина дефектного слоя, полученная на предшествующем технологическом переходе, мкм;

$\Delta_{\Sigma_{i-1}}$ - суммарное отклонение расположения поверхности, полученное на предшествующем технологическом переходе, мкм;

ε_1 - погрешность установки заготовки на выполняемом технологическом переходе, мкм.

Для удобства расчета данным методом предусмотрено заполнение специальной таблицы (см. таблицы 1.4 и 1.5):

1. В первый столбец таблицы записываем технологические переходы в принятой последовательности.

2. По таблице 7 [20] определяем значения R_z и h .

3. При обработке внутренней поверхности отливки следует учитывать перекося отверстия Δn и зазор между знаком формы и стержня $\Delta_{см}$. Поэтому для размера для двухсторонней обработки $\varnothing 95H7$ Δ_{Σ} определяем по формуле:

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_n^2 + \Delta_{см}^2} \quad (1.2.7)$$

где $\Delta n = (2,5 \dots 10)$ на 1 мм диаметра,

$$\Delta n = (2,5 \dots 10) \cdot 95 = 570 \text{ мм},$$

$$\Delta_{см} = 0,25 \text{ мм},$$

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{570^2 + 0,25^2} = 570 \text{ мм} - \text{для заготовки.}$$

Остаточное отклонение расположения заготовки после обработки определяем по формуле:

$$\Delta_{ост} = K_y \cdot \Delta_{\Sigma_{i-1}}, \quad (1.2.8)$$

где K_y - коэффициент уточнения;

$$K_y = 0,06 - \text{для чернового растачивания};$$

$$K_y = 0,04 - \text{для чистового растачивания};$$

Для чернового растачивания;

$$\Delta_{ост} = 0,06 \cdot 570 = 34,2 \text{ мкм.}$$

Для чистового растачивания;

$$\Delta_{ост} = 0,04 \cdot 34,2 = 1,37 \text{ мкм.}$$

При обработке наружной поверхности отливки следует учитывать перекос от оси отверстия Δn . Поэтому для размера $\varnothing 122h6$ Δ_{Σ} :

$$\Delta n = 2,5 - 10 = 6,25 \text{ на 1 мм диаметра,}$$

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta n = 120 \cdot 6,25 = 750 \text{ мм — для заготовки.}$$

Остаточное отклонение расположения заготовки после обработки определяем по формуле:

$$\Delta_{ост} = K_y \cdot \Delta_{\Sigma i-1}, \quad (1.2.9)$$

где K_y - коэффициент уточнения;

$$K_y = 0,06 \text{ — для чернового точения;}$$

$$K_y = 0,05 \text{ — для предварительного точения;}$$

$$K_y = 0,04 \text{ — для чистового точения;}$$

$$\Delta_{ост} = 0,06 \cdot 750 = 45 \text{ мкм — для чернового точения;}$$

$$\Delta_{ост} = 0,05 \cdot 45 = 2,25 \text{ мкм — для предварительного точения;}$$

$$\Delta_{ост} = 0,04 \cdot 2,25 = 0,09 \text{ мкм — для чистового точения.}$$

3. По вышеуказанной формуле находим $2 \cdot Z_{\min}$ для всех переходов.

$\varnothing 95H7$:

$$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot \left(200 + 200 + \sqrt{570^2 + 500^2} \right) = 2 \cdot 1158 \text{ мкм — для чернового растачивания;}$$

$$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot \left(50 + 50 + \sqrt{34,2^2 + 350^2} \right) = 2 \cdot 452 \text{ мкм — для чистового растачивания;}$$

$$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot \left(20 + 20 + \sqrt{1,37^2} \right) = 2 \cdot 41,37 \text{ мкм — для протягивания.}$$

$\varnothing 122h6$:

$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot (200 + 200 + \sqrt{750^2 + 500^2}) = 2 \cdot 1301,39 \text{ мкм}$ – для чернового точения;

$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot (50 + 50 + \sqrt{45^2 + 350^2}) = 2 \cdot 452,98 \text{ мкм}$ – для предварительного точения;

$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot (20 + 20 + \sqrt{2,25^2}) = 2 \cdot 42,25 \text{ мкм}$ – для чистового точения;

$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot (5 + 5 + \sqrt{0,09^2}) = 2 \cdot 10,09 \text{ мкм}$ – для тонкого точения.

4. Записываем наименьший предельный размер для всех переходов.

Ø95H7:

$d_{\min} = 95,035 \text{ мм}$ – минимальный размер для протягивания;

$d_{\min} = 95,035 - 2 \cdot 0,04137 = 94,952 \text{ мм}$ – минимальный размер для чистового растачивания;

$d_{\min} = 94,952 - 2 \cdot 0,452 = 94,048 \text{ мм}$ – минимальный размер для чернового растачивания;

$d_{\min} = 94,048 - 2 \cdot 1,158 = 91,732 \text{ мм}$ – минимальный размер заготовки.

Ø122h6:

$d_{\min} = 119,978 \text{ мм}$ – минимальный размер для тонкого точения;

$d_{\min} = 119,978 + 2 \cdot 0,01009 = 120 \text{ мм}$ – минимальный размер для чистового точения;

$d_{\min} = 120 + 2 \cdot 0,04225 = 120,08 \text{ мм}$ – минимальный размер для предварительного точения;

$d_{\min} = 120,08 + 2 \cdot 0,4528 = 120,99 \text{ мм}$ – минимальный размер для чернового точения;

$d_{\min} = 120,99 + 2 \cdot 1,301 = 123,6 \text{ мм}$ – минимальный размер для заготовки.

Определяем максимальные (минимальные) предельные размеры прибавлением (отниманием) допуска.

Ø95H7:

$d_{\min} = 91,732 - 0,87 = 90,862 \text{ мм}$ – минимальный размер заготовки;

$d_{\min} = 94,048 - 0,54 = 93,508 \text{ мм}$ – минимальный размер для чернового растачивания;

$d_{\min} = 94,952 - 0,35 = 94,6 \text{ мм}$ – минимальный размер для чистового растачивания;

$d_{\min} = 95,035 - 0,035 = 95 \text{ мм}$ – минимальный размер для протягивания.

Ø122h6:

$d_{\max} = 123,6 + 1,0 = 124,6 \text{ мм}$ – максимальный размер заготовки;

$d_{\max} = 120,99 + 0,4 = 121,39 \text{ мм}$ – максимальный размер для чернового точения;

$d_{\max} = 120,08 + 0,16 = 120,24 \text{ мм}$ – максимальный размер для предварительного точения;

$d_{\max} = 120 + 0,054 = 120,054 \text{ мм}$ – максимальный размер для чистового точения;

$d_{\max} = 119,98 + 0,022 = 120 \text{ мм}$ – максимальный размер для тонкого точения.

Определяем значение припусков Z_{\max} и Z_{\min} .

Ø95H7:

$Z_{\max} = 94048 - 91732 = 2316 \text{ мкм}$ – максимальный припуск для чернового растачивания;

$Z_{\max} = 94952 - 94048 = 904 \text{ мкм}$ – максимальный припуск для чистового растачивания;

$Z_{\max} = 95035 - 94952 = 83 \text{ мкм}$ – максимальный припуск для протягивания;

$Z_{\min} = 93510 - 90862 = 2648 \text{ мкм}$ – минимальный припуск для чернового растачивания;

$Z_{\min} = 94600 - 93510 = 1090 \text{ мкм}$ – минимальный припуск для чистового растачивания;

$Z_{\min} = 95000 - 94600 = 400 \text{ мкм}$ – минимальный припуск для протягивания.

Ø122h6:

$Z_{\max} = 124600 - 121390 = 3210 \text{ мкм}$ – максимальный припуск для чернового

точения;

$$Z_{\max} = 121390 - 120240 = 1150 \text{ мкм} \quad - \quad \text{максимальный припуск для}$$

предварительного точения;

$$Z_{\max} = 120240 - 120054 = 186 \text{ мкм} \quad - \quad \text{максимальный припуск для чистового}$$

точения;

$$Z_{\max} = 120054 - 120000 = 54 \text{ мкм} \quad - \quad \text{максимальный припуск для тонкого}$$

точения;

$$Z_{\min} = 123600 - 120990 = 2610 \text{ мкм} \quad - \quad \text{минимальный припуск для чернового}$$

точения;

$$Z_{\min} = 120990 - 120080 = 910 \text{ мкм} \quad - \quad \text{минимальный припуск для}$$

предварительного точения;

$$Z_{\min} = 120080 - 120000 = 80 \text{ мкм} \quad - \quad \text{минимальный припуск для чистового}$$

точения;

$$Z_{\min} = 120000 - 119978 = 22 \text{ мкм} \quad - \quad \text{припуск для тонкого точения.}$$

Определяем общий максимальный и минимальный припуск.

Ø95H7:

$$Z_{\max \text{ общ}} = 2316 + 904 + 83 = 3303 \text{ мкм};$$

$$Z_{\min \text{ общ}} = 2648 + 1090 + 400 = 4138 \text{ мкм. } \varnothing 122\text{h6:}$$

$$Z_{\max \text{ общ}} = 3210 + 1150 + 186 + 54 = 4600 \text{ мкм};$$

$$Z_{\min \text{ общ}} = 2610 + 910 + 80 + 22 = 3622 \text{ мкм.}$$

8. Проверяем правильность расчета по правилу: разница допусков равна разнице припусков.

Ø95H7:

$$870 - 35 = 4138 - 3303; \quad 835 = 835.$$

Ø122h6:

$$1000 - 22 = 4600 - 3622; \quad 978 = 978.$$

Результаты расчета припусков сводим в таблицы: для размера Ø95H7-таблица 1.7, для размера Ø122h6 – таблица 1.8.

Таблица 1.7 – Расчет припусков для размера $\varnothing 95H7$

Технологический переход обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Допуск TD, мкм	Расчетный припуск, мкм		Размеры по переходам, мм	
	Rz	h	$\Delta\Sigma$	ε		Z _{min}	Z _{max}	d _{min}	d _{max}
Заготовка IT14	200	200	570	-	870	-	-	90,862	91,732
Растачивание черновое IT13	50	50	34,2	500	540	2648	2316	93,51	94,048
Растачивание чистовое IT12	20	2	1,37	350	350	1090	904	94,6	94,952
Протягивание IT7	-	-	-	-	35	400	83	95	95,035

Таблица 1.8 – Расчет припусков для размера $\varnothing 122h6$

Технологический переход обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Допуск TD, мкм	Расчетный припуск, мкм		Размеры по переходам, мм	
	Rz	h	$\Delta\Sigma$	ε		Z _{min}	Z _{max}	d _{min}	d _{max}
Заготовка IT14	200	200	750	-	1000	-	-	123,6	124,6
Точение черновое IT12	50	50	45	500	400	2610	3210	120,99	121,39
Точение предварительное IT10	20	2	2,25	350	160	910	1150	120,08	120,24
Точение чистовое IT8	5	5	0,09	-	54	80	186	120	120,054
Точение тонкое IT6	-	-	-	-	22	22	54	119,978	120

1.2.1.7 Расчет режимов резания

Операция 005 Фрезерная

Фрезеровать торец в размер 27,6 -1.

Назначение режимов резания производим табличным методом по [14].

Глубина фрезерования $t=1,7$ мм

Ширина фрезерования $B=125$ мм

Диаметр фрезы $D=200$ мм

Назначаем подачу на зуб $S_z=0,24$ мм с учетом максимальной толщины стружки $h_{\max}=0,17$ мм.

Назначаем стойкость фрезы $T=45$ мин.

Определение скорости резания:

Выбираем начальную скорость резания $V_{\infty}=145$ м/мин.

Определяем действительную скорость резания:

$$V_c = V_{\infty} \cdot K_{HB} \cdot K_t, \text{ м/мин} \quad (1.2.10)$$

где K_{HB} - поправочный коэффициент изменения твердости;

K_t - поправочный коэффициент на действительное время контакта T_{δ} .

