

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа – Инженерная школа новых производственных технологий
Направление подготовки – 15.03.01. Машиностроение
Отделение школы - Материаловедения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологического процесса изготовления детали "крышка" и оснастки для ее изготовления

УДК № 621.81-2:621.643.4.001.6

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л32	Суяров Акмал Аллабердиевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Лещинер Екатерина Георгиевна			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Старикова Екатерина Васильевна	к.ф.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Юрий Митрофанович	д.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01. Машиностроение	Ефременков Егор Алексеевич	к.т.н.		

Планируемые результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P2	Применять глубокие знания в области современных технологий машиностроительного производства для решения междисциплинарных инженерных задач
P3	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с созданием и обработкой материалов и изделий, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов машиностроения
P4	Разрабатывать технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование и инструменты для обработки материалов и изделий, конкурентоспособных на мировом рынке машиностроительного производства
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных технологий обработки материалов, нанотехнологий, создания новых материалов в сложных и неопределенных условиях
Универсальные компетенции	
P11	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение
 Отделение школы Материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Ефременков Е.А.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л32	Суярову Акмалу Аллабердиевичу

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления детали "крышка" и оснастки для ее изготовления	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	25.05.2018г №3780/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	-Чертеж детали; -Годовая программа выпуска.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	-Аналитический обзор научно-технической литературы; -Определение типа производства, форм и методов организации работ; -Анализ технологичности конструкции детали; -Выбор заготовки; -Разработка маршрута обработки детали; -Размерный анализ техпроцесса; -Выбор оборудования; -Расчет и назначение режимов обработки; -Нормирование технологического процесса; -Конструирование приспособления.
Перечень графического материала	-Чертеж детали; -Чертеж приспособления

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Технологический	Лещинер Екатерина Георгиевна
Конструктоский	Лещинер Екатерина Георгиевна
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Старикова Екатерина Васильевна
Социальная ответственность	Федорчук Юрий Митрофанович
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Лещинер Екатерина Георгиевна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л32	Суяров Акмал Аллабердиевич		

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа – Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки – 15.03.01. Машиностроение
 Отделение школы - Материаловедения

Форма представления работы:

Бакалаврской работы

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
 выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2018 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
21.03.2018 г.	Обзор научно-технической литературы	5
28.03.2018 г.	Определение типа производства ,составление маршрутной карты технологического процесса	6
17.04.2018 г.	Размерный анализ технологического процесса Расчет припусков и технологически размеров	7
28.04.2018 г.	Расчет режимов резания и нормирования операция технологического процесса	4
10.05.2018 г.	Конструирование станочного приспособления	6
20.05.2018 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	7
30.05.2018 г.	Социальная ответственность	7
2.06.2018 г.	Оформление работы	6

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Лещинер Екатерина Георгиевна			

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ефременков Егор Алексеевич	к.т.н.		

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л32	Суяров Акмал Аллабердиевич

Школа	Инженерная школа новых производственных технологий (ИШНПТ)	Кафедра	Отделение материаловедения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Машиностроения 15.03.01.

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклады участников проекта, нормы рабочего времени, ставки налоговых отчислений во внебюджетные фонды, районный коэффициент
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Определение назначения объекта и определение целевого рынка
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Планирование этапов работ, составление графика работ
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Оценка сравнительной эффективности проекта

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. График проведения и бюджет НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Старикова Екатерина Васильевна	к.ф.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л32	Суяров Акмал Аллабердиевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л32	Суяров Акмал Аллабердиевич

ШКОЛА	ИШНПТ	Отделение	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Машиностроение 15.03.01.

Разработка технологического процесса изготовления детали "крышка" и оснастки
для ее изготовления

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования и области его применения.	Разработка технологического процесса изготовления детали "Крышка" и оснастки для ее изготовления.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью; – предлагаемые средства защиты; 1.2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности: <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности; – термические опасности; – электробезопасность. 	Основными вредными факторами на рабочем месте являются: производственный шум, электромагнитное поле, несоответствие нормам микроклимата, освещенность, физические перегрузки, промышленная санитария. К числу опасных факторов следует отнести наличие - механические опасности (движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности заготовок, инструментов и оборудования); термические опасности (нагрев оборудования); электрический ток пожарной опасность
2. Экологическая безопасность: <ul style="list-style-type: none"> – защита от стружка; – анализ воздействия объекта СОЖ; – анализ воздействия объекта абразивные пыль; – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	В данном разделе рассматривается воздействие оборудования и материалов, находящихся в цехе на окружающую природную среду. Так же рассматриваются меры по обеспечению экологической безопасности и наличие отходов способы утилизации
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	Наиболее вероятные ЧС, которые могут возникнуть в цехе - это пожары. Предусмотрены мероприятия по обеспечению устойчивости работы производства. 1.Сильные морозы 2.Несанкционированное проникновение на территорию предприятия.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового 	Рассмотрены специальные правовые нормы трудового законодательства, мероприятия при компоновке рабочей зоны, приведен перечень НТД. Расчет освещение. План эвакуации

законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	План размещения светильников на потолке
---	---

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	26.02.18
---	----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Юрий Митрофанович	д.т.н.		26.02.18

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л32	Суяров Акмал Аллабердиевич		26.02.18

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 110 страниц, 11 рисунков, 23 таблиц, 29 источников.

В процессе разработки проводились: построение размерных схем, определение припусков, расчет режимов резания, расчет норм времени, конструирование оснастки, анализ полученных результатов.

В результате проектирования: были определены припуски, подобраны режимы резания и назначены нормы времени, а также сконструирована разжимная оправка для последующей механической обработки.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики:

Степень внедрения: технологический процесс изготовления детали типа «крышка», трудоемкий процесс, который требует достаточно много времени на разработку, но вполне возможен для реализации на производстве .

Область применения: технологический процесс изготовления детали типа крышка, будет представлять интерес перед производственными компаниями.

Экономическая эффективность/значимость работы: подобран оптимальный вариант для изготовления данной детали, удовлетворяющий всем требованиям

В будущем планируется: доработка технологического процесса, и запуск производства.

Ключевые слова: заготовки, установки, технология, допуски, инструмент. Объектом исследования является технологический процесс изготовления детали типа «крышка».

Цель дипломной работы: разработка технологического процесса изготовления детали «крышка» и оснастки для ее изготовления.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Ведение.....	13
1. Технологическая часть.....	15
1.1. Этапы разработки технологических процессов	15
1.2. Исходные данные для проектирования технологического процесса.....	16
1.3. Анализ чертежа детали.....	16
1.4. Анализ технологичности конструкций детали.....	17
1.5. Выбор заготовки.....	17
1.6. Структура технологического процесса.....	18
1.7. Выбор оборудования и технологической оснастки.....	22
1.8. Размерный анализ технологических процессов.....	29
1.8.1. Применение теорий графов в размерный расчётах.....	29
1.8.2. Последовательность построения графа технологических связей ТП.....	30
1.9. Расчёт припусков и технологических размеров.....	35
1.10. Расчёт режимов резания.....	48
1.11. Нормирование технологического процесса.....	52
2. Конструкторская часть.....	54
2.1. Описание конструкций и принципа действия специального приспособления.....	54
2.2. Расчёт сил зажима.....	56
2.3. Выбор привода занимающего устройства и расчёт его параметров.....	58
3. Финансовый менеджмент ресурсоэффективность и ресурсосбережение	60
3.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научного исследования с позиции ресурс эффективности и ресурсосбережения	60
3.1.1. Потенциальные потребители услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «крышка»	60
3.1.2. Определение качества технологического процесса изготовления детали «крышка» и его перспективности на рынке с помощью технологии QuaD.....	62
3.1.3. Комплексный анализ научно-исследовательского проекта по разработке технологического процесса изготовления детали «крышка» посредством SWOT-анализа.....	63
3.2. Планирование научно-исследовательской работы	66
3.2.1. Структура работы в рамках научного исследования	66
3.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ	67

3.2.3	Разработка графика проведения научного исследования	70
3.2.4	Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	73
3.2.5	Расчет материальных затрат НТИ	73
3.2.6	Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ.....	74
3.2.7	Основная заработная плата исполнителей темы	75
3.2.8	Дополнительная заработная плата исполнителей темы	79
3.2.9	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	79
3.2.10	Накладные расходы.....	80
3.2.11	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	80
3.3	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	81
4. Социальная ответственность		
4.1.	Описание рабочего место	85
4.2.	Анализ вредных факторов производственной среды	85
4.2.1.	Метеоусловия.....	86
4.2.2.	Вредные вещества.....	87
4.2.3.	Производственный шум.....	89
4.3.	Расчет освещение.....	90
4.3.1.	Электромагнитные поля.....	94
4.4.1.	Факторы пожарной и взрывной природы.....	98
4.4.2.	Охрана окружающей среды.....	100
4.4.3.	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	103
4.4.4	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	107
Список литературы		109

Аннотация

Темой выпускной квалификационной работы является ”Разработка методического обеспечения проектирования технологических процессов.