Действительное время контакта определяем по формуле:

$$T_D = \frac{T \cdot L_k}{\pi \cdot D_c}, \text{ мин} \quad (1.2.11)$$

где T - стойкость фрезы, мин;

L_k - длина дуги контакта фрезы с заготовкой, мм;

D_c - диаметр фрезы, мм.

$$T_D = \frac{45 \cdot 130}{3,14 \cdot 196} = 9,5, \text{ мин}$$

$$V_c = 145 \cdot 0,8 \cdot 1,1 = 127,6, \text{ м/мин}$$

Частоту вращения фрезы определяем по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot D_c}, \text{ об/мин;} \quad (1.2.12)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 127,6}{3,14 \cdot 200} = 203,18, \text{ об/мин}$$

Корректируем по паспорту станка:

$$n_{cm} \leq n$$

$$200 \text{ об/мин} \leq 203,18 \text{ об/мин}$$

Определяем минутную подачу S_m :

$$S_m = S_z \cdot z \cdot n, \text{ мм/мин}; \quad (1.2.13)$$

$$S_m = 0,24 \cdot 10 \cdot 200 = 480 \text{ мм/мин}$$

Проверка по мощности:

Мощность потребная на резание $N=4,7$ кВт

$$N_{ct} \cdot \eta_{ct} > N$$

где $N_{ct} = 4,7$ кВт – мощность привода;

$\eta = 0,8$ – КПД привода.

$$15 \cdot 0,8 > 4,7, \text{ кВт}$$

Определяем основное технологическое время:

$$T_o = \frac{L_{p.x}}{S_m} \cdot i, \text{ мин}; \quad (1.2.14)$$

где $L_{p.x}$ - длина рабочего хода, мм;

S_m - минутная подача, мм/мин;

i - число проходов.

$$T_o = \frac{739}{480} \cdot 3 = 1,54, \text{ мин.7}$$

Аналогично назначаем режимы резания для 025 операции. Результаты сведены в таблицу 1.9.

Таблица 1.9 – Режимы резания для 025 операции

№операц ии	Вобр, мм	t,мм	i	Sz, мм/зуб	Sм, мм/мин	V, м/мин	n, об/мин	N,кВт	t _o ,мин
025	14	4	1	0,03	227,8	117,6	355	6,7	0,15

Операция 015 Токарная

1 переход - подрезать торец в размер 120_{-0,46}

Назначение режимов резания производим табличным методом по [14].

Назначаем глубину резания $t=1,7$ мм;

По карте 1 назначаем подачу $S=1,2-1,7$ мм/об.

Сравниваем выбранную подачу с паспортными данными станка и принимаем $S=1,21$ мм/об .

По карте 6 определяем скорость резания $V=73$ м/мин.

По установленной скорости резания определяем число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}; \quad (1.2.15)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 73}{3,14 \cdot 135,4} = 171,7 \text{ об/мин}$$

Корректируем по паспорту станка:

$$n_{cm} \leq n, \quad n = 160 \text{ об/мин.}$$

Определяем фактическую скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}; \quad (1.2.16)$$

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 135,4 \cdot 160}{1000} = 68,02 \text{ м/мин;}$$

Проверка выбранного режима по мощности:

По карте 7 определяем мощность, потребную на резание $N=8,3$ кВт.

$$N_{ст} \cdot \eta_{ст} > N$$

где $N_{ст}$ — мощность привода;

$\eta = 0,85$ – КПД привода.

$$11 \cdot 0,85 > 8,3, \text{ кВт;}$$

$$9,35 > 8,3, \text{ кВт.}$$

6. Определяем основное технологическое время:

$$T_o = \frac{L_{p.x}}{S \cdot n} \cdot i, \quad (1.2.17)$$

где $L_{p.x}$ - длина рабочего хода, мм;

S - подача, мм/об;

n - число оборотов шпинделя, об/мин;

i - число проходов.

$$T_o = \frac{1,7 + 3,5}{1,21 \cdot 160} = 0,027, \text{ мин};$$

Аналогично назначаем режимы резания для 015.2, 065 операции.
Результаты сведены в таблицу 1.10.

Таблица 1.10 – режимы резания

№ операции	$D_{обр}, \text{ мм}$	$t, \text{ мм}$	i	$S, \text{ мм/об}$	$V, \text{ м/мин}$	$n, \text{ об/мин}$	$N, \text{ кВт}$	$t_o, \text{ мин}$
015.2	130	5,4	1	0,95	51,03	125	8,3	0,075
060	120	0,02	1	0,09	267,53	710	6,4	0,65

Операция 020 Токарная

020.1 - одновременно точить две поверхности в размеры $\varnothing 376f9$ на длину $8,4 \pm 0,5$, $\varnothing 465h14$ на проход и расточить отверстие в размер $\varnothing 92H13$ на проход.

Расчет режимов резания производим аналитическим методом по [21].

Определяем глубину резания для всех резцов:

$$t_1 = 1,4 \text{ мм}$$

$$t_2 = 2,4 \text{ мм}$$

$$t_3 = 2,8 \text{ мм}$$

2. Определяем длину рабочих ходов для всех резцов:

$$L_1 = 105 + 2 = 107 \text{ мм}$$

$$L_2 = 8,4 + 2 = 10,4 \text{ мм}$$

$$L_3 = 19,2 + 3 = 22,2 \text{ мм}$$

3. Длина рабочего хода суппорта:

$$L_{\text{суп}} = \max (L_1, L_2, L_3)$$

$$L_{\text{суп}} = 107 \text{ мм}$$

4. По [21] определяем табличные значения подач для всех резцов исходя из суммарной глубины резания суппорта:

$S_1 = 0,6 \dots 0,8$ мм/об , выбираем $S_1 = 0,7$ мм/об

$S_2 = 0,7 \dots 1,2$ мм/об , выбираем $S_2 = 0,95$ мм/об

$S_3 = 0,6 \dots 1,0$ мм/об , выбираем $S_3 = 0,8$ мм/об

Величина подачи суппорта:

$$S_{\text{суп}} = \min (S_1, S_2, S_3)$$

$$S_{\text{суп}} = 0,7 \text{ мм/об}$$

Корректируем подачу по паспорту станка:

$$S_{\text{суп}} = 0,72 \text{ мм/об}$$

5. Определяем стойкость лимитирующего инструмента:

Выбираем лимитирующий инструмент: резец 1

Стойкость режущего инструмента определяем, как:

$$T_i = \lambda_i \cdot T_M, \quad (1.2.18)$$

где λ – коэффициент времени резания;

T_M – стойкость режущего инструмента машинной работы станка, мин.

$$\lambda_i = \frac{L_i}{L_{\text{суп}}};$$

$$\lambda = \frac{107}{107} = 1;$$

$$T_M = 45 \text{ мин};$$

$$T = 1 \cdot 45 = 45, \text{ мин}$$

6. Определение скорости резания лимитирующего резца:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v, \quad (1.2.19)$$

где T – стойкость инструмента, мин;

t – глубина резания, мм;

s – величина подачи, мм/об;

K_v – коэффициент скорости резания;

C_v, m, x, y .

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} \quad (1.2.20)$$

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} \quad (1.2.21)$$

$$K_{MV} = 0,9 \cdot \left(\frac{750}{540} \right)^{1,0} = 1,25$$

$$K_{IV} = 0,8 - 0,85$$

$$K_{IV} = 1,00$$

$$K_V = 1,25 \cdot 1,0 \cdot 0,825 = 1,03$$

$$C_V = 340, x=0,15, y=0,45, m=0,2;$$

$$V = \frac{340}{45^{0,2} \cdot 1,4^{0,15} \cdot 0,72^{0,45}} \cdot 1,03 = 180,28 \text{ м/мин}$$

Частоту вращения заготовки определяем по формуле:

$$n = \frac{1000V}{\pi d},$$

где V - скорость резания, м/мин;

d – диаметр обработки, мм.

$$n = \frac{1000 \cdot 180,28}{3,14 \cdot 92} = 624,07 \text{ об/мин}$$

Корректируем по паспорту станка:

$$n_{ст} \leq n, n = 500 \text{ об/мин.}$$

Определяем фактическую скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}, \quad (1.2.22)$$

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 92 \cdot 500}{1000} = 144,44, \text{ м/мин;}$$

7. Проверка режима по мощности для всех резцов:

Технологическая составляющая силы резания:

$$P_{Zi} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p \quad (1.2.23)$$

где t – глубина резания или длина лезвия при фасонном точении, мм;

s – величина подачи, мм/об;

V – скорость резания, м/мин;

K_P – коэффициент скорости резания

C_P, n, x, y .

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{\tau P} \quad (2.24)$$

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n \quad (2.25)$$

$$K_{MP} = \left(\frac{540}{750} \right)^{0,75} = 0,782$$

$$K_{\gamma P} = 1,0; K_{\varphi P1} = 0,94; K_{\lambda P} = 1,0; K_{\varphi P2} = 1,0; K_{\tau P} = 1,0; K_{\varphi P3} = 0,89$$

Мощность резания:

$$N_i = \frac{P_{Zi} \cdot V_{\Phi i}}{1020 \cdot 60}, \quad (2.26)$$

Резец 1

$$K_P = 0,782 \cdot 0,94 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,74$$

$$P_{Z1} = 10 \cdot 300 \cdot 1,4^{1,0} \cdot 0,72^{0,75} \cdot 144,44^{-0,15} \cdot 0,74 = 1152,2, \text{ Н}$$

$$N_1 = \frac{1152,2 \cdot 144,44}{1020 \cdot 60} = 2,72, \text{ кВт}$$

Резец 2

$$K_P = 0,782 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,782$$

$$P_2 = 10 \cdot 300 \cdot 2,4^{1,0} \cdot 0,72^{0,75} \cdot 144,4^{-0,15} \cdot 0,782 = 2087,3, \text{ Н}$$

$$N_2 = \frac{2087,3 \cdot 144,44}{1020 \cdot 60} = 4,93, \text{ кВт}$$

Резец 3

$$K_P = 0,782 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,7$$

$$P_3 = 10 \cdot 300 \cdot 2,8^{1,0} \cdot 0,729^{0,75} \cdot 144,44^{-0,15} \cdot 0,7 = 2179,83, \text{ Н}$$

$$N_3 = \frac{2179,83 \cdot 144,44}{1020 \cdot 60} = 5,14, \text{ кВт}$$

Общая мощность резания:

$$N = N_1 + N_2 + N_3, \text{ кВт} \quad (1.2.27)$$

$$N = 2,72 + 4,93 + 5,14 = 12,79 \text{ кВт}$$

Условие проверки выбора режимов и оборудования по мощности:

$$N \leq N_{CT} \cdot \eta \quad (1.2.28)$$

где $\eta = 0,85$ – КПД станка

$$12,79 \leq 100 \cdot 0,85, \text{ кВт}$$

$$12,79 \leq 85, \text{ кВт}$$

8. Определяем основное технологическое время:

$$t_o = \frac{L_{\text{суп}}}{S_{\text{суп}} \cdot n_{\text{суп}}}, \quad (1.2.29)$$

$$t_o = \frac{107}{0,72 \cdot 500} = 0,3 \text{ мин}$$

Аналогично назначаем режимы резания для остальных позиций 020 операции. Результаты сведены в таблицу 1.11.

Таблица 1.11 - Режимы резания для остальных позиций 020 операции

№операции	D _{обр} , мм	t, мм	S, мм/об	V, м/мин	n, об/мин	N, кВт	t _о , мин
020.2	465	5,2	1,1	81,77	56	8,3	0,97
020.3	93,5	4,3	0,31	184,96	630	3,4	0,56
020.4	122	11,5	0,77	95,77	250	20	0,21
020.5	120	5,1	0,54	133,76	355	4,9	0,21
020.6	93,5	7,25	0,16	23,49	80	10	0,137

035 Сверлильная

035.2 Сверлить 8 отверстий Ø11H14: 8отв. на Ø435 и 8отв.

1. Глубина сверления: $t=0,5 \cdot D=0,5 \cdot 11=5,5 \text{ мм}$.

2. Подача: $S=0,32 \dots 0,36 \text{ мм/об}$; $S=0,33 \text{ мм/об}$

3. Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (1.2.30)$$

где $T=45 \text{ мин}$. - период стойкости сверла

$C_v=9,8$; $q=0,4$; $y=0,5$; $m=0,2$ – показатели степени

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

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}, \quad (1.2.31)$$

где $n_v = 0,9$ [15, стр.262, табл.2]; $K_{\Gamma}=1$; $K_{UV}=1$

$$K_{MV} = 1 \cdot \left(\frac{750}{540} \right)^{0,9} = 1.34;$$

$$K_v = 1.14 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1.14;$$

$$V = \frac{9.8 \cdot 11^{0,4}}{45^{0,2} \cdot 0,33^{0,5}} \cdot 1.34 = 28,8 \text{ м/мин.}$$

4. Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 28.8}{\pi \cdot 11} = 651 \text{ об/мин.}$$

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

5. Фактическая скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{ст}}{1000} = \frac{\pi \cdot 11 \cdot 630}{1000} = 23.7 \text{ м/мин.}$$

6. Крутящий момент и осевая сила:

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

где $C_m = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$; $C_p = 68$; $q = 1,0$; $y = 0,7$

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n; \quad n = 0,75$$

$$K_p = \left(\frac{540}{750} \right)^{0,75} = 0.78;$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 11^{2,0} \cdot 0,33^{0,8} \cdot 0.78 = 15.9 \text{ Н·м};$$

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 11^{1,0} \cdot 0,33^{0,7} \cdot 0.78 = 2929 \text{ Н.}$$

7. Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n_{ст}}{9750} = \frac{15.9 \cdot 630}{9750} = 1.03 \text{ кВт.}$$

8. Проверка на достаточность привода станка:

$$0,77 < 9,24$$

9. Основное время:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S_o} \cdot i, \quad (1.2.32)$$

где $L=l_1+l_2$ – длина обработки,

$l_1+l_2=5$ мм – величина врезания и перебега;

$i=8$ – число проходов (отверстий).

$L=16+5=21$ мм;

$$T_o = \frac{21}{630 \cdot 0,33} \cdot 8 = 0,81 \text{ мин.}$$

Аналогично назначаем режимы резания на остальные переходы.

Результаты сведены в таблицу 1.12.

Таблица 1.12 - Режимы резания на остальные переходы

№операци и	D _{обр} , мм	t, мм	S, мм/об	V, м/мин	n, об/мин	N, кВт	t _о , мин
1	2	3	4	5	6	7	8
035.1	13	6,5	0,33	23,7	630	1,05	0,81
035.2	12	0,125	0,5	18,84	500	1,7	0,304
035.3	12	0,125	0,5	18,84	500	1,7	0,304
035.4	12	0,0765	0,5	11,87	315	2,2	0,79
035.5	12	0,0765	0,5	11,87	315	2,2	0,79
040.1	10	2,5	0,33	25,6	800	-	0,54
040.2	10,2	5,1	0,14	25,6	800	1,1	0,39
040.3	10,2	0,8	0,3	23,34	630	1,9	0,049
040.4	10,2	1,5	1,5	5,12	195	3,12	0,138

Операция 050 Протяжная

Протянуть отверстие в размер $\varnothing 95H7$.

Расчет производим аналитическим методом по [21].

Определяем периметр резания

$$\sum B = B \cdot Z_1 / Z_c, \text{ мм} \quad (1.2.33)$$

где B-длина обрабатываемого контура, мм

Z_c -число зубьев в секции протяжки

Z_1 -наибольшее число одновременно режущих зубьев

$$\sum B = 105 \cdot 2 / 8 = 26,25, \text{ мм}$$

Назначаем подачу $S_z = 0,079$, мм

Скорость резания $V=9$ м/мин

Сила резания при протягивании:

$$P_z = P \cdot \sum B, \text{ Н} \quad (1.2.34)$$

где P -сила резания на 1 мм длины лезвия, Н

$$P_z = 300 \cdot 26,25 = 7875, \text{ Н}$$

Определяем основное технологическое время:

$$t_o = \left(\frac{L}{1000} \cdot V_{\text{прот}} + \frac{L}{1000} \cdot V_{\text{всп}} \right), \quad (1.2.35)$$

$$t_o = \left(\frac{120 + 13}{1000} \cdot 9 + \frac{120 + 13}{1000} \cdot 20 \right) = 0,021, \text{ мин}$$

Операция 055 Резьбофрезерная

Фрезеровать резьбу в размер $M110 \times 1,5-8g$ на длину 20^{+1}

Режимы резания назначаем табличным методом по [14].

По карте 200 назначаем подачу на один зуб $S_z = 0,05$ мм/зуб.

По карте 201 назначаем:

Скорость резания $V=42,25$ м/мин

Минутная подача $S_m=123,5$ мм/мин

Число оборотов шпинделя $n=167,5$ об/мин

С учетом поправочных коэффициентов в зависимости от механической характеристики стали:

$$K_{MV} = K_{Mn} = K_{MSm} = 0,86 \quad (1.2.36)$$

$$V = 42,25 \cdot 0,86 = 36,33, \text{ м/мин}$$

$$S_m = 123,5 \cdot 0,86 = 106,2, \text{ мм/мин}$$

$$n = 167,5 \cdot 0,86 = 144,05, \text{ об/мин}$$

Корректируем по паспорту станка:

$$n=125 \text{ об/мин} \quad S_m=105 \text{ м/мин}$$

Определяем фактическую скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 110 \cdot 125}{1000} = 43,17, \text{ м/мин};$$

Определяем подачу на зуб:

$$S_z = \frac{S_m}{n \cdot z}, \text{ мм/зуб}$$

$$S_z = \frac{105}{125 \cdot 16} = 0,0525, \text{ мм/зуб}$$

Проверка по мощности

$$N \leq N_{\text{ст}} \cdot \eta$$

где $\eta = 0,8$ – КПД станка

$$4,5 \leq 7,5 \cdot 0,8, \text{ кВт}$$

$$4,5 \leq 6, \text{ кВт}$$

Определяем основное технологическое время:

$$t_o = \frac{L}{S_m}, \text{ мин} \quad (1.2.38)$$

$$t_o = \frac{17 + 51,81}{105} = 0,66 \text{ мин}$$

1.2.1.8 Нормирование технологического процесса механической обработки

Норма времени:

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п-з}}}{n}, \quad (1.2.39)$$

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

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

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

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_v + T_{\text{обсл}} + T_{\text{отд}}, \text{ мин} \quad (1.2.40)$$

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

T_v – вспомогательное время, мин;

$T_{\text{обсл}}$ – время на обслуживание рабочего места, %;

$T_{\text{отд}}$ – время на отдых и личные надобности, %.

$$T_v = T_{\text{уст}} + T_{\text{пер}} + T_{\text{пер}'} + T_{\text{изм}}, \quad (1.2.41)$$

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

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

$T_{пер}'$ – время, связанное с переходом, который не входит в $T_{пер}$ и $T_{уст}$ мин;

$T_{изм}$ – время на измерение, мин.

$T_{оп} = T_o + T_v$ – оперативное время, мин;

$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{п-з}}{n}$ – штучно-калькуляционное время, мин,

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

Таблица 1.13 – норма времени

№ п/п	Наименование операции и содержание работы	Карта, позиция	Время, мин
1	2	3	4
005	<u>Фрезерная</u> 1. Основное время		1,54
	2. Вспомогательное время: Время на установку и снятие изделия Время, связанное с переходом	Карта 10, поз. 9 Карта 33, поз. 2	3,4 0,22
	Время на измерение Суммарное вспомогательное время	Карта 87, поз. 158	0,21 3,83
	3. Время на обслуживание рабочего места	Карта 34, поз. 1	4% от ТОП
	4. Время перерывов на отдых и личные надобности	Карта 34, поз. 1	4% от ТОП
	5. Подготовительно-заключительное время на партию: наладку станка, инструмента и приспособлений на получение инструмента и приспособлений до начала и сдачу их после окончания обработки Суммарное подготовительно – заключительное	Карта 34, поз. 2 Карта 34, поз. 24	18,0 10

Продолжение таблицы 1.13

1	2	3	4
	время		28
	Штучное время		5,8
	Штучно-калькуляционное время		6,03
015	Токарная 1. Основное время: 015.1 015.2 Суммарное основное время		0,027 0,075 0,102
	2. Вспомогательное время: Время на установку и снятие изделия Время, связанное с переходом	Карта 2, поз. 2 Карта 20, л.1, поз.4; Карта 20, л.2 поз.40	0,95 0,27 0,17
	Время на измерение: Суммарное вспомогательное время	Карта 87, л.7, поз. 179 Карта 87, л.2, поз.17	0,3 0,1 1,79
	3.Время на обслуживание рабочего места, перерывов на отдых и личные надобности	Карта 21	5% от ТОП
	4.Подготовительно-заключительное время: наладку станка, инструмента и приспособлений на получение инструмента и приспособлений до начала и сдачу их после окончания обработки Суммарное подготовительно-заключительное время	Карта 21, поз. 1 Карта 21, поз. 18	19 8,5 27,5
	Штучное время		2,08
	Штучно-калькуляционное время		2,31
	Токарная 1. Основное время: Суммарное основное время		2,387
020	2. Вспомогательное время: Время на установку и снятие изделия Время, связанное с переходом	Карта 2, поз. 7 Карта 20, поз. 7	0,47 1,94
	Время на измерение	Карта 87, поз. 5 Карта 87, поз. 159 Карта 87, поз. 9	0,14 0,16 0,2 2,91
	Суммарное вспомогательное время		
	3. Время на обслуживание рабочего места, перерывов на отдых и личные надобности	Карта 21	5% от ТОП
	4.Подготовительно-заключительное время: наладку станка, инструмента и приспособлений на получение инструмента и приспособлений до начала и сдачу их после окончания обработки Суммарное подготовительно-заключительное время	Карта 21, поз. 2 Карта 21, поз. 18	24 8,5 37,9
	Штучное время		5,83
	Штучно-калькуляционное время		6,15
	Токарная 1. Основное время: Суммарное основное время		2,387

Продолжение таблицы 1.13

1	2	3	4
025	Фрезерная 1. Основное время		0,15
	2. Вспомогательное время:	Карта 16, поз. 44	0,32
	Время на установку и снятие изделия	Карта 33, поз. 2	0,22
	Время, связанное с переходом	Карта 87, поз. 17, 85, 158	0,09+
	Время на измерение		0,2+0,1
	Суммарное вспомогательное время		0,93
025	3. Время на обслуживание рабочего места, перерывов на отдых и личные надобности	Карта 34	4% от ТОП
	4.Подготовительно-заключительное время:	Карта 34, поз. 8	25
	наладку станка, инструмента и приспособлений на получение инструмента и приспособлений до начала и сдачу их после окончания обработки	Карта 34 поз. 24	10
	Суммарное подготовительно-заключительное время		35
	Штучное время		1,17
	Штучно-калькуляционное время		1,46
035	Сверлильная 1. Основное время:		4,925
	Суммарное основное время		
	2. Вспомогательное время:		
	Время на установку и снятие изделия	Карта 2, поз. 7	0,47
	Время, связанное с переходом	Карта 31, поз. 3	4,9
	Время на измерение	Карта 87, поз. 68	2,32
	Суммарное вспомогательное время		7,69
	3. Время на обслуживание рабочего места, перерывов на отдых и личные надобности	Карта 32	4% от ТОП
035	4.Подготовительно-заключительное время:		
	наладку станка, инструмента и приспособлений на получение инструмента и приспособлений до начала и сдачу их после окончания обработки	Карта 32, поз. 3 Карта 32, поз. 15	14 6,5
	Суммарное подготовительно-заключительное время		20,5
	Штучное время		13,62
	Штучно-калькуляционное время		13,8
050	Протяжная 1. Основное время		0,021
	2. Вспомогательное время:		
	Время на установку и снятие изделия	Карта 16, поз. 107	0,39
	Время, связанное с переходом	Карта 80, поз. 19	1,15
	Время на измерение	Карта 87, поз. 73	0,2
	Суммарное вспомогательное время		1,74
	3. Время на обслуживание рабочего места, перерывов на отдых и личные надобности	Карта 32	3,5% от ТОП
	4.Подготовительно-заключительное время:		
050	наладку станка, инструмента и приспособлений на получение инструмента и приспособлений до начала и сдачу их после окончания обработки	Карта 80, поз. 37	7
	Суммарное подготовительно-заключительное	Карта 80, поз. 39	5
	Время		12

Продолжение таблицы 1.13

	Штучное время		1,88
	Штучно-калькуляционное время		1,98
055	Резьбофрезерная		
	1. Основное время		0,66
	2. Вспомогательное время:		
	Время на установку и снятие изделия	Карта 2, поз. 4	2,4
	Время, связанное с переходом	Карта 74, поз. 8	0,75
	Время на измерение	Карта 87, поз. 257	0,55
	Суммарное вспомогательное время		3,7
	3.Время на обслуживание рабочего места, перерывов на отдых и личные надобности	Карта 75	4% от ТОП
	4.Подготовительно-заключительное время:		
	наладку станка, инструмента и приспособлений на получение инструмента и приспособлений до начала и сдачу их после окончания обработки	Карта 75, поз. 1 Карта 75, поз. 7	19 7
	Суммарное подготовительно-заключительное время		26
	Штучное время		4,71
	Штучно-калькуляционное время		4,92
060	Токарная		
	1. Основное время		0,65
	2. Вспомогательное время:		
	Время на установку и снятие изделия	Карта 2, поз. 2	0,95
	Время, связанное с переходом	Карта 20, поз. 40	0,17
	Время на измерение	Карта 87, поз. 17	0,5
	Суммарное вспомогательное время		1,62
	3. Время на обслуживание рабочего места, перерывов на отдых и личные надобности	Карта 21	5% от ТОП
	4.Подготовительно-заключительное время:		
	наладку станка, инструмента и приспособлений до начала и сдачу их после окончания обработки	Карта 21, поз. 1 Карта 21, поз. 18	19 8,5
	Суммарное подготовительно-заключительное время		27,5
	Штучное время		2,5
	Штучно-калькуляционное время		2,73

1.3 Конструкторская часть

1.3.1 Описание конструкции приспособления для сверлильной операции

1.3.1.1 Принцип действия:

На операцию 035 проектируется специальное приспособление. Приспособление предназначено для установки детали типа «Фланец» при обработке на станке модели 2Р135Ф2. Базирование детали осуществляется по шести плоскостям.