Цель работы – Разработка технологического процесса изготовления детали крышка и оснастки для ее изготовления. В соответствии с этим решаются следующие задачи:

- изучение общих вопросов проектирования;
- теоретический анализ.
- вопросы практической реализации автоматизированного проектирования .
- создание методического пособия по проектированию ТП типовой детали “Крышка передняя

При проектировании ТП было выполнено следующее: обоснован выбор заготовки, выбраны базы и схемы установки, разработана маршрутно-операционная технология, определены технологические допуски, припуски на операционные размеры, выбрано оборудование, приспособления и инструмент, рассчитаны режимы резания..

В заключительной части ВКР были рассмотрены вопросы производственной и экологической безопасности, произведен расчет освещенности, разработаны мероприятия по обеспечению безопасности жизнедеятельности.

Введение

Основными процессами в машиностроении являются механическая ,в минимальные сроки по подготовке этой продукции к выпуску. Если представить, что две конкурирующие фирмы одновременно решили выпускать одинаковое изделие, но первая из них затратила полгода на проектирование и производство первого образца, а у второй фирмы на это ушел год, то конечно же первая фирма будет находиться в более выгодном положении на рынке. Современная станкостроительная фирма считается конкурентоспособной, если время от идеи создания нового современного станка до выхода первого образца этого станка за ее ворота составляет не более 1,5 лет.

Третьей целью и задачей автоматизации технологической подготовки производства является повышение качества разрабатываемых технологических процессов. Эта необходимость объясняется следующими причинами.

Техническое перевооружение современного машиностроительного производства осуществляется в основном по двум направлениям:

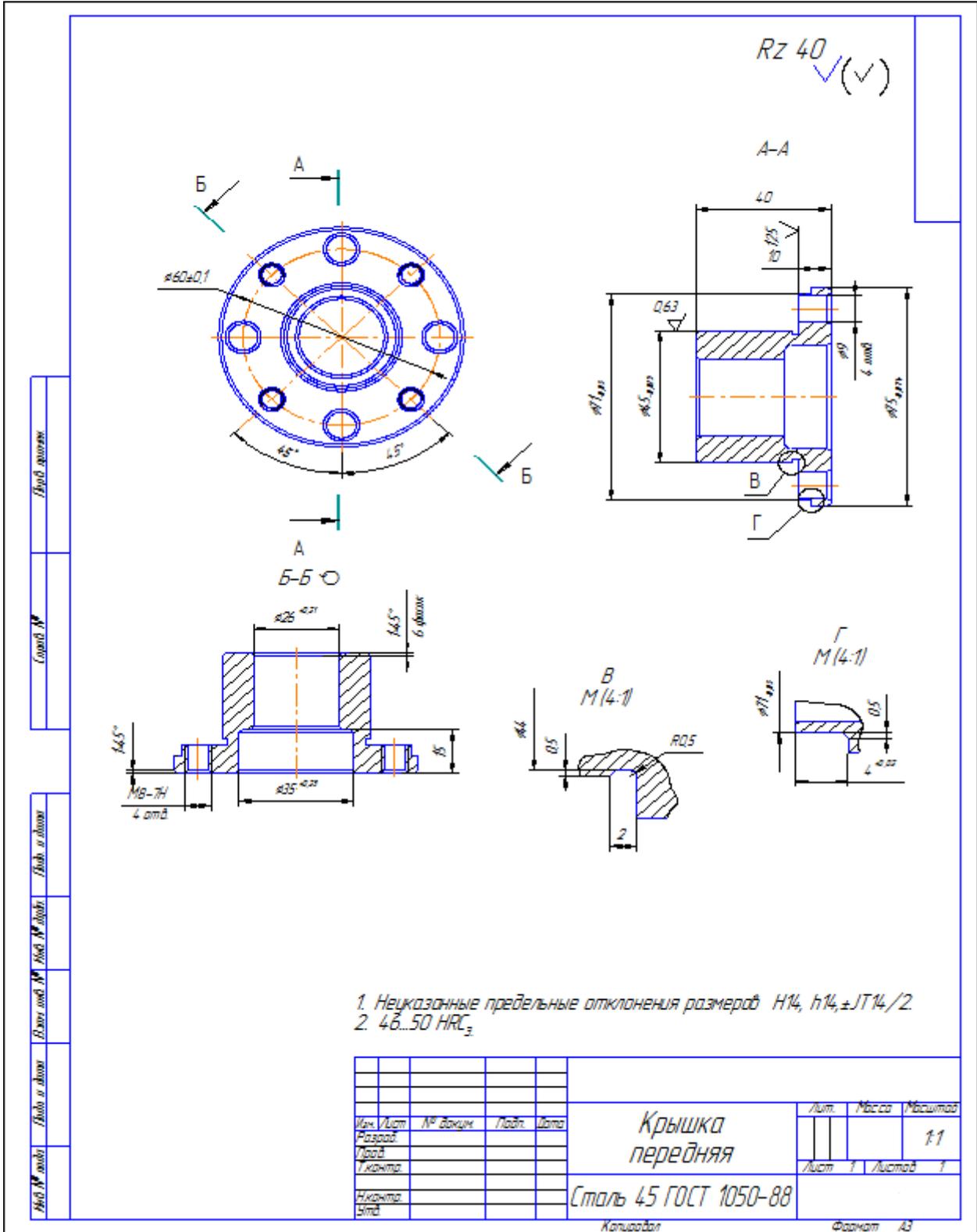
а) замена универсального оборудования с ручным управлением, обслуживаемого рабочим высокой квалификации, оборудованием с автоматическим циклом обработки. Переналадка такого оборудования осуществляется наладчиками по тщательно разработанным операционным и наладочным картам. Возможно многостаночное обслуживание такого оборудования. В связи с увеличением дефицита квалифицированных рабочих это направление достаточно перспективно, особенно в условиях средне – и крупносерийного производства.

б) внедрение станков с ЧПУ, обладающих гораздо большей степенью универсальности. Их переналадка занимает в десятки раз меньшее время, чем в первом случае. Но и здесь необходимо тщательно прорабатывать технологические процессы и затем составлять управляющие программы.

Необходимость тщательной проработки технологических решений в приведенных выше случаях объясняется тем, что указанное оборудование является дорогостоящим и использовать его нужно рационально.

Принцип накопления технологических знаний, реализованный во многих современных системах автоматизированного проектирования технологических процессов , позволяет разрабатывать качественные технологические процессы.

При ручном проектировании технолог сравнивает в уме ряд вариантов разрабатываемого технологического процесса (состав и содержание операций, варианты станков, инструментов и т.д.) и интуитивно выбирает лучшие на его взгляд решения. Подробного экономического обоснования не производится за неимением времени.



1. Технологическая часть

1.1. Этапы разработки технологических процессов

Ниже приведена последовательность проектирования технологических процессов (рис.2.), с учетом участия в этапах разработчика - Т и программы - П.

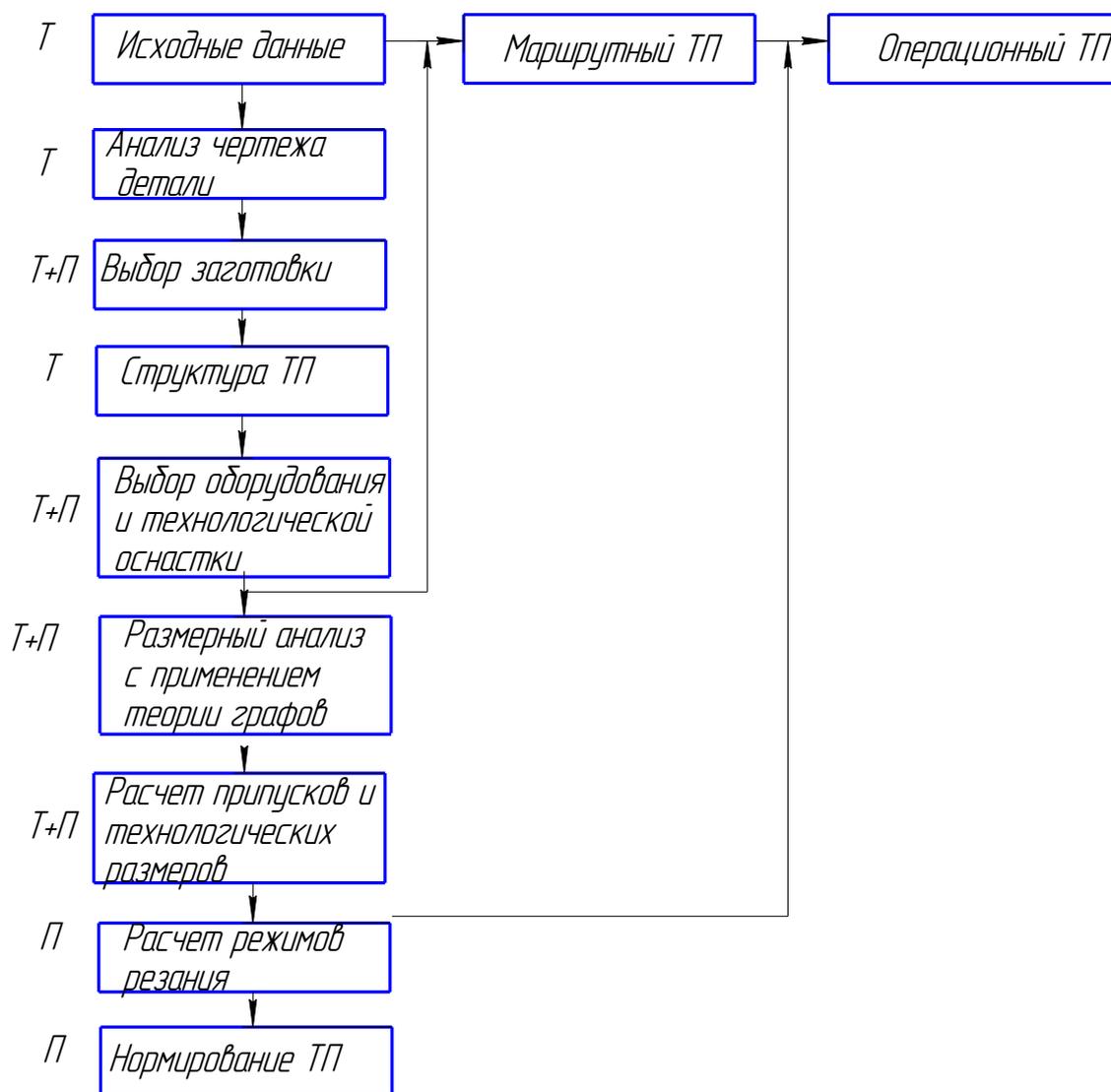


Рис.2. Последовательность проектирования технологических процессов.

Руководствуясь предложенной схемой, выполним работу технолога.

1.2. Исходные данные для проектирования технологического процесса

- 1) рабочий чертеж детали (представлен на рис.2.)
- 2) программа выпуска деталей $N = 500 \text{ шт./год}$
- 3) справочная и нормативная литература.

1.3. Анализ чертежа детали

Деталь – крышка передняя (приведен на рис.2.). Наружный контур состоит из одной ступени $\text{Ø}75_{(-0,074)}\text{—}\text{Ø}45_{(-0,025)}$ мм, однако имеется канавка под уплотнительное кольцо. Внутренний контур состоит, так же из одной ступени $\text{Ø}35^{(+0,25)}$ мм - $\text{Ø}26^{(+0,21)}$ мм. На торце детали имеются восемь сквозных отверстий: четыре резьбовых отверстия М8 и ещё четыре отверстия $\text{Ø}9$, расположенные на $\text{Ø}60(\pm 0,1)$ мм.

Материал детали: сталь 45 - это конструкционная сталь с содержанием углерода $C=0,45\%$, что говорит о прочности, пластичности и достаточной вязкости материала. Конструкционные стали применяют для изготовления различных деталей, частей машин, станков и других конструкций.

Деталь имеет габаритные размеры: длина – 40 мм, диаметр – $75_{(-0,074)}$ мм. Самые точные поверхности:

- посадочный диаметр : $\text{Ø}45\text{H}7_{(-0,025)}$ мм с шероховатостью Ra 0,63.
- посадочный диаметр под уплотнительное кольцо: $\text{Ø}71\text{H}7_{(-0,03)}$ мм, длина- $4\text{h}7^{(+0,02)}$ мм.

Остальные размеры выполняются по 14 качеству, неуказанная шероховатость Rz 40.

Деталь подвергается термообработке - закалка до $46\dots 50 \text{ HRC}_\text{Э}$.

Чертеж обрабатываемой детали имеет все необходимые сведения, дающие полное представление о детали, т.е. все проекции, разрезы и сечения. На чертеже указаны все размеры с необходимыми отклонениями, требуемая шероховатость обрабатываемых поверхностей. Указаны сведения о материале детали, термической обработке.

К недостаткам чертежа можно отнести неуказанную точность резьбы, а также отсутствие отклонений на угловые размеры.

1.4. Анализ технологичности конструкции детали

В процессе разработки конструкции детали конструктор придает ей не только необходимые свойства, выражающие полезность изделия, но и свойства, определяющие уровень затрат ресурсов на его создание, изготовление, техническое обслуживание и ремонт.

Совокупность свойств изделия, определяющих приспособленность его конструкции к достижению оптимальных затрат ресурсов при производстве и эксплуатации для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ, представляет собой *технологичность конструкции изделия*.

[8, с.269].

Анализируя технологичность данной детали, можно сказать, что:

- форма детали является правильной геометрической, деталь является телом вращения, деталь симметричная;
- имеются канавки для выхода шлифовального круга;
- значение шероховатостей поверхностей соответствует классам точности их размеров и методам обработки этих поверхностей;
- имеется свободный отвод и подвод режущего и мерительного инструмента к обрабатываемым поверхностям;
- конфигурация детали обеспечивает легкое удаление стружки;
- прутковая заготовка позволяет вести обработку в универсальном трехкулачковом самоцентрирующемся патроне.

Подводя итог вышесказанному, деталь в целом можно считать технологичной.

1.5. Выбор заготовки

На выбор заготовки влияют следующие показатели: назначение детали, материал, технические условия, объем выпуска и тип производства, тип и конструкция детали; размеры детали и оборудования, на котором они изготавливаются; экономичность изготовления заготовки, выбранной по предыдущим показателям.

Все эти показатели должны учитываться одновременно, так как они тесно связаны. Окончательное решение принимают на основании экономического расчета с учетом стоимости метода получения заготовки и механической обработки.[9,с.195]

Существуют три пути получения заготовки:

1. Грубая заготовка – конфигурация заготовки не повторяет конфигурацию детали, и только два, три размера заготовки близки к размерам детали. Сюда относятся заготовки – прокат различного профиля, штамповка свободной ковкой. Грубая заготовка характерна для малой программы выпуска, это единичное и мелкосерийное производство. Достоинством грубой заготовки является ее доступность и низкая стоимость, недостатком – большой расход материала и большой процент механической обработки.

2. Точная заготовка – повторяет почти полностью конфигурацию детали, и механически обрабатываются только самые точные размеры или те, которые нельзя получить в заготовке (мелкие отверстия, резьбы, пазы и т.д.). Методы получения точных заготовок – точное литье, листовая и профильная штамповка, объемная штамповка, профильный прокат, прессование. Достоинства данной заготовки: - небольшой расход материала, небольшой процент механической обработки, высокое качество и точность поверхностного слоя. Недостатком является необходимость использования дорогостоящего и высокопроизводительного оборудования для производства заготовок. Точная заготовка характерна для большой программы выпуска, применяемой в массовом и крупносерийном производстве.

3. Заготовка покупная – заказ точной заготовки на специализированном заводе. Достоинства данного метода – заготовка точная, стоимость заготовки дешевле, чем при освоении производства заготовок самостоятельно.

Выбор ресурсосберегающего технологического процесса требует оптимизации каждой операции по минимуму потребления материальных, трудовых, энергетических и других ресурсов при соблюдении всех требований, указанных в технической документации.

С учетом технологических свойств материала детали (материал детали Сталь 45 - обладает достаточной пластичностью), её габаритов и массы, требований к механическим свойствам (особых требований нет), а также типом производства (мелкосерийное) выбираем в качестве исходной заготовки – прокат.