Деталь устанавливается на установочный палец, прижимается пластиной и упором. Воздух под давлением через распределительный кран подается в верхнюю камеру пневмоцилиндра. Шток движется вниз, перемещая тягу одновременно с прижимной пластиной тем самым прижимает деталь.

Открепление детали производится в обратном порядке. Воздух под давлением в нижней части пневмоцилиндра. Шток движется вверх, перемещая тягу с прихватами, которые за счет Г-образных пазов складываются, позволяя снять деталь с приспособления.

1.2.2 Силовой расчет приспособления

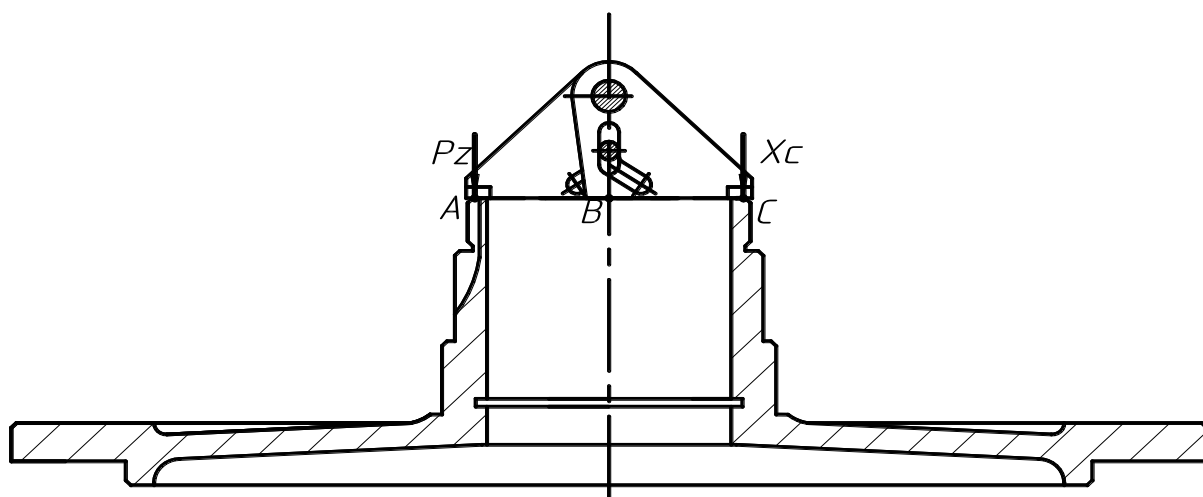


Рисунок 1.10 – приспособление

В данном случае сила резания прижимает заготовку к основанию, поэтому сила прижима получается минимальной. Для упрощения расчета усилия зажима силу зажима X_c прикладываем в точку С и рассчитываем по суммарному моменту $\sum M = 0$ относительно точки В.

$$\sum M_B = P_z \cdot AB + X_c \cdot CB = 0; \quad (1.3.1)$$

где P_z – сила резания, Н

$$X_c = \frac{P_z \cdot AB}{CB} \quad (1.3.2)$$

$$X_c = \frac{928,58 \cdot 51}{51} = 928,58 \text{ Н}$$

Найденное значение X_c необходимо умножить на 2, т.к. прихватов два.

Таким образом, $X_c=1857,16$ Н.

По найденному значению силы зажима определяем диаметр мембранного пневмоцилиндра. По таблице 11 [23] определяем диаметр цилиндра $\varnothing 125$ мм с резинотканевой мембраной, который способен развивать усилие на штоке 2700 Н.

1.3.1.2 Расчет приспособления на точность

Заготовка базируется по плоскости и центральному пальцу. Для определения точности спроектированного приспособления необходимо суммировать все составляющие погрешности, влияющие на точность приспособления [5, с. 162].

$$\varepsilon_{\text{пр}} = K \cdot \sqrt{(K_1 \cdot \varepsilon_6)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\text{уст}}^2 + \varepsilon_{\text{п}}^2 + \varepsilon_{\text{изн}}^2 + \Delta_y^2 + \Delta_{\text{и}}^2 + \Delta_{\text{н}}^2 + \Sigma \Delta_{\text{ф}}^2 + \Delta_T^2 + (K_2 \cdot \omega)^2} \quad (1.3.3)$$

где $K = 1,2$ – коэффициент, учитывающий возможное отступление от нормального распределения отдельных составляющих;

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

ε_6 – погрешность базирования. Для данной операции $\varepsilon_6 = 0,46$ мм.

$\varepsilon_3 = 0,06$ мм – погрешность закрепления;

$\varepsilon_{\text{уст}}$ – погрешность установки приспособления на станок (при выбранной схеме установки $\varepsilon_{\text{уст}} = 0,02 \dots 0,1$ мм);

$\varepsilon_{\text{п}} = 0$, т. к. отсутствуют направляющие элементы приспособления;

$\varepsilon_{\text{изн}} = 0,02$ мм – погрешность положения детали из-за износа приспособления;

$K_2 = 0,6 \dots 0,8$ – поправочный коэффициент;

$\omega = 0,1$ мм – значение погрешности обработки, исходя из экономической точности данного метода.

Составляющие Δ_y , $\Delta_{\text{и}}$, $\Delta_{\text{н}}$, $\Sigma \Delta_{\text{ф}}$, Δ_T рассчитывать затруднительно, но известно, что их влияние на точность приспособления невелико, поэтому в

расчёте их учитывать не будем.

$$\varepsilon_{\text{пр}} = 1,2 \cdot \sqrt{(0,8 \cdot 0,46)^2 + 0,06^2 + 0,06^2 + 0,02^2 + (0,7 \cdot 0,1)^2} = 0,46 \text{ мм}$$

Заданная точность обработки на данном приспособлении обеспечивается, т.к. допуск на изготавливаемый размер составляет 1 мм.

4 Результаты проделанной разработки

1.4.1 Организационная часть

1.4.1.1 Определение необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки

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

$$C_p = \frac{T_{шт-к} \cdot N}{60 \cdot F_d}, \quad (1.4.1)$$

где C_p – расчётное количество станков данного типа, шт;

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

Коэффициент загрузки оборудования:

$$K_{зо} = \frac{C_p}{C_{п}} 100 \quad (1.4.2)$$

где $C_{п}$ – принятое число станков.

Результаты расчёта приведены в таблице 1.13.

Таблица 1.13 – Определение количества оборудования и коэффициентов его загрузки

№ операции	F_d	C_p	$C_{п}$	$K_{зо}, \%$
005	2016	0,30	1	30
015	2016	0,12	1	12
020	2016	0,31	1	31
025	2016	0,07	1	7
035	2016	0,68	1	68
050	2016	0,09	1	9
055	2016	0,24	1	24
060	2016	0,14	1	14

Средний коэффициент загрузки $K_{зо. ср.} = 40 \%$.

Уточняем серийность производства по коэффициенту закрепления операций:

$$K_{зо} = F_d \cdot 60 / N \cdot T_{шт-к. ср.} = 2016 \cdot 60 / 6000 \cdot 17,23 = 1,2.$$

1.4.1.2 Определение численности рабочих

Численность рабочих определяем по формуле:

$$\text{Ч}_{\text{осн}} = \sum_{i=1}^M (C_{\text{ш}} \cdot n_{\text{см}i}), \quad (1.4.3)$$

где $n_{\text{см}i}$ – количество смен работы оборудования на i -й операции

$$\text{Ч}_{\text{осн}} = (1 \cdot 1) + (1 \cdot 1) + (1 \cdot 1) = 3 \text{ чел.}$$

Численность вспомогательных рабочих:

$$\text{Ч}_{\text{всп}} = \text{Ч}_{\text{осн}} \cdot \frac{k_{\text{всп}}}{100}, \quad (1.4.4)$$

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

$$\text{Ч}_{\text{всп}} = 3 \cdot \frac{60}{100} = 2 \text{ чел.}$$

Численность специалистов:

$$\text{Ч}_{\text{спец}} = (\text{Ч}_{\text{осн}} + \text{Ч}_{\text{всп}}) \frac{k_{\text{спец}}}{100},$$

где $k_{\text{спец}}$ принимают от 8 до 12% – коэффициент численности специалистов,

$$\text{Ч}_{\text{спец}} = (3 + 2) \frac{12}{100} = 0,6.$$

Численность специалистов принимаем равной 1 чел.

Численность служащих:

$$\text{Ч}_{\text{служ}} = (\text{Ч}_{\text{осн}} + \text{Ч}_{\text{всп}} + \text{Ч}_{\text{спец}}) \frac{k_{\text{служ}}}{100},$$

где $k_{\text{служ}}$ принимают от 2 до 4% - коэффициент численности служащих,

$$\text{Ч}_{\text{служ}} = (3 + 2 + 1) \frac{4}{100} = 0,24,$$

Численность служащих принимаем равной 1 чел.

Численность руководителей:

$$\text{Ч}_{\text{рук}} = (\text{Ч}_{\text{осн}} + \text{Ч}_{\text{всп}} + \text{Ч}_{\text{спец}} + \text{Ч}_{\text{служ}}) \frac{k_{\text{рук}}}{100}, \quad (1.4.5)$$

где $k_{рук}$ принимают от 1,5 до 2% - коэффициент численности руководителей,

$$\mathbf{Ч}_{рук} = (3 + 2 + 1 + 1) \frac{2}{100} = 0,14.$$

Численность руководителей принимаем равной 1 чел.

Общая численность работников подразделения составляет:

$$\mathbf{Ч}_{общ} = \mathbf{Ч}_{осн} + \mathbf{Ч}_{всп} + \mathbf{Ч}_{спец} + \mathbf{Ч}_{служ} + \mathbf{Ч}_{рук} = 3 + 2 + 1 + 1 + 1 = 8 \text{ чел.}$$

ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕДИНЕНИЕ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Обучающемуся:

Группа	ФИО
10А91	Баратову Алиму Нурланбековичу

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

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	1 кв/ч – 5,27 руб. Стоимость приобретаемого оборудования 9 550 000руб. Фонд заработной платы всех рабочих 1 631 700руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Масса заготовки 33,41 кг. Масса материала на программу выпуска 200 460кг
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Прочие расходы 5 454 330 руб. Отчисления на социальные нужды 489 510 руб. Отчисления в ремонтный фонд 52330руб.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Расчет объема капитальных вложений
2. Расчет себестоимости продукции
3. Экономическое обоснование технологического проекта

Перечень графического материала

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

Задание выдал консультант по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А91	Баратов А.Н		

2 Финансовый менеджмент, ресурс эффективность и ресурсосбережение

Исходные данные:

N – годовой объем производства продукции = 6000шт;

C_m – цена материала, = 300 руб./кг;

N_m – норма расхода материала, 33,41 кг/ед.

$T_{обм}$ – продолжительность оборота запаса материалов (квартал, полугодие, определенный период) в днях = 360

2.1 Расчет объема капитальных вложений

В объем капитальных вложений входит:

- стоимость технологического оборудования;
- стоимость вспомогательного оборудования;
- стоимость инструментов и инвентаря;
- стоимость эксплуатируемых помещений;
- стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах;
- стоимость оборотных средств в незавершенном производстве;
- стоимость оборотных средств в запасах готовой продукции;
- стоимость оборотных средств в дебиторской задолженности;
- сумма денежных оборотных средств.