Заготовка получается при помощи одной заготовительной операции - отрезки проката.

1.6. Структура технологического процесса

Качество детали обеспечивают постепенным ужесточением параметров точности и выполнением остальных технических требований на этапах превращения заготовки в готовую деталь. Точность и качество поверхностного слоя отдельных поверхностей формируют в результате последовательного применения нескольких методов обработки. [8, с.323]

Структура технологического процесса – это последовательность и количество операций, установов и переходов.

Факторы, влияющие на структуру технологического процесса :

- вид обработки(конфигурация детали);
- выбор и подготовка технологических баз;
- точность детали (точность размеров, точность формы, точность расположения поверхностей).
- шероховатость;
- программа выпуска;
- термообработка;
- покрытие;
- вид контроля.

Ряд операций обработки(или технологических переходов), необходимых для получения каждой поверхности, расположены в порядке повышения точности.

Приведем пример обработки поверхности вращения - диаметр $\phi 45H7_{(-0,025)}$. Точные поверхности деталей обрабатываются по следующей схеме (см таблицу .1.)

Таблица .1.

<i>Тех. процесс.1-го приближения</i>	<i>Тех. процесс. 2-го приближения</i>	<i>Тех. процесс 3-го приближения</i>
<i>Черновая обработка</i>	<i>Чистовая обработка</i>	<i>Отделочная обработка</i>
<i>IT_{черн.}=0,62</i>	<i>IT_{чист.}=0,25</i>	<i>IT_{отдел.}=0,025</i>
	$\xi = IT_{\text{черн.}} / IT_{\text{чист.}}$ $= 0,62 / 0,25 = 2,48$	$\xi = IT_{\text{чист.}} / IT_{\text{отдел.}}$ $= 0,25 / 0,025 = 10$
$\xi_{\Sigma} = IT_{\text{черн.}} / IT_{\text{дет.}}$ $= 0,62 / 0,025 \approx 24,8$	$\xi = \xi_{\text{черн.}} * \xi_{\text{чист.}} * \xi_{\text{отдел.}} = 2,48 * 10 \approx 24,8$	

Где ξ – уточнение, т.е. для получения поверхности $\phi 45H7_{(-0,025)}$ ее необходимо обработать несколько раз.

Число этапов обработки (предварительной, промежуточных, окончательной) зависит не только от точности размеров, но и от уровня относительной геометрической точности формы и расположения поверхностей.

Точность различных параметров получается различными методами на станках.

Точность размеров получается по методу неполной взаимозаменяемости (метод регулирования или метод компенсации(пробных стружек)).

Точность формы и расположения, получается по методу полной взаимозаменяемости и зависит только от точности оборудования.

Анализируя чертеж, можно заметить, что допуски формы и расположения поверхностей, т.е. допуски цилиндричности, круглости, плоскостности не заданы и, следовательно, в нашем случае точность детали (точность размеров) получается по методу неполной взаимозаменяемости.

Для получения необходимой шероховатости, качество поверхностного слоя, полученное на смежном предшествующем этапе обработки, должно находиться в

пределах, при которых можно применять намечаемый последующий метод обработки. Таким образом, очевидно, что шероховатость зависит от способа обработки, и для получения максимальной шероховатости, заданной конструктором на чертеже Ra 0.63 (под посадку в гильзу) – применяем шлифование.

В зависимости от программы выпуска, технологические процессы могут быть: интегрированные и дифференцированные.

1. Интегрированный технологический процесс – содержит небольшое количество операций, но они сложные, такие технологические процессы характерны для единичного и мелкосерийного производства, для станков нового поколения – обрабатывающие центры, станки с программным управлением и т.д.

2. Дифференцированный технологический процесс – содержит большое количество операций, многие из них простые, такие технологические процессы характерны для массового и крупносерийного производства.

Предлагаемый технологический процесс является интегрированным, исходя из программы выпуска -500шт./год.

На число этапов обработки может влиять и необходимость выполнения термической обработки, которая может вытекать не только из требований чертежа, но и из условий улучшения обрабатываемого материала.

Термическая обработка вызывает деформации заготовки в целом и коробление отдельных её поверхностей, поэтому для уменьшения их влияния на точность предусматривают дополнительные механические операции. Термообработка занимает место в технологическом процессе в зависимости от вида, например:

- закалка, а затем отпуск - перед абразивной обработкой;
- старение – после черновой обработки.

В нашем технологическом процессе термообработка предусмотрена -закалка до 46...50 HRC₃.

Контроль может быть по ходу технологического процесса или только в конце обработки. Выбираем контроль в конце технологического процесса и, соответственно, вводим контрольную операцию.

Перед обработкой заготовки на станках необходимо выполнить процедуру ее базирования и закрепления – установку заготовки.

Базирование – придание заготовке или изделию требуемого положения относительно выбранной системы координат.

База – поверхность или выполняющее ту же функцию сочетание поверхностей, ось, точка, принадлежащая заготовке или изделию и используемая для базирования.

Технологическая база – поверхность, от которой определяется положение заготовки или изделия в процессе обработки или ремонта.[9,с.53]

От правильного решения вопроса о технологических базах в значительной степени зависят точность взаимного расположения обрабатываемых поверхностей; точность размеров, которые должны быть получены; степень сложности и конструкция приспособлений; производительность обработки.[9,с.196].

Выбор схем установки неразрывно связан с маршрутом изготовления. При этом необходимо учитывать следующие обстоятельства:

- 1) возможность подвода режущего инструмента к поверхностям, подлежащим обработке, и желательно ко всем таким поверхностям;
- 2) удобство установки и снятия заготовки;
- 3) надежность и удобство ее закрепления в выбранных местах приложения сил закрепления;
- 4) исключение деформации изгиба заготовки от выбранной схемы её закрепления.

Технологические базы у простых и сложных деталей разные.

Искомую деталь будем обрабатывать так:

На первой операции в качестве технологической базы выбираем наружную цилиндрическую поверхность вращения с наибольшими габаритами $\Phi 78(\pm 0,37)$ – [размер прутка, согласно сортаменту] и необработанный торец прутка – это черновые базы, и обтачиваем поверхность $\Phi 47,1(\pm 0,31)$, которая в дальнейшем будет технологической базой, от черновой базы.

Остальные поверхности обрабатываем с установкой на различные последовательно сменяемые чистые базы. Маршрут строится по принципу обработки сначала грубых, а затем более точных поверхностей. Наиболее точные поверхности обрабатываются в последнюю очередь.

В конце маршрута выполняются и второстепенные операции (сверление малых отверстий, нарезание крепежной резьбы, снятие фасок, заусениц и т.д.).

На сверлильной операции базирование ведем по схеме: короткий цилиндр и плоскость .

Для получения данной детали используется следующий маршрутный технологический процесс:

- 005 Заготовительная
- 010 Токарная
- 015 Токарная черновая
- 020 Токарная чистовая
 - 025 Сверлильная
- 030 Термическая
- 035 Круглошлифовальная
 - 040 Контрольная

1.7. Выбор оборудования и технологической оснастки.

При выборе станков учитывают следующие факторы:

1. Вид обработки.
2. Точность.
3. Программа выпуска.
4. Габариты обрабатываемой детали и станка.
5. Возможность полного использования станка, как по времени, так и по мощности.
6. Реальная возможность приобретения станка.
7. Необходимость использования имеющихся станков.

Для данного технологического процесса выбираем станки, отличающиеся гибкостью и универсальностью формообразования поверхностей, большим диапазоном габаритов обрабатываемых поверхностей.

Одновременно с выбором станка надо установить вид станочного приспособления, необходимого для выполнения на данном станке намеченной операции.

Приспособление – устройство, которое служит для базирования и закрепления детали на станке.

Выбор приспособлений обусловлен следующими факторами:

1. Вид обработки.
2. Программа выпуска.
3. Возможность приобретения или изготовления.

В зависимости от программы выпуска и типа производства приспособления классифицируются на:

- а) универсальные – применяются в мелкосерийном и индивидуальном производстве, часто являются принадлежностью станка, например тиски, патроны, люнет и т.д.;
- б) универсально-сборочные – применяются в мелко- и среднесерийном производстве, приспособления собираются из набора нормализованных деталей и узлов, допускающих многократную перекомпоновку собираемых конструкций;
- в) специальные – для их использования наиболее благоприятно массовое производство, предназначены для выполнения определенных технологических операций и представляют собой приспособления одноцелевого использования.