2.1.1 Стоимость технологического оборудования

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

$$K_{то} = \sum_{i=1}^m Q_i \cdot C_i; \text{ руб.} \quad (2.1)$$

где m – количество операций технологического процесса изготовления изделий;

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

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

Таблица 2.1 – Стоимость технологического оборудования

№операции	Модель станка	Ц_i , руб.	Q_i , шт.	$\text{K}_{\text{то}i}$, руб
005	6560	350 000	1	350 000
010	Верстак	72 000	1	72 000
015	16K25	1 500 000	1	1 500 000
020	1A286-8	2 000 000	1	2 000 000
025	6P83	990 000	1	990 000
030	Верстак	72 000	1	72 000
035-040	2C170	1 200 000	1	1 200 000
045	2P135Ф2	175 000	1	175 000
050	7Б56	881 000	1	881 000
055	5Б64	200 000	1	200 000
060	CA630C	2 110 000	1	2 110 000
Всего				9 550 000

2.1.2 Стоимость вспомогательного оборудования

К вспомогательному оборудованию отнесем машины и оборудование (генераторы, двигатели, прессы, вычислительная техника, лабораторное оборудование, транспортные средства и т.д.), неучтенное в стоимости основного технологического оборудования п.1.1, но принимающее непосредственное участие в технологическом процессе.

Стоимость вспомогательного оборудования ($\text{K}_{\text{во}}$) определим приближенно – 30% от стоимости технологического оборудования.

$$\text{K}_{\text{во}} = \text{K}_{\text{то}} \cdot 0,30; \text{руб.} \quad (2.2)$$

$$\text{K}_{\text{во}} = 9\,550\,000 \cdot 0,30 = 2\,865\,000 \text{ руб}$$

2.1.3 Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря

Стоимость инструментов и инвентаря ($\text{K}_{\text{ин}}$) по предприятию может быть установлена приближенно в размере 10–15% от стоимости технологического оборудования.

В данном случае учитывается стоимость:

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

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

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

$$K_{ин} = K_{то} \cdot 0,15; \text{руб.} \quad (2.3)$$

$$K_{ин} = 9\,550\,000 \cdot 0,15 = 1\,432\,500 \text{ руб.}$$

2.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений

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

В первом случае общая стоимость помещений рассчитывается по формуле:

$$C_{п} = Ц_{пп} + Ц_{вп}; \text{руб.} \quad (2.4)$$

где $Ц_{пп}$ – балансовая стоимость производственных (основных) помещений;

$Ц_{вп}$ – балансовая стоимость вспомогательных помещений.

Данные о балансовой стоимости производственных (основных) и вспомогательных помещений взяты в экономическом отделе предприятия ООО «ПК «Юрги некий машзавод»»:

$$C_{п} = 450000 + 100000 = 550000 \text{ руб.}$$

2.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах

Данные средства рассчитываются по формуле:

$$K_{пзм} = \frac{H_{м} \cdot N \cdot Ц_{м}}{360} \cdot T_{обм}; \text{руб} \quad (2.5)$$

где $H_{м}$ – норма расхода материала, кг/ед.;

N – годовой объем производства продукции, шт.;

$Ц_{м}$ – цена материала, руб./кг;

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

$$K_{пзм} = \frac{33,41 \cdot 6000 \cdot 39,28}{360} \cdot 30 = 656\,172,4 \text{ руб.}$$

2.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве

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

$$K_{нзп} = \frac{N \cdot T_{ц} \cdot C' \cdot k_{г}}{360}; \text{ руб} \quad (2.6)$$

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

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

$k_{г}$ – коэффициент готовности.

$$K_{нзп} = \frac{6000 \cdot 1 \cdot 1640,431 \cdot 0,9}{360} = 24\,606,465 \text{ руб.}$$

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

$$C' = \frac{H_{м} \cdot Ц_{м}}{k_{м}}; \text{ руб.} \quad (2.7)$$

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

$$C' = \frac{33,41 \cdot 39,28}{0,8} = 1\,640,431 \text{ руб.}$$

Коэффициент готовности:

$$k_{г} = (k_{м} + 1) \cdot 0,5; \text{ руб} \quad (2.8)$$

$$k_{г} = (0,8 + 1) \cdot 0,5 = 0,9 \text{ руб}$$

2.1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции

Стоимость запаса готовой продукции определяется по формуле:

$$K_{гп} = \frac{C' \cdot N}{360} \cdot T_{гп}; \text{ руб.} \quad (2.9)$$

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

$$K_{гп} = \frac{1640,431 \cdot 6000}{360} \cdot 30 = 820\,215,5 \text{ руб.}$$

2.1.8 Оборотные средства в дебиторской задолженности

Дебиторская задолженность определяется по формуле:

$$K_{дз} = \frac{B_{рп}}{360} \cdot T_{дз}; \text{ руб.} \quad (2.10)$$

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

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

$$K_{дз} = \frac{11\,614\,251,48}{360} \cdot 10 = 322\,626,43 \text{ руб.}$$

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

$$B_{рп} = C' \cdot N \left(1 + \frac{p}{100}\right); \text{ руб.} \quad (2.11)$$

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

$$B_{рп} = 1640,431 \cdot 6000 \left(1 + \frac{18}{100}\right) = 11\,614\,251,48 \text{ руб.}$$

2.1.9 Денежные оборотные средства

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

$$C_{обс} = K_{пзм} \cdot 0,10; \text{ руб.} \quad (2.12)$$

$$C_{обс} = 656\,172,4 \cdot 0,10 = 65\,617,24 \text{ руб.}$$

2.2 Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции

Классификация затрат по экономическим элементам имеет для предприятия важное значение. Сметный разрез затрат позволяет определить общий объем потребляемых предприятием различных видов ресурсов. На основе сметы осуществляется увязка разделов производственно-финансового плана предприятия: по материально-техническому снабжению, по труду, определяется потребность в оборотных средствах и т.д. Группировка затрат по экономическим элементам отражается в смете затрат на производство и реализацию продукции (работ, услуг). В ней собираются затраты по общности экономического содержания, по их назначению.

Смета затрат включает в себя следующие статьи:

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

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

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

2.2.1 Основные материалы за вычетом реализуемых отходов

Затраты на основные материалы (C_M) рассчитываются по формуле:

$$C_M = N \cdot (C_M \cdot H_M \cdot K_{\text{тзр}} - C_o \cdot H_o); \text{руб.} \quad (2.13)$$

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

C_o – цена возвратных отходов, руб./кг;

H_o – норма возвратных отходов кг/шт.;

C_M – цена материала, руб./кг;

H_M – норма расходов материалов, кг/ед.; ($H_M=33,41$ кг/ед.)

C_o – цена возвратных отходов, руб./кг; ($C_o=11$ руб./кг.);

Норма возвратных отходов определяется:

$$H_0 = m_3 - m_0; \text{ кг} \quad (2.14)$$

где m_3 – масса заготовки, кг;

m_0 – масса изделия, кг.

$$H_0 = 33,41 - 24 = 9,41 \text{ кг} \quad (2.15)$$

$$C_m = 6000 \cdot (39,28 \cdot 33,41 \cdot 1,04 - 11 \cdot 9,41) = 7\,567\,971,552 \text{ руб.}$$

Таблица 2.2 – Затраты на основные материалы.

№ детали	Затраты на материал, руб.	Возвратные отходы, руб.	С _м , руб.
1	39,28	11	7 567 971,552
Всего			7 567 971,552

2.2.2 Расчет заработной платы производственных работников

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

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

$$C_{zo} = \sum_{i=1}^m \frac{t_{штi} \cdot C_{часj}}{60} \cdot k_n \cdot k_p \cdot N; \text{ руб.} \quad (2.16)$$

где m – количество операций технологического процесса;

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

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

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

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

Таблица 2.3 – Расчет фонда заработной платы

Профессия рабочего	Т _{шт} , мин	Разряд	Количество	С _{час} , руб.	С _{зpj} , руб.
Оператор станка мод 6560	1,54	4	1	262,5	78 828
Оператор станка мод 15K25	0,027	4	1	262,5	1 382
Оператор станка мод 1A286-8	5,53	4	1	262,5	283 066
Оператор станка мод 6P83	0,15	4	1	262,5	7 678
Оператор станка мод 2C170	6,8	4	1	262,5	348 075
Оператор станка мод 2P135Ф2	15,35	4	1	262,5	785 728
Оператор станка мод 7Б56	1,17	4	1	262,5	59 889
Оператор станка мод 5Б64	0,66	4	1	262,5	33 783
Оператор станка мод СА30С	0,65	4	1	262,5	33 271
Фонд заработной платы всех рабочих					1 631 700

2.2.3 Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих

Отчисление на социальные нужды:

$$C_{oco} = C_{zo} \cdot 0,3; \text{руб.} \quad (2.17)$$

$$C_{oco} = 1\,631\,700 \cdot 0,3 = 489\,510 \text{ руб.}$$

2.2.4 Расчет амортизации основных фондов

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

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

2.2.5 Расчет амортизации оборудования

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

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

$$\alpha_n = \frac{1}{T_o} \cdot 100\%, \text{руб} \quad (2.18)$$

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

$$\alpha_n = \frac{1}{12} \cdot 100\% = 8,3\%$$

Сумма амортизации определяется:

$$A = \sum_{i=1}^n C_i \cdot a_{ni}, \text{ руб.} \quad (2.19)$$

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

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

$$A_{\text{ч}} = \sum_{i=1}^n \frac{C_i \cdot a_{ni}}{F_d \cdot K_{\text{звп}}}; \text{ руб.} \quad (2.20)$$

где n – количество оборудования;

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

F_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования,

$F_d = 280$ час.

Таблица 2.4 – Расчет амортизационных отчислений

№ операции	Ц _i , руб.	а _{ni} , %	F _{дi} , ч.	A _{чi} , руб.
005	350 000	8,3	280	11 657
010	72 000	8,3	280	2 398
015	1 500 000	8,3	280	49 959
020	2 000 000	8,3	280	66 613
025	990 000	8,3	280	32 973
030	72 000	8,3	280	2 398
035-040	1 200 000	8,3	280	39 967
045	175 000	8,3	280	5 828
050	881 000	8,3	280	29 343
055	200 000	8,3	280	6 661
060	2 110 000	8,3	280	70 276
Вспомогательное оборудование	30 000	5,3	280	638
Амортизационные отчисления для всех станков (A _ч)				318 711

2.2.5.1 Расчет амортизационных отчислений зданий

Расчет амортизации эксплуатируемых площадей производится аналогично линейным методом. Срок службы зданий и сооружений 30÷50 лет.

2.2.5.2 Отчисления в ремонтный фонд

Отчисления в ремонтный фонд можно рассчитать одним из предложенных методов:

В зависимости от:

$$C_p = (K_{mo} + K_{vo}) \cdot k_{pvm} + C_n \cdot k_{z.pvm}; \text{руб} \quad (2.21)$$

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

$$C_p = (9\,550\,000 + 2\,865\,000) \cdot 0,002 + 550\,000 \cdot 0,05 = 52\,330 \text{ руб}$$

2.2.6 Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования

Затраты на СОЖ определяются по формуле:

$$C_{сож} = n \cdot N \cdot g_{ox} \cdot ц_{ox}; \text{руб.} \quad (2.22)$$

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

$ц_{ox}$ – средняя стоимость охлаждающей жидкости, руб/кг;

n – количество станков.

$$C_{сож} = 11 \cdot 6000 \cdot 0,03 \cdot 94,71 = 187\,525 \text{ руб.}$$

Затраты на сжатый воздух рассчитываются по формуле:

$$C_{созд} = \frac{g_{созд} \cdot Ц_{созд} \cdot N_z}{60} \cdot \sum t o_i; \text{руб.} \quad (2.23)$$

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

$Ц_{возд}$ – стоимость сжатого воздуха.

$$C_{возд} = \frac{0,7 \cdot 65,5 \cdot 6000}{60} \cdot 33,62 = 154\,147 \text{ руб.}$$

2.2.7 Затраты на силовую электроэнергию

Расчёт затрат на электроэнергию:

$$C_{чэ} = \sum_{i=1}^m N_{yi} \cdot F_{\partial} \cdot K_N \cdot K_{ep} \cdot K_{од} \cdot \frac{K_{\omega}}{\eta} \cdot Ц_{э}; \text{руб} \quad (2.24)$$

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

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

$K_{од}$ – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей, $K_{од} = 0,6 \div 1,3$, принимаем $K_{од} = 0,7$;

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

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

$\text{Ц}_{\text{э}}$ – средняя стоимость электроэнергии (по данным городской электросети), $\text{Ц}_{\text{э}} = 5,27$ руб.

$$C_{\text{чэ}} = \sum_{i=1}^m 1 \cdot 280 \cdot 0.5 \cdot 0.3 \cdot 0.7 \cdot \frac{1.06}{0.7} \cdot 5.27 = 234.62 \text{ руб}$$

Таблица 2.5 – Затраты на электроэнергию технологического процесса

№ операции	N_{yi} , кВт	$C_{\text{чэ}i}$, руб
005	15	3 519,31
015	11	2 580,83
020	100	23 462,04
025	11	2 580,83
035-040	10	2 346,21
045	3,7	868,09
050	30	7 038,61
055	7,5	1 759,65
060	8,5	1 994,27
Затраты на электроэнергию для всех операций		46 149,84

2.2.8 Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь

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

2.2.9 Расчет заработной платы вспомогательных рабочих

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле:

$$C_{звр} = \sum_{j=1}^k C_{змj} \cdot Ч_{зрj} \cdot 12 \cdot k_{nj} \cdot k_{pj}; \text{руб.} \quad (2.25)$$

где k – количество вспомогательных рабочих;

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

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

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

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

$$C_{звр} = \sum_{i=1}^k 7875 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 147420 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели вспомогательных рабочих:

$$C_{овр} = C_{звр} \cdot 0,3; \text{руб.} \quad (2.26)$$

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

$$C_{овр} = 147420 \cdot 0,3 = 44226 \text{ руб.}$$

2.2.9.1 Заработная плата административно-управленческого персонала

$$C_{зауп} = \sum_{j=1}^k C_{заупj} \cdot Ч_{заупj} \cdot 12 \cdot k_{pj} \cdot k_{ндj}; \text{руб} \quad (2.27)$$

где $C_{заупj}$ – месячный оклад работника административно-управленческого персонала, руб.;

$Ч_{заупj}$ – численность работников административно-управленческого персонала должности, чел.

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

$$C_{заупРук} = \sum_{i=1}^k 13700 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 256464 \text{ руб.}$$

$$C_{заупСПЕЦ} = \sum_{i=1}^k 11350 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 212472 \text{ руб}$$

$$C_{зауп} = (256464 + 212472) \cdot 0,02 = 9379 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала:

$$C_{оауп} = C_{зауп} \cdot 0,3; \text{руб.} \quad (2.28)$$

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

$$C_{оауп} = 9379 \cdot 0,3 = 2814 \text{ руб}$$

2.2.9.2 Прочие расходы

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

Прочие расходы рассчитаем, как плановые условно:

$$C_{\text{проч}} = \text{ПЗ} \cdot N \cdot 0,7; \text{руб.} \quad (2.29)$$

где ПЗ – прямые затраты единицы продукции, руб.

$$C_{\text{проч}} = 1298,65 \cdot 6000 \cdot 0,7 = 5\,454\,330 \text{ руб}$$

2.3 Экономическое обоснование технологического проекта

В разделе необходимо экономически обосновать технологический проект, т.е. сделать аналитические выводы по произведенным расчетам, также необходимо указать рыночную цену продукции и определить предполагаемую прибыль, произвести расчет рентабельности капитальных вложений и рентабельности продукции; определить критический объем реализации.

Таблица 2.6 – Смета затрат по экономическим элементам

Затраты	Сумма, руб./ед.	Сумма, руб./год
Прямые затраты:	1614,86	9 689 182
Основные материалы за вычетом реализуемых отходов	1 261,32	7 567 972
Заработная плата производственных рабочих	271,95	1 631 700
Отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих	81,58	489 510
Косвенные затраты:	754,27	4 525 627
Амортизация оборудования предприятия	53,12	318 711
Арендная плата или амортизация эксплуатируемых помещений	91,66	550 000

Продолжение таблицы 2,6

Отчисление в ремонтный фонд	8,72	52330
Вспомогательные материалы на содержание оборудования	57,61	345 672
Затраты на силовую электроэнергию	7,69	46 149
Износ инструмента	400	200 000
Заработная плата вспомогательных работников	24,57	147 420
Отчисление на социальные цели вспомогательных рабочих	7,37	44 226
Заработная плата административно-управленческого персонала	1,56	9379
Отчисление на социальные цели административно-управленческого персонала	5,63	2814
Прочие расходы	909,05	5 454 330
Итого	5550	31 075 022

Вывод по таблице 2.6: Затраты на производство детали «Фланец» составили 31 075 022 руб./год; 5550 руб./ед. Расчеты рентабельности капитальных вложений и критического объёма реализации приведены ниже:

Предполагаемая прибыль:

$$ПП = 31\,075\,022 * 30\% = 9\,322\,506 \text{ руб.}$$

Рентабельность капитальных вложений:

$$P_{\text{кв}} = \frac{9\,322\,506}{9\,550\,000} * 100\% = 97,61\%$$

Критический объем реализации:

$$КОР = \frac{9\,689\,182}{5550 - 1298,65} = 2279 \text{ шт.}$$

Таблица 2.6 – Основные технико-экономические показатели детали

Показатель	Величина
Годовая программа выпуска	6000
Количество единиц оборудования, шт.	11
Количество производственных рабочих, чел.	11
Количество вспомогательных рабочих, чел.	1
Количество административно-управленческого персонала, чел.	2
Себестоимость одной детали, руб.	1298,65

Вывод

В работе был произведён расчёт детали фланца. Расчёт капитальных вложений в проект, которые удельно составили 31 075 022рублей. Также была определена смета затрат на производство и реализацию продукции. Смета затрат включает в себя прямые затраты (стоимость основных материалов, заработная плата основных работников и социальные отчисления с зарплаты), вложений, которые составили 9 689 182в год, и косвенные затраты (амортизация оборудования, помещений; отчисления в ремонтный фонд; затраты на силовую электроэнергию и др.), которые составили 4 525 627 рублей в год.

**ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Обучающемуся:

Группа	ФИО
10A91	Баратов Алим Нурланбекович

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	– указать характеристики объекты исследования
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	– указать нормативные документы
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	– перечислить вредные и опасные факторы
3. Экологическая безопасность:	– указать область воздействия на атмосферу, гидросферу и литосферу
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	– перечислить возможные ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – указать наиболее типичную ЧС

Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком	
--	--

Задание выдал консультант по разделу «Социальная ответственность»:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Директор	Солодский С.А	к.т.н, доцент		

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10A91	Баратов А.Н.		

3 Социальная ответственность

3.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

3.1.1 Описание рабочего места

Реальные производственные условия характеризуются, как правило, наличием некоторых опасных и вредных факторов. В ходе технологического процесса обрабатывается «Фланец». Материалом является сталь 35ГЛ ГОСТ 977-88, масса заготовки 33,41 кг. На предприятиях в соответствии с ГОСТ12.3.020-80 перемещение грузов массой более 20 кг в технологическом процессе должно производиться с помощью подъёмно - транспортных устройств или средств механизации. Для мужчин введены нормы предельно допустимых масс грузов при подъёме и перемещении тяжестей или вручную: при подъёме и перемещении тяжестей постоянно в течении смены – 16 кг. Т. о. женщин для обработки данных деталей не привлекаем. Следовательно, для установки заготовки на станок требуются подъёмно-транспортные устройства.

Фланец изготавливается на горизонтально расточном станке. Данные операции характеризуются большим выделением:

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

- тепла особенно на операциях с большим числом оборотов шпинделя станка, поэтому возникает необходимость применения СОЖ, во избежании перегрева и преждевременного износа инструмента.

Обработка в основном ведётся на станке с ЧПУ, который расположен таким образом, чтобы на участке около 35 м² максимально уменьшить встречный и перекрещивающийся грузопотоки деталей. Рабочие станочники в качестве индивидуальных средств защиты от летящей стружки должны пользоваться очками. Очки 0 ГОСТ12.4.013-85. Уборка стружки руками запрещена. Если не механизирована уборка стружки, то применяют крючки, щетки. Вседвигающиеся части: зубчатые колеса, валы, вращающиеся детали и т.д, представляющие собой опасность для рабочих, должны быть

сблокированы с концевыми выключателями так, чтобы при незакрепленном ограждении станок не выключался или во время работы станка при снятии или отключении ограждения - станок отключается. На станках с ЧПУ такие движения как подвод - отвод инструмента, его смена выполняется с высокой скоростью. Эти перемещения выполняются согласно программе и момент их совершения трудно предсказуем. Это увеличивает степень риска поражений. Данный фактор требует повышенного внимания рабочего и соблюдения инструкций по управлению станка.

Технологические планировки на проектируемом участке обработки резанием должны быть согласованны с территориальными органами государственного санитарного и пожарного надзора. Проходы и проезды на участке должны обозначаться разграничительными линиями белого цвета шириной не менее 100 мм. На территории участка проходы, проезды, люки колодцев должны быть свободными, не загромождаться материалами, заготовками, полуфабрикатами, деталями, отходами производства и тарой.

Заготовки, детали, у рабочих мест должны укладываться на стеллажи и в ящики способом, обеспечивающим их устойчивость и удобство захвата при использовании грузоподъемных механизмов. Высоту штабелей заготовок на рабочем месте следует выбирать исходя из условий их устойчивости и удобства снятия с них деталей, но не выше 1м; ширина между штабелями должна быть не менее 0,8 м. Освобождающуюся тару и упаковочные материалы необходимо своевременно удалять с рабочих мест в специально отведённые места.

Основой для разработки комплекса мероприятий по охране труда на рабочем месте на участке, являются данные, характеризующие состояние условий труда. К ним относятся данные о соответствии требованиям норм уровней вредных производственных факторов на рабочих местах, данные о выполнении требований СН 245-71 к производственным помещениям, особенно по размерам площади и объёма, приходящимся на одного работающего, данные об обеспечении работающих, санитарно - бытовыми помещениями и устройствами в соответствии со СНИП II - 92 -76, данные о

контингенте работающих, в том числе обслуживающих технологические процессы с вредными и неблагоприятными условиями труда, а также занятых тяжёлым физическим трудом.

Законодательные и нормативные документы

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

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

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

Основы законодательства Российской Федерации об охране труда обеспечивают единый порядок регулирования отношений в области охраны труда между работодателями и работниками на предприятиях, в учреждениях и

организациях всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчиненности. Основы законодательства устанавливают гарантии осуществления права на охрану труда и направлены на создание условий труда, отвечающих требованиям сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности и в связи с ней.

Среди законодательных актов по охране труда основное значение имеет Конституция РФ, Трудовой Кодекс РФ, устанавливающий основные правовые гарантии в части обеспечения охраны труда, а также Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности», Федеральный закон от 24.07.1998 № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». Из подзаконных актов отметим постановления Правительства РФ: «О государственной экспертизе условий труда» от 25.04.2003 № 244, «О государственном надзоре и контроле за соблюдением законодательства РФ о труде и охране труда» от 09.09.1999 № 1035 (ред. от 28.07.2005).

К нормативным документам относятся:

1. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.
2. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.
3. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 1990.
4. ГОСТ 12.1.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. М.: Изд. стандартов, 1990.
5. ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.
6. Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1998.
7. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.

8. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

9. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Информ.-издат. центр Минздрава России, 1997.

10. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.

3.2 Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов

В процессе обработки на рабочего действуют следующие вредные и опасные производственные факторы, влияющие на здоровье и самочувствие человека:

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

- электрический ток поражение электрическим током может привести к серьёзным травмам и смерти человека;

- движущиеся органы станков могут нанести травму, работающему, поэтому на станках предусмотрены ограждения с концевыми выключателями, которые не позволяют начать обработку при убранном ограждении.

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

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

- 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.

а. Шум - любой нежелательный звук, воспринимаемый органом слуха человека. Представляет собой беспорядочное сочетание звуков различной интенсивности и частоты. Предельно допустимый уровень шума на рабочих местах установлен СН2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданиях и на территории жилой застройки» составляет 85 Дб. Шум большинства металлорежущих станков лежит в средне- и высокочастотной областях –500...8000 Гц с допустимыми уровнями звукового давления 83...74 дБ.

б. Вибрация — механические колебания упругих тел или колебательные движения механических систем. По характеру действия на организм человека вибрацию подразделяют на общую (действует на всё тело) и местную (действует только на руки рабочего).

Предельно допустимая норма вибраций (уровень виброскорости) по СН2.2.4/2.1.8.566-96 или ГОСТ12.1.012-78:

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

Также необходимо отметить, что особо опасной является вибрация с частотой 6...9 Гц, которая близка к собственной частоте колебаний внутренних органов человека; при её воздействии возникает резонанс, который увеличивает колебания внутренних органов, расширяя их или сужая, что весьма вредно. Чем больше амплитуда колебаний, устанавливается по результатам контроля не реже одного раза в месяц, эмульсий - одного раза в неделю, полусинтетических жидкостей - одного раза в две недели.

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

Источником шума и вибрации является металлорежущее оборудование, электродвигатели, краны и т.д.