[4, с.6]

Приспособления должны быть удобными для работы и быстродействующими, достаточно жесткими для обеспечения заданной точности, рациональными с точки зрения техники безопасности, удобными для установки на станок, простыми и дешевыми в изготовлении, доступными для ремонта и смены изношенных деталей.[4,с.7] ;

Для нашего технологического процесса выбираем универсальные приспособления, руководствуясь программой выпуска, кроме операций 020 и 035 (токарная и круглошлифовальная), для которых спроектируем специальные приспособления – оправка цанговая и специализированный переналаживаемый кондуктор. Проектируемые приспособления должны обеспечить: точную установку и надежное закрепление крышки, а также постоянное во времени положение заготовки относительно режущего инструмента, с целью получения необходимой точности размеров и их положений относительно других поверхностей заготовки; удобство установки, закрепления и снятия заготовки; При выборе станка и приспособления для каждой операции необходимо определить и режущий инструмент. Резание металла производится за счет относительного движения инструмента и детали, которое осуществляется на станках. Многообразие видов обработки (точение, растачивание, сверление, фрезерование, протягивание, шлифование и т.д.) породило еще большее разнообразие режущих инструментов. Кроме того различают нормализованный инструмент и специальный. Предпочтение отдается нормализованному инструменту, который изготавливается в соответствии с ГОСТами или нормами на специализированных заводах.

Специальный инструмент проектируется и изготавливается для обработки определенных поверхностей, которые невозможно или невыгодно обработать нормализованным инструментом, на заводе – изготовителе или по заказу.

При выборе режущего инструмента необходимо учитывать:

1. Материал обрабатываемой детали и его физическое состояние,
2. Материал режущей части инструмента,
3. Оптимальные геометрические параметры режущей части инструмента.
4. Оптимальное использование режимов резания.
5. Возможность приобретения инструмента

Материал обрабатываемой детали может быть легкообрабатываемым, вязким, твердым, со сливной стружкой или вообще не обрабатываемым .

Материал режущей части инструмента должен обладать следующими свойствами:

1. высокая твердость,
2. износостойкость,
3. красностойкость, (работоспособность при высоких температурах)
4. прочность.
5. обрабатываемость.

Группы инструментальных материалов.

1. **Углеродистые стали**, стали с большим содержанием углерода (У7А –У13А) Содержание углерода от 0.7 до 1.3% , высокая поверхностная твердость при мягкой сердцевине, работа при температуре 150 –200⁰С, допустимые скорости

резания $15-20 \frac{м}{мин}$, красностойкость 200-250⁰С. Применяются для слесарных инструментов

(топоры, стамески, напильники, метчики, развертки, ножовки, хирургические инструменты т.д.).

1. **Легированные стали**, содержащие легирующие элементы: хром, вольфрам, молибден, ванадий др. (низколегированные не выше 3% легирующих элементов, среднелегированные стали от 3 до 5.5 % легирующих элементов, высоколегированные свыше 5,5% легирующих элементов) 9ХС, Х6ВФ, 9ХВГ,

Х12, Х12Ф1, 9ХС, ХГС, ХВГ, Х12ТФ, скорость резания $V = 25 - 30 \frac{м}{мин}$

Состав химический для группы небольшой прокаливаемости:

Хром (0.2 – 0.7%)

Ванадий (0,15 – 0,3%)

Вольфрам (до 4%)

Состав химический для группы повышенной прокаливаемости:

Хром (0,8 – 1,7%) , марганец, кремний, вольфрам.

3. **Быстрорежущие стали** - работа при температуре 600 –650⁰С, твердость HRC 68-70, скорость резания в 2-4 раза больше чем у инструментов 1,2 групп, скорость

резания $V = 30 - 60 \frac{м}{мин}$.

Стали нормальной теплостойкости, ванадия не более 2% : Р9, Р18, Р6М5.

Р – быстрорежущая сталь, 6% вольфрама, 5% молибдена.

Стали повышенной теплостойкости, более высокое содержание ванадия и кобальт Р18Ф3, Р6М5Ф3, Р18К5Ф2, Р9К5, Р6М5К5, Р9М4К8 и др.

Безвольфрамовые стали 11 М5ФЮС с 1% алюминия.

4. **Твердые сплавы** – спеченные гетерогенные материалы из зерен тугоплавких соединений (карбидов, нитридов или боридов) и связки пластичного металла.

Работа при температуре 900 – 1000⁰С , твердость HRC80–92., $V = 100-300 \frac{м}{мин}$,

Вольфрамовые ВК3, ВК4, ВК6, ВК8, ВК10, ВК15.

Титановые Т5К10, Т5К12, Т14К8, Т15К6, Т14К8, Т30К4.

Титанотанталовые ТТ17К12, ТТ8К6, ТТ8К6, ТТ10К8, ТТ20К6.

Химический состав:

Т15К6 (15% - карбида титана, 6% - кобальта , остальное 79% - карбид вольфрама)

ВК8 (8% - кобальта , 92% - карбид вольфрама)

ТТ7К12 (7% - карбид титана и карбида тантала, 12% - кобальта, остальное карбид вольфрама 71%)

В1923 г в Германии был получен твердый сплав, в России в1929г.

5. Сверхтвердые материалы: алмазы натуральные и искусственные, нитрид бора, оксид алюминия Al_2O_3 , цирконид ZrO_3 , нитрид кремния ТСС.

Вспомогательный инструмент это устройства, на которые базируется и крепится режущий инструмент, он должен быть надежным, точным, быстросменным и безопасным.

В некоторых случаях необходимо использование вспомогательного инструмента.

Вспомогательный инструмент – устройство, в которое устанавливается и закрепляется режущий инструмент.

Качества, которыми должен обладать вспомогательный инструмент, следующие:

- а) быстроедействие;
- б) совершенство конструкции;
- в) прочность;
- г) безопасность.

Выбор вспомогательного инструмента обусловлен конструкцией станка и инструментом.

Также необходимо назначить измерительный инструмент, необходимый для определения размеров и других параметров точности.

На выбор измерительного инструмента влияют:

- 1.Измеряемый параметр.
- 2.Точность измеряемого параметра.
- 3.Метод измерения:
 - а) абсолютный – ШЦ, микрометр;
 - б) относительный – скоба, нутромер;
 - в) пассивный контроль или активный контроль;
- 4.Наличие или возможность приобретения.

Учитывая все вышеизложенные факторы, произведем выбор оборудования и технологической оснастки.

Итоги работы по данному этапу занесем в таблицу 2.

Таблица 2.

<i>№ опер.</i>	<i>Наименование оборудования</i>	<i>Приспособление</i>	<i>Режущий инструмент</i>	<i>Марка режущего инструмента</i>
1	2	3	4	5
0005	Отрезной круглопильный станок 8Г661	Патрон трехкулачковый 7100-0009 ГОСТ 2675-80	Фреза 2253-0044-Р6М5 ГОСТ 2679-73	
0010	Токарно-винторезный 16К20	Патрон трехкулачковый 7100-0035 ГОСТ 2675-80 Патрон сверлильный 2100-2069 ГОСТ 2661-85 пробка 8133-0926-Н14 ГОСТ 14810-69	Резец 2100-2069 ГОСТ 26611-85	Р6М5
			пластина 01331-160408 ГОСТ 19045-80 Т15К6	Р6М5
			Сверло Ш12 2301-0039 ГОСТ 10903-77.	Р18
			Сверло Ø25 2301-0087 ГОСТ 10903-77	Р18
015	16К20П	Патрон трехкулачковый 7100-0035 ГОСТ 2675-80	Резец 2100-2669 ГОСТ 26611-85	ВК6
			Резец расточной 2141-6132-08-3 ВК6М резец 2101-0643 ГОСТ 20872-80	Тв.спл.пластина 01331-160408 ГОСТ 19045-80-Т15К6
0020	Ошибка! 16К20П	Оправка цанговая	Резец 2101-0643 ГОСТ 20872-80	ВК6
			Резец расточной 2120-0525 ГОСТ 28978-91, резец 19062-80	Т15К6

1 1	2	3	4	5
0 3025	Сверлильная Вертикально- сверлильный 2А135	Кондуктор Патрон сверлильный 10-В16 ГОСТ8522 Оправка 6039-0009 ГОСТ. 2682-86 Втулка переходная 6100-0142 ГОСТ. 14953-80	Сверло Ø9 2301-0039 ГОСТ 10902- 77 Сверло Ø6,7 2301-0186 ГОСТ. 10902-77 Зенковка Ш16 2353-0133 ГОСТ. 14953-80 Метчик 2620- 2529ГОСТ852 2-79	Р6М5 Р6М5 Р6М5 Р6М5
0030	Термическая Печь Электро- Камерная СНЗ 6,12,4,/10	Бак закалочный		

0035	Круглошли- фовальная 3132	Оправка цанговая Карандаш алмазный 3908- 0059-2 ГОСТ 607-80.	Круг Ошибка! 600*50*305 22А 100-П СТ2 7 К35 м/с А 2 кл. ГОСТ2424-83	600*50*305 22А100-П СТ2 7 К 35м/с А 2кл. ГОСТ. 2424-83
------	---------------------------------	--	--	--

1 1	2	3	4	5
0040	<i>Контрольная</i>	<i>Стол контролера</i>		

1.8. Размерный анализ технологических процессов

1.8.1. Применение теории графов в размерных расчетах

Применение теории графов к исследованию геометрических структур, в частности, для размерных расчетов в технологии машиностроения было предложено доц. Мордвиновым Б.С. Конструирование изделий и проектирование технологических процессов их сборки и механической обработки, выявление геометрических связей, расчет и "увязка" размеров, допусков, припусков и технических условий является сложной и трудоемкой работой, связанной со сложными логическими построениями. Применение при проектировании методов теории графов дает широкие возможности для формализации расчетов и позволяет свести сложные логические построения к простым логико-математическим приемам.

Граф является абстрактным математическим понятием, он обладает определенными свойствами, изучение которых является предметом теории графов. Теория графов может применяться для математического описания множеств, встречающихся в природе:

1. множество перекрестков в плане города,
2. множество команд в футбольном состязании,

3. множество поверхностей, возникающих при сборке и при обработке детали, и т.д.

Граф — конфигурация, состоящая из множества точек и линий, соединяющих эти точки определенным образом. Несущественно являются ли эти линии прямыми или кривыми, длинными или короткими. Существенно только то, что каждая линия соединяет две данные точки.

Особым видом графов являются так называемые "деревья".

Деревом - называется связный граф, не имеющий циклов. Построение дерева воспроизводит процесс роста дерева. Многие нециклические процессы природы могут быть описаны деревьями. К нециклическим процессам относятся все необратимые процессы, в которых возникновение каждого элемента множества не может быть осуществлено дважды, т.е. к одному и тому же элементу нельзя подойти разными путями, если бы был такой путь, то был бы и цикл и тогда процесс был бы циклическим. Технологические процессы изготовления деталей и сборки изделия являются не циклическими и могут быть изображены граф-деревом.

1.8.2. Последовательность построения графа технологических связей ТП

1. Определение структуры технологического процесса (количество и последовательность операции, установов и переходов).
2. Определение технологических баз и технологических размеров.
3. Построение комплексной схемы обработки детали, которая включает все поверхности, возникающие в процессе обработки (поверхности заготовки, припуски и поверхности готовой детали).
4. Нумерация поверхностей на комплексной схеме по порядку номеров слева направо.
5. Построение граф-дерева технологических связей по ходу технологического процесса, начиная с размеров заготовки или базирующей поверхности на первой операции. Вершинами граф-дерева будут поверхности обрабатываемой детали, а ребрами - технологические размеры. Полученное граф-дерево не должно иметь циклов и разрывов(своеобразная проверка правильности простановки технологических размеров количественная)
6. Нанесение на граф-дерево конструкторских размеров и припусков другим видом линий (прерывистая, волнистая или другим цветом). Полученный граф является совокупностью технологических размерных цепей, в которых конструкторские размеры будут исходными звеньями, а припуски замыкающими.

7. Расчет технологических размерных цепей может быть автоматизирован. Рассчитываются технологические размеры по известным конструкторским размерам и предварительно рассчитанным припускам. Расчет удобнее проводить по средним размерам и проставлять их на технологических эскизах, предварительно округлив. Знаки звеньев в размерных цепях назначаются по правилу : если обход звена производится от меньшего номера к большему (положительное направление оси X) , то знак + , например $+A_{1,2}$, а если обход звена производится от меньшего номера к большему (отрицательное направление оси X) ,то знак - , например $-A_{2,1}$.

Если анализируется получение размеров в радиальном направлении или диаметров, то взаимосвязь между операциями производится по осям базирующих поверхностей и строится граф-дерево несоосности, в котором вершинами будут оси поверхностей вращения, а ребрами - расстояние между ними - несоосность. Цель размерного анализа состоит в оценке качества технологических процессов. При таком анализе проверяется будет ли обеспечена точность и качество поверхности детали, заданное на ее чертеже.

Руководствуясь изложенной выше последовательностью, для размерного анализа составим комплексную схему обработки детали (см. рис.3, рис.4.).

На комплексной схеме выявляются размерные цепи, в которые входят конструкторские размеры и технологические, при выполнении которых должны выдерживаться конструкторские размеры.

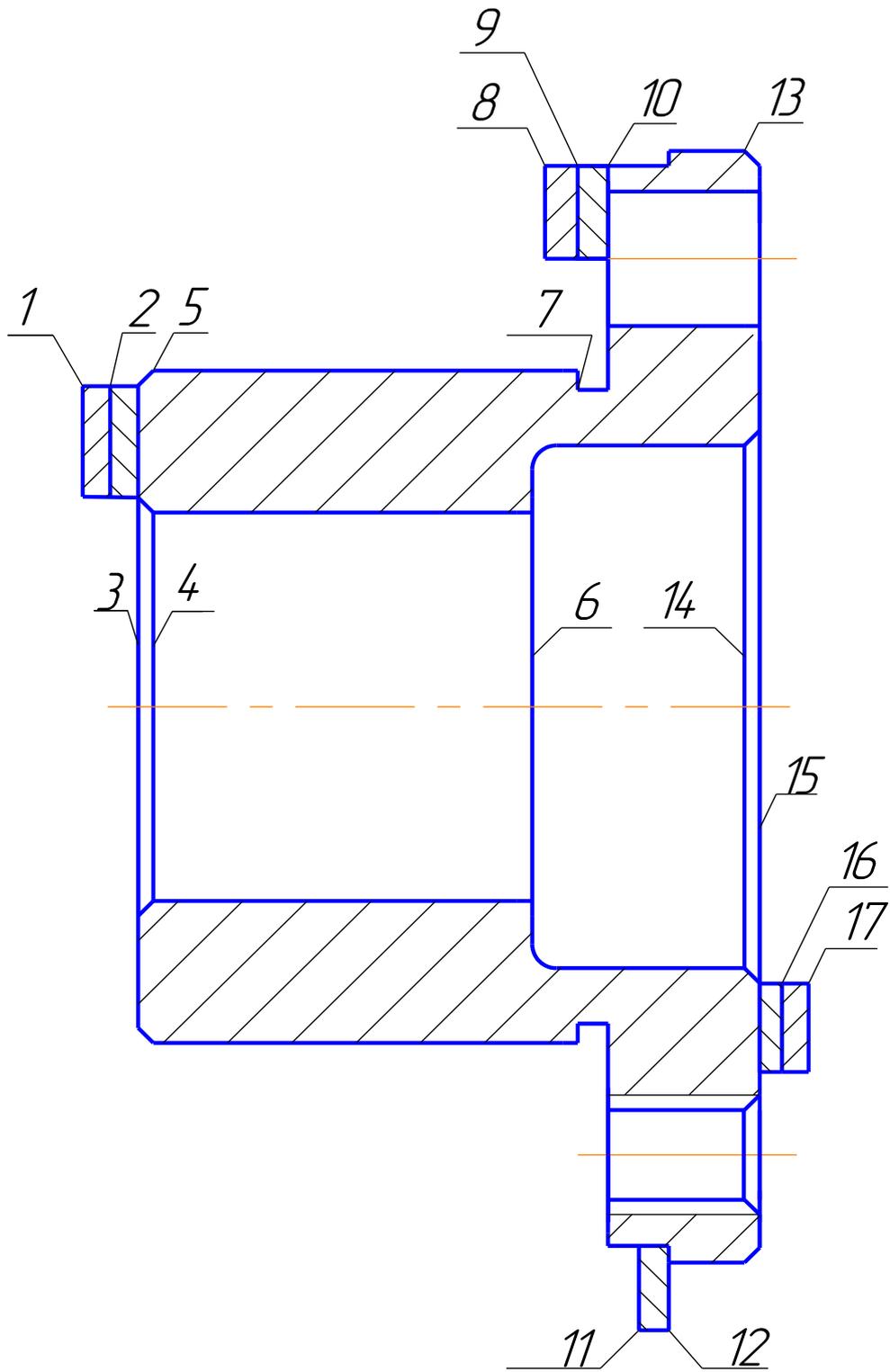


Рис.3. Комплексная схема в осевом направлении.