с. СОЖ может привести к развитию кожных заболеваний, так как в зоне резания, при высокой температуре образуются вредные вещества. Для защиты от нужно попадания СОЖ на работников предусматривается спецодежда. Для предотвращения разбрызгивания и загрязнения рабочей зоны от СОЖ, используются в схеме специальные конструкции сопел, а также применяются защитные экраны и щитки. Отработанная СОЖ собирается в специальные емкости для ее последующей обработки. Для защиты кожного покрова от воздействия СОЖ применяются различные дерматологические средства, а также рабочие участки снабжаются чистыми обтирочными материалами. Не допускается применение одной и той же ветоши для протирки рук, и станков.

Не реже одного раза в неделю должен производиться анализ СОТС на отсутствие микробов, вызывающих кожные заболевания. Дополнительно контроль может проводиться при появлении запаха или раздражении кожи.

Хранить и транспортировать СОТС необходимо в чистых стальных резервуарах, изготавливаемых из белой жести, оцинкованного листа или пластмасс. СОТС хранится в соответствии с требованиями СНиП 11-106-72.

3.2.1 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной средой

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 по-настоящему серьёзным травмам и смерти человека;

- движущиеся органы время станков, могут нанести травму работнику.

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

d. Электрический ток

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

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

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

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

где d — диаметр трубы-заземлителя, см;

ρ_3 — удельное сопротивление грунта, Ом·см;

l_m — длина трубы, см;

h_m — глубина погружения трубы в землю, равная расстоянию от поверхности земли до середины трубы, см.

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

Определим сопротивление одиночного заземлителя, вертикально установленного в землю:

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

Определяем требуемое число заземлителей Π , шт. по формуле:

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

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

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

Принимаем $\Pi = 9$ шт.

Длину соединительной полосы определяем по формуле:

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

где a – расстояние между заземлителями, м.

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

Сопротивление соединительной полосы определяем по формуле:

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

где b – ширина полосы, см;

l_n – длина полосы, см;

ρ_n – удельное сопротивление грунта, Ом·см;

h_n – глубина погружения трубы в землю, см.

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

$$R_3 = \frac{10^4}{2 \cdot 3,14 \cdot 4200} \cdot \ln \left(\frac{4 \cdot 4200^2}{80 \cdot 1,2} \right) = 4,8 \text{ Ом.}$$

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

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

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

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

Подставив значения в формулу получим:

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

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

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

На участке применяются искусственные заземлители - вертикальные стальные трубы длиной 2,5 метров и диаметром 40 мм.

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

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

Размещаем заземление по контуру и соединяем между собой соединительной полосой.

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

d. Движущие изделия и механизмы.

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

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

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

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

При обработке металлов резанием образуется стружка, которая подразделяется на стружку скалывания и сливную. Стружка может привести к травме в виде порезов, особенно опасна сливная стружка.

е. Стружка скалывания образуется при операциях фрезерования. В России существует стандартная классификация средств этому защиты от факторов механического повреждения: ГОСТ 12.4.125" Средства защиты от механических травм опасных факторов". При обработке стали 35Л образуется металлическая стружка, которая имеет требования высокую температуру и представляет серьезную опасность не только для работающих на станке, но и для лиц, находящихся рядом со станком. Опасность для глаз представляет не только отлетающая стружка, но пылевые частицы обрабатываемого материала, опасные осколки режущего инструмента.

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

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

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

ф. Свет (видимое излучение) представляет собой излучение, непосредственно вызывающее зрительное ощущение. В производственных помещениях используется три вида освещения на естественное (источником является солнце), искусственное (используются лампы накаливания, газоразрядные) и смешанное (естественное + искусственное).

Различают виды искусственного освещения:

- общее (равномерное или локализованное);
- местное (стационарное или переносное);

- комбинированное (общее + местное).

Нормальные условия работы в производственных помещениях могут быть обеспечены лишь при достаточном освещении рабочих зон, проходов, проездов. Естественное и искусственное освещение должно соответствовать требованиям СНиП 23-05-95. Величина коэффициента естественного освещения (КЕО) для различных помещений лежит в пределах 0,1... 12%,

$$KEO = \frac{E}{E_0} \cdot 100\%,$$

где E - освещённость на рабочем месте, лк;

E_0 - освещённость на улице (при среднем состоянии облачности), лк.

Для местного освещения применяются светильники, устанавливаемые на металлорежущих станках, и отрегулированы 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 цехе, где происходит технологический процесс изготовления детали, 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 "Универсаль" с лампами накаливания.

Рассчитываем требуемое количество светильников.

Световой поток лампы F_L (лм) определяется по формуле:

$$F_L = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta},$$

где E – заданная минимальная освещенность, лк;

K_3 – коэффициент запаса;

S – освещаемая площадь, m^2 ;

z – коэффициент минимальной освещенности, $z = (1,1-1,5)$;

N – количество светильников, шт;

η – коэффициент использования светового потока.

Из вышеприведенной формулы рассчитаем необходимое количество светильников.

Для механических цехов $E=150$ лк, $K_3=1,6$ согласно СНиП 11-4-79.

Принимаем $S=140 m^2$, $z=1,3$, $\eta = 50\%$.

По ГОСТ 2239-70 световой поток для ламп накаливания В- 15, при напряжении 220 В равно 105 лк.

$$N = \frac{150 \cdot 1,6 \cdot 140 \cdot 1,3}{105 \cdot 50} = 8,3 \text{ шт.}$$

Принимаем количество светильников "Универсаль" с лампой накаливания В- 15 9 шт.

Для нормальной освещенности необходимо: регулярная замена вышедших из строя ламп, периодическая очистка от пыли. СП и П 23-06-95 «Естественное и искусственное освещение».

Обеспечение оптимальных параметров микроклимата рабочего места

Микроклимат на рабочем месте в производственных помещениях определяется температурой воздуха, относительной влажностью, скоростью движения воздуха, барометрическим давлением.

Температура воздуха поддерживается постоянной зимой - за счёт отопительных систем, летом - за счёт вентиляции.

Вентиляция - это организованный воздухообмен в помещениях. По способу перемещения воздуха подразделяются на естественную (аэрация, проветривание), механическую (приточная, приточно-вытяжная).

По характеру охвата помещений различают на общеобменную и местную.

По времени действия на постоянно действующая и аварийная.

Работа вентиляционной системы создаёт на постоянных рабочих местах метеорологические условия и чистоту воздушной среды, соответствующие действующим санитарным нормам СанПиН 2.2.4.548096.

Применяется приточно-вытяжная вентиляция, т. к. при технологическом процессе обработки идёт малое выделение вредных веществ. У ворот цеха предусмотрена воздушная тепловая завеса, которая образуется при помощи специальной установки путём создания струй воздуха.

По периметру располагают воздуховод, имеющий приточный вентилятор. В нижней части воздуховода имеется щель, под которой на полу располагается решетка канала вытяжки. Струя приточного воздуха, выходя из щели со скоростью не более 25 м/с, пронизывает всё воздушное пространство до решетки, где захватывается потоком воздуха вытяжного канала.

Воздушная тепловая завеса используется в холодное время года (ниже - 15°C) и препятствует проникновению холодного воздуха

Микроклимат производственного помещения обработки материалов резанием соответствует СанПиН 2.2.4.548096 и ГОСТ 12.1.005-88.

Основные параметры микроклимата приведены в табл.20.

Таблица 3.1 – Параметры микроклимата

Параметр	Величина параметра	
	оптимальная	допустимая
Температура воздуха, С°	16. ..18	13. ..19
Относительная влажность воздуха, %	40. ..60	Не более 75
Скорость движения воздуха, м/с	Не более 0,3	Не более 0,5

Предельно допустимый уровень интенсивности теплового излучения при интенсивности облучения поверхности тела:

50% и более	- 35 Вт/м ²
от 25 до 50%	- 70 Вт/м ²
не более 25%	- 100 Вт/м ²

Фактические значения параметров микроклимата устанавливаются в результате замеров на участке и равны:

- температура - от 14 С° зимой до 24 С° летом;
- относительная влажность - от 50% зимой до 80% летом;
- скорость движения воздуха - 0,15 м/с;

Уровень интенсивности теплового излучения при интенсивности облучения поверхности тела от 25 до 50% - 65 Вт/м

Вывод: параметры микроклимата участка механической обработки не превышают или близки к основным допустимым параметрам микроклимата. Следовательно, со стороны микроклимата производственного помещения, на участников технологического процесса, вредное воздействие не оказывается.

Психофизиологические особенности поведения человека при его участии в производстве работ на данном рабочем месте

Правильное расположение и компоновка рабочего места, обеспечение удобной позы и свободы трудовых движений, использование оборудования, отвечающего требованиям эргономики и инженерной психологии, обеспечивают наиболее эффективный трудовой процесс, уменьшают утомляемость и предотвращают опасность получения травм и возникновения профессиональных заболеваний. Неправильное положение тела на рабочем месте приводит к возникновению статической усталости, снижению качества и скорости работы, а также снижению реакции на опасность.

Таким образом, для обеспечения эффективной и безопасной трудовой деятельности работника нужно учитывать все выше перечисленные факторы. Их несоблюдение ведёт к психической нестабильности, а именно, раздражительности, нервозности и утомляемости работника, что негативно сказывается на здоровье работающего и на производстве.

Для рабочих, участвующих в технологическом процессе обработки резанием, должны быть обеспечены рабочие места, не стесняющие их действий во время выполнения работы. На рабочих местах должна быть предусмотрена площадь, на которой размещаются стеллажи, тара, столы и другие устройства для размещения оснастки материалов, заготовок, полуфабрикатов, готовых деталей и отходов производства. На каждом

рабочем месте около станка на полу должны быть деревянные решётки на всю длину рабочей зоны, а по ширине не менее 0,6 м от выступающих частей станка. При разработке технологических процессов необходимо предусматривать рациональную организацию рабочих мест. Удобное расположение инструмента и приспособлений в тумбочках и на стеллажах, заготовок в специализированной таре, применение планшетов для чертежей позволяет снизить утомление и производственный травматизм рабочего.

3.3 Охрана окружающей среды

Проблема защиты охраны окружающей среды одна из важнейших задач современности. Выбросы промышленных предприятий, энергетических систем и транспорта в атмосферу, водоёмы достигают больших размеров.

Данное производство, т. е. разработанный технологический процесс обработки, не является вредным, нет значительных выбросов вредных веществ, пыли в атмосферу. Выбросы соответствуют допустимым по ГОСТ 17.2.302-78, поэтому их очистка не предусмотрена.

В процессе производства образуется большое количество отходов, которые при соответствующей обработке могут быть использованы, как сырьё для промышленной продукции. Отработанные СОЖ необходимо собирать в специальные ёмкости. Водную и масляную фазу можно использовать в качестве компонентов для приготовления эмульсий. Масляная фаза эмульсий может поступать на регенерацию или сжигаться. Концентрация нефтепродуктов в сточных водах при сбросе их в канализацию должна соответствовать требованиям СнИП II -32-74. Водную фазу СОЖ очищают до ПДК или разбавляют до допустимого содержания нефтепродуктов и сливают в канализацию. Масляная мелкая стружка и пыль сплава по мере накопления подлежат сжиганию или захоронению на специальных площадках. Крупная стружка вывозится в специальное помещение, проходит термообработку и прессуется в брикеты для дальнейшей отправки на металлургический завод.

3.4 Защита в чрезвычайных ситуациях

С целью защиты работников и территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, опасностей, возникающих при ведении военных действий или в следствие этих действий предприятие создаёт и содержит в постоянной готовности необходимые защитные сооружения и организации гражданской обороны в соответствии с федеральными законами РФ от 21.12.94 №66 «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного характера», от 12.02.98 №28 «О гражданской обороне» и постановлением правительства РФ №620 от 10.06.99 «О гражданских организациях гражданской обороны».

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

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

- огнетушитель порошковый ОП-2 для тушения лакокрасочных материалов и оборудования под напряжением - 2 шт;
- песок (чистый и сухой) для тушения электроустановок под напряжением - 0,5 м³;
- кран внутреннего пожарного водопровода - 1 шт;
- огнетушитель углекислотный ОУ-8 - 2 шт.