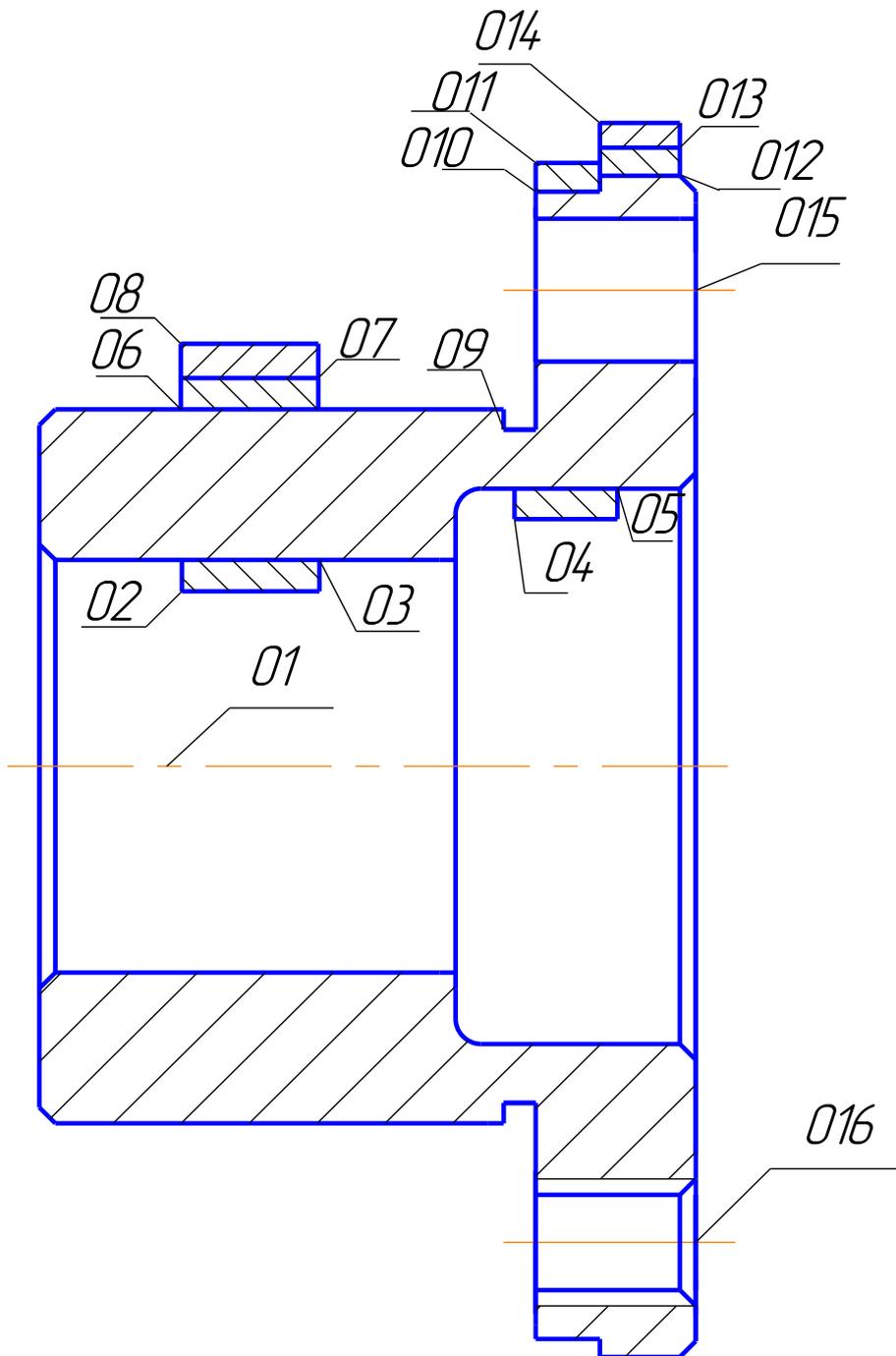


Рис.4. Комплексная схема в радиальном направлении.

Для наглядного изображения размерных цепей, построим граф в осевом направлении(рис.5.) и нанесем на него конструкторские размеры и припуски, построение ведем употребляя изложенную выше последовательность.

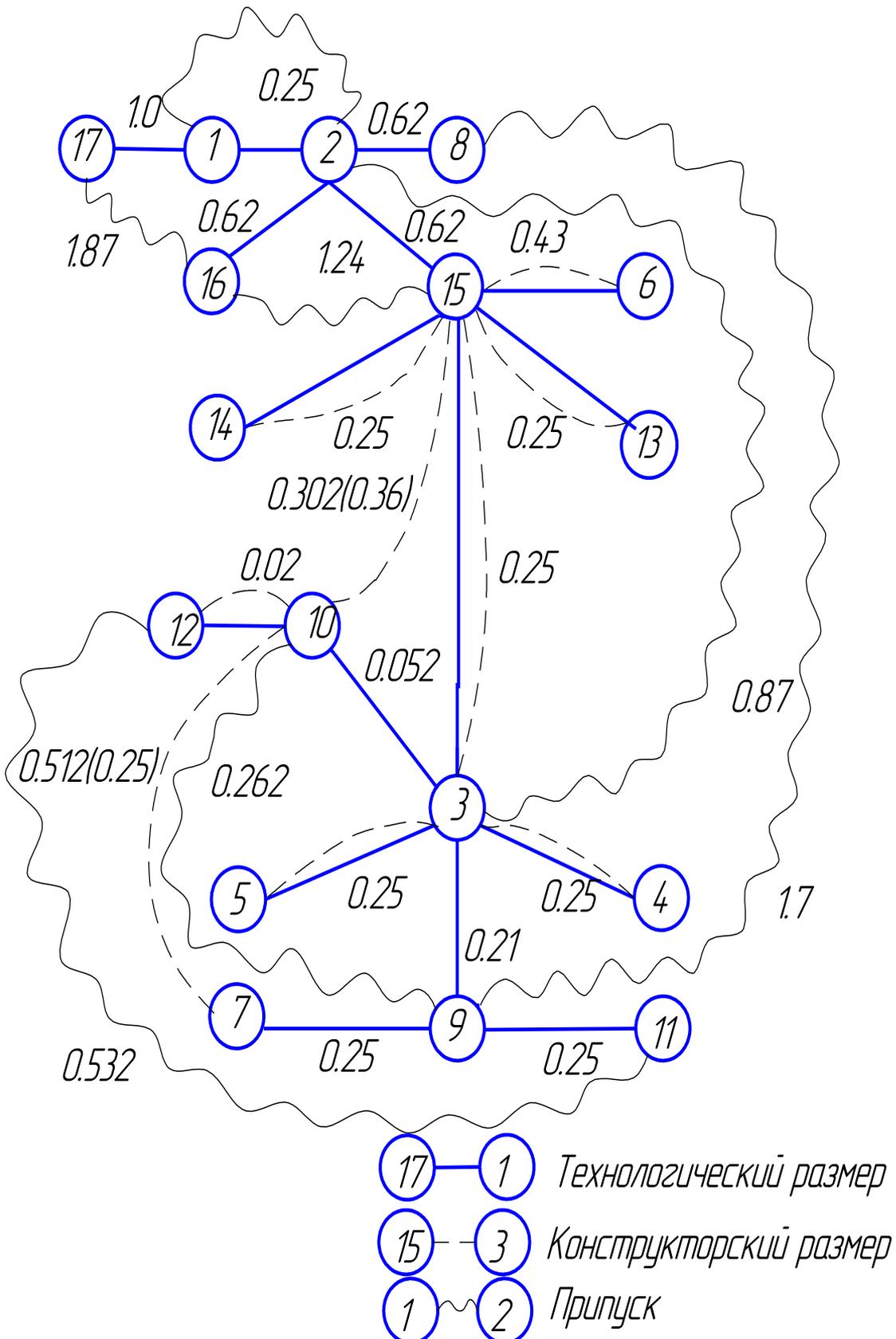


Рис.5. Граф в осевом направлении.

1.9. Расчет припусков и технологических размеров.