При проектировании и строительстве производственных зданий (электромашинных помещений, трансформаторных подстанций) необходимо учитывать категорию пожароопасности производства. Согласно СНиП 2-90-81 в зависимости от характеристики обращающихся в производстве веществ и

их количества производства подразделяются по пожарной и взрывной опасности на шесть категорий: А,Б,В,Г,Д и Е. Производства категорий А,Б,В характеризуется обращением горючих газов, жидкостей, пылей с различными показателями пожароопасности от более опасных (категория А - склады бензина, аккумуляторные) до менее опасных (категория Б - размольные отделения мельниц, мазутное хозяйство, категория В - применение и хранение масел, узлы пересыпки угля); Г - наличие веществ, материалов в горячем, раскаленном, расплавленном состоянии - котельные, РУ с масляными выключателями, литейные, кузнечные; Д - наличием негорючих веществ в холодном состоянии (электроремонтные мастерские, щитовые); Е - взрывоопасные производства - наличие газов и взрывоопасной пыли, но в таком количестве, что возможен только взрыв без последующего горения (зарядные станции). Согласно СНиП 2-90-81 рассматриваемый участок принадлежит категории В.

Рабочие должны быть проинструктированы о действиях, которые они должны будут выполнить в случае возникновения чрезвычайной ситуации. В рабочем коллективе необходимо назначить ответственных за пожаробезопасность. На каждом участке должны быть оборудованы места для курения. На рабочих местах курить строго запрещается.

3.3.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

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

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

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

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

Вывод

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

1. От поражения электрическим током, произведён расчёт и конструирование контурного заземляющего устройства.
2. Для обеспечения допускаемых параметров микроклимата разработана вытяжная вентиляция и тепловая завеса.
3. Для снижения общей вибрации станки установлены на виброизолирующих опорах ОВ-31.
4. Для улучшения освещённости рабочих мест, произведён расчёт и установка светильников «Универсаль».

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

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

снижению показателей травматизма, а также благоприятствует повышению производительности труда.

Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работы был разработан технологический процесс изготовления фланца. Разработанный технологический процесс в значительной степени отличается от базового. С целью повышения эффективности производства применены следующие технические решения: - определили тип производства – крупносерийный с производственной программой выпуска 6000 шт. в год; - рассмотрели два варианта получения заготовки –литье в кокиль и в оболочковые формы. В качестве заготовки был принят вариант получения заготовки литьем в кокиль, - для уменьшения основного времени было применено более производительное оборудование, и инструменты. В конструкторской части было спроектировано специальное приспособление для сверлильных операций.

В разделе ФМРиР был выполнен расчет прямых и косвенных затрат за год, заработной платы работников предприятия с их социальными доходами. Кроме того, были проведены расчеты амортизации основных фондов, а также получены значения затрат на основные и вспомогательные материалы.

В разделе социальная ответственность были рассмотрены опасные и вредные факторы, возникающие в процессе изготовления изделия по разработанному технологическому процессу, влияющие на здоровье, самочувствие работающего и безопасность труда. Предложенные мероприятия позволяет снизить вредное воздействие на человека. В целом же можно сказать, что условия труда на рассматриваемом участке являются достаточно комфортными и безопасными, что способствует снижению показателей травматизма, а также благоприятствует повышению производительности труда.

Список использованных источников

- 1 Балабанов, А. Н. Краткий справочник технолога- машиностроителя. / – А. Н. Балабанов М.: Издательство стандартов, 1992. – 460 с.
- 2 Барановский, Ю. В. Режимы резания металлов. / – Ю. В. Барановский, М.: Машиностроение, 1972. – 407 с.
- 3 Горбачев, А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. / – А. Ф. Горбачев Минск: Высшая школа, 1975. – 287 с.
- 4 Гельфгат, Ю. И. Сборник задач и упражнений по технологии машиностроения. / – Ю. И. Гельфгат М: Высшая школа, 1986. – 271 с.
- 5 Вардашкин, Б. Н., Шатилов А. А. Станочные приспособления справочник в двух томах. / – Б. Н. Вардашкин, М: Машиностроение, 1984 – Т1. – 592 с. Т2. – 655 с.
6. Технология машиностроения: методические указания к содержанию и выполнению курсового проекта по курсу «Технология машиностроения» для студентов направления 150700 «Машиностроение» всех форм обучения. Юрга: Изд-во Юргинского технологического института, 2011. – 31с.
- 7 Кузнецов, Ю. И., Оснастка для станков с ЧПУ. / – Ю. И. Кузнецов, Маслов А. Р М: Машиностроение, 1983. – 360 с.
- 8 Косилова, А. Г., Справочник технолога- машиностроителя в двух томах. /– А. Г М.: Косилова, Мещеряков Р. К Машиностроение, 1985 – Т1. – 655 с., Т2. – 495 с.
- 9 Горошкин, А. К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник. Изд. 6-е./ – А. К. Горошкин, М.: Машиностроение, 1971. – 384 с.
- 10 Общемашиностроительные нормативы времени и режимов времени для нормирования работ, выполняемых на универсальных станках, многоцелевых и станках с ЧПУ. – М: Экономика, 1990. – 460 с.
- 11 Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. В 3-х частях. Часть 1. Токарные, сверлильные станки. – М.: Машиностроение, 1974. – 416 с.
- 12 Охрана труда в электроустановках: Учебник для вузов / Под. ред. Б.А. Князевского. – 3 -е изд. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 336 с.

13 Строительные нормы и правила СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. 1995; – 27 с.

14 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. – 20 с.

15 Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. – М.: Энергоатомиздат, 1994. – 400с.

16 ГОСТ 2590–88. Прокат стальной горячекатаный круглый. Сортамент – М.: Стандартиформ, 1988. – 4 с.

17 ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски.– М.: Стандартиформ, 1989. – 36 с

18 Симкина, Л.Г. Экономическая теория: Учебник для студентов вузов. - 2-е изд. /– Л.Г Симкина, СПб: Питер, 2010. - 382 с

19 Экономика и социология труда: Учебник для вузов / Под ред. А.Я. Кибанова. - М.: ИНФРА-М, 2010. - 584 с. - (Высшее образование)..

20 Кондраков, Н.П. Бухгалтерский (финансовый, управленческий) учет:/- Н.П. Кондраков учебник 2011 г.

21 Момот, М.В.Деньги. Кредит. Банки: Учебное пособие / М.В. Момот. - Томск: Изд-во ТПУ, 2010. - 123 с.

22 Каракеян, В.И. Экономика природопользования: Учебник для вузов / Каракеян В.И. - М.: Юрайт, 2011. - 576 с. - (Основы наук).

23 Финансы: Учебник для вузов / А.С. Нешиной, Я.М. Воскобойников. - 9-е изд., перер. и доп. - М.: «Дашков и К», 2010. - 525 с.

24 Минько, Э.В. Организация коммерческой деятельности промышленного предприятия [Текст]: Учебное пособие / Э.В.Минько, А.Э.Минько; под ред. А.В. Самойлова. - М. : Финансы и статистика, 2010. - 608 с.

25 Вахрушина, М.А. Управленческий анализ: Учебное пособие для вузов / М.А. Вахрушина. - 6-е изд., испр. - М. : Омега-Л, 2010. - 399 с. - (Высшее финансовое образование).

26 Экономика предприятия: Учебник / Семенов В.М., Баев И.А., Терехова С.А. и др. Под ред. В.М. Семенова. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Центр экономики и маркетинга, 2004.

27 Методические указания по выполнению экономической части выпускной квалифицированной работы для студентов механико-машиностроительного факультета. — Юрга: ИПЛ ЮТИ ТПУ, 2006. —24с

28 Система стандартов безопасности труда(ССБТ): ГОСТ 12.3.020- 80. Процессы перемещения грузов на предприятиях [Электронный ресурс] URL <http://docs.cntd.ru/document/1200000300>

29 Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах [Электронный ресурс] URL <https://base.garant.ru/4174553/>

30 Вибрация ГОСТ 17712-72. Правовой и нормативно-технический документ [Электронный ресурс] URL <http://docs.cntd.ru/document/464617545>

31 Строительные нормы и правила: СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение [Электронный ресурс] URL <http://docs.cntd.ru/document/871001026>

32 Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548-96 "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений [Электронный ресурс] URL <https://base.garant.ru/4173106/>

33 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда(ССБТ) [Электронный ресурс] URL <http://docs.cntd.ru/document/1200003608>

34 ГОСТ 12.3.025-80 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Обработка металлов резанием. Требования безопасности [Электронный ресурс] URL <http://docs.cntd.ru/document/1200008343>

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
						<u>Документация</u>			
					ФЮРА.А81024.005.000 СБ	Сборочный чертеж			
						<u>Сборочные единицы</u>			
Справ. №				1	ФЮРА.А81024.005.001 СБ	Плита	1		
							<u>Детали</u>		
			2	ФЮРА.А81024.005.002	Кран	1			
			3	ФЮРА.А81024.005.003	Палец	1			
				4	ФЮРА.А81024.005.004	Пневмоцилиндр	1		
				5	ФЮРА.А81024.005.005	Пружина	2		
				6	ФЮРА.А81024.005.006	Табличка	1		
				7	ФЮРА.А81024.005.007	Трубка	1		
				8	ФЮРА.А81024.005.008	Упор	1		
				9	ФЮРА.А81024.005.009	Шпилька	1		
				10	ФЮРА.А81024.005.010	Шпонка	2		
				11	ФЮРА.А81024.005.011	Шток	1		
						<u>Стандартные изделия</u>			
				12		Винт 4762-М3 x 10	2		
				13		Винт 4762-М4 x 10	4		
				14		Винт 4762-М10 x 16	3		
				15		Штифт ISO 2338-4 h8 x 12	1		
				16		Гайка 7003-0306 ГОСТ 8918-69	1		
					ФЮРА А81024.005.00				
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Приспособление Вертикально-сверлильный			
	Разраб.	Баратав							
	Проб.	Ласуков							
	Н.контр.								
	Утв.					Лит.	Лист	Листов	
						1	2		
						ЮТИ ТПУ гр.10А91			

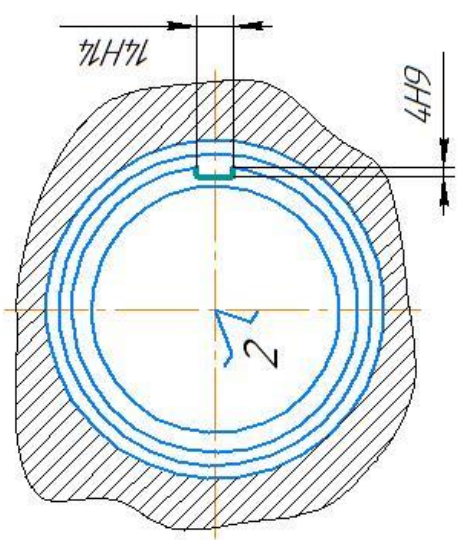
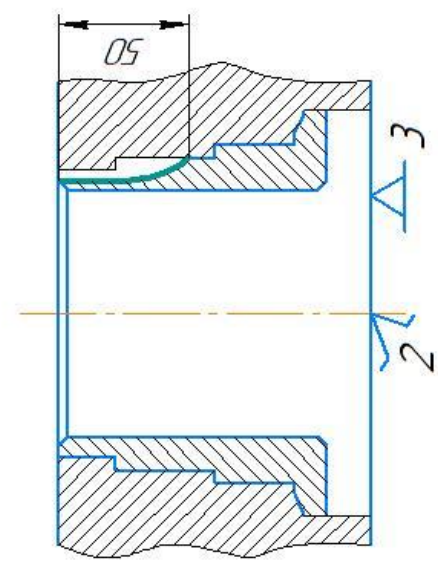
Копировал

Формат А4

[illegible]

										Гост 3.1118-82										Форма 1																				
Директор										Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата	Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата																					
Взам.																																								
Подп.																																								
Разработ	Барабаш																																							
Продвинул	Ласуков																																							
Н. контр.	Сарыкина																																							
М 01	3571 ГОСТ 977-88										ЮТИ ППУ										КС 437224134.00.0001										ФЮРА									
М 02	24										0.72										130x120x115										1 33.41									
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код наименования оборудования	Код наименования операции	КМ	Проф.	Р	УТ	КР	КМД	ЕН	ОП	Кшт.	Тшт.																								
Б																																								
А 03	005 Вертикально-фрезерная																														5.8									
Б 04	6560																																							
05																																								
А 06	015 Токарная																														208									
Б 07	16K25																																							
08																																								
А 09	020 Токарная																														5.83									
Б 10	1A286-8																																							
11																																								
А 12	025 Горизонтально-фрезерная																														117									
Б 13	6P83																																							
14																																								
А 15	035-040 Вертикально-сверлильная																														6.81									
Б 16	2C170																																							

Дизл.										Форма 3	
Взам.										Гост 3.14.18-82	
Подл.											
Разработ.		Бараташ									
Проектиров.		Лисуйко								ФЮРА А81024.00 GEHRING	
Н. контр.		Саврыкина								025	
										Фланец	
										КС4372.24.134.00.001	



КЭ