Припуск – слой металла, который необходимо удалить, чтобы получить большую точность и более качественную поверхность.

Припуск определяется тремя методами:

1. Опытный - статистический основан на использовании уже известных данных.
2. Расчетно-аналитический основан на анализе различных условий обработки.
3. Вероятностно - статистический является дальнейшим развитием расчетно-аналитического, но в основу исследования расчета припусков и размеров заготовок положен вероятностный подход.

В данной работе будем придерживаться расчетно-аналитического метода.

Определяем припуск по следующим формулам:

$$Z_{\min} = R_{Z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \xi_i^2}, \text{ мм} \quad (1)$$

$$Z_{\max} = Z_{\min} + JT_Z, \text{ мм} \quad (2)$$

$$Z_c = \frac{Z_{\max} + Z_{\min}}{2}, \text{ мм} \quad (3)$$

$$\Delta_Z = \frac{JT_Z}{2}, \text{ мм} \quad (4)$$

Где $R_{Z_{i-1}}$ - высота неровностей профиля (по десяти точкам) предшествующей обработки;

T_{i-1} - дефектный слой предшествующей обработки;

ρ_{i-1} - пространственное отклонение (погрешность расположения поверхности);

ξ_i - погрешность установки на данной операции;

Z_{\max}, Z_{\min}, Z_c - припуск максимальный, минимальный, средний;

JT_Z - допуск припуска;

Δ_Z - среднее отклонение поля допуска припуска.

Приведем пример расчета припуска, например, после подрезки торца черновой (Z_{2-3})

$$Z_{\min_{2-3}} = R_{Z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \xi_i^2} = 50 + 50 + \sqrt{150^2 + 250^2} = 391 \text{ мкм},$$

$$Z_{\max} = Z_{\min} + JT_Z = 0,391 + 0,87 = 1,262 \text{ мм},$$

$$Z_c = \frac{Z_{\max} + Z_{\min}}{2} = \frac{0,391 + 1,262}{2} = 0,826 \text{ мм},$$

<i>Индекс</i>	<i>Предельный размер, мм</i>	<i>Допуск, мм</i>	<i>Среднее отклонение, мм</i>	<i>Средний размер, мм</i>
---------------	------------------------------	-------------------	-------------------------------	---------------------------

$$\Delta_z = \frac{IT_z}{2} = \frac{0,87}{2} = 0,435 \text{ мм.}$$

<i>Индекс</i>	<i>Состояние поверхности</i>	<i>R_z, мкм</i>	<i>T, мкм</i>	<i>ρ, мкм</i>	<i>E, мкм</i>	<i>Z min мм</i>	<i>IT_z, мм</i>	<i>Z max, мм</i>	<i>Zc, мм</i>	<i>Δ_z, мм</i>
<i>Z₁₋₂</i>	<i>После отрезки</i>	<i>200</i>	<i>120</i>	<i>200</i>	<i>0</i>	<i>0,64</i>	<i>0,25</i>	<i>0,89</i>	<i>0,765</i>	<i>+0,125</i>
<i>Z₂₋₃</i>	<i>После черновой подрезки торца</i>	<i>50</i>	<i>50</i>	<i>150</i>	<i>0</i>	<i>0,391</i>	<i>0,87</i>	<i>1,262</i>	<i>0,826</i>	<i>+0,435</i>
<i>Z₈₋₉</i>	<i>После чернового точения</i>	<i>150</i>	<i>100</i>	<i>150</i>	<i>50</i>	<i>0,541</i>	<i>1,7</i>	<i>2,241</i>	<i>1,391</i>	<i>+0,85</i>
<i>Z₉₋₁₀</i>	<i>После чистового точения</i>	<i>25</i>	<i>30</i>	<i>50</i>	<i>0</i>	<i>0,105</i>	<i>0,262</i>	<i>0,367</i>	<i>0,236</i>	<i>+0,131</i>
<i>Z₁₇₋₁₆</i>	<i>После отрезки</i>	<i>200</i>	<i>120</i>	<i>200</i>	<i>0</i>	<i>0,526</i>	<i>1,87</i>	<i>2,396</i>	<i>1,461</i>	<i>+0,935</i>
<i>Z₁₆₋₁₅</i>	<i>После черновой подрезки торца</i>	<i>50</i>	<i>50</i>	<i>150</i>	<i>0</i>	<i>0,258</i>	<i>1,24</i>	<i>1,498</i>	<i>0,749</i>	<i>+0,62</i>
<i>Z₁₁₋₁₂</i>	<i>После чистого точения</i>	<i>25</i>	<i>30</i>	<i>50</i>	<i>0</i>	<i>0,105</i>	<i>0,532</i>	<i>0,637</i>	<i>0,371</i>	<i>+0,266</i>

При расчете припусков данные R_z, T, ρ, ξ , данные берем из справочной литературы [6], а допуск на припуск IT_z - из графа (приведен ниже). Остальные припуски рассчитываем по аналогии, результаты представим в виде таблицы 3.

Таблица 3.

K_{3-15}	$40_{-0,25}$	$0,25$	$-0,125$	$39,875$
K_{10-7}	$2^{+0,512}$	$0,512$	$+0,256$	$2,256$
K_{10-12}	$4^{+0,02}$	$0,02$	$+0,01$	$4,01$
K_{13-14}	$1\pm 0,125$	$0,25$	0	$1,0$
K_{15-14}	$1\pm 0,125$	$0,25$	0	$1,0$
K_{3-4}	$1\pm 0,125$	$0,25$	0	$1,0$
K_{3-5}	$1\pm 0,125$	$0,25$	0	$1,0$
K_{15-10}	$10_{-0,302}$	$0,302$	$-0,151$	$9,849$
K_{15-6}	$15^{0,43}$	$0,43$	$0,215$	$15,215$

Для расчета размерных цепей нам также необходимы средние значения конструкторских размеров. Расчет конструкторских размеров также сведем в таблицу 4.

Таблица 4.

Рассчитаем технологические размеры с помощью размерных цепей выявленных на графе.

Задачи, решаемые с помощью размерных цепей:

1. Установление геометрических и кинематических связей между размерами деталей, расчет номинальных значений, отклонений и допусков размеров звеньев.
2. Анализ правильности простановки размеров и отклонений на рабочих чертежах деталей.
3. Расчет межоперационных размеров, припусков и допусков, пересчет конструктивных размеров на технологические.
4. Обоснование последовательности технологических операций при изготовлении и сборке изделий.
5. Выбор измерительных и технологических баз деталей.

Основное уравнение размерной цепи.

Для проведения размерного анализа кроме размерной схемы составляется основное уравнение размерной цепи (вытекающее из условия замкнутости):

$$\xi A_{\Delta \text{ср}} + \sum^n \xi A_{\text{иср}} = 0$$

Основное уравнение расписывается на два уравнения:

уравнение номиналов: $\xi A_{\Delta n} + \sum^n \xi A_{in} = 0$

уравнение средних отклонений: $\xi \Delta_{\Delta} + \sum^n \xi \Delta_i = 0$

Уравнение допусков: $IT_{\Delta} = \sum |IT_i|$

Анализируя уравнения, можно заметить, что повышение точности замыкающего звена размерной цепи может быть достигнуто двумя путями:

1. Уменьшение допусков каждого из составляющих звеньев;
2. Сокращение числа звеньев в размерной цепи.

Размерные цепи используются для решения прямой и обратной задач, отличающихся последовательностью расчетов.

Прямая задача – когда по известному исходному звену определяются составляющие звенья.

Обратная задача – когда по известным составляющим звеньям определяется замыкающее звено.

Расчеты размерных цепей могут производиться двумя методами:

1. Метод «максимум - минимум», при котором рассчитывается допуск замыкающего звена по следующей формуле:

$$IT_{\Delta} = \sum |IT_i|$$

2. Вероятностным методом, при котором учитываются законы рассеяния размеров деталей и случайный характер их сочетания в сборке.

$$IT_{\Delta} = \sqrt{\sum k_i^2 IT_i^2},$$

K- коэффициент, учитывающий способ распределения погрешности; K=1.2, если способ распределения не известен, K=1.7 для несоосностей.

Решение размерной цепи заключается в достижении заданной точности ее замыкающего звена и обеспечения равенства двух частей уравнения размерной цепи. Это может быть осуществлено следующими методами:

1. Полной взаимозаменяемости.
2. Неполной взаимозаменяемости:
 - Группового подбора (селективная сборка);
 - Пригонки;
 - Регулирования.

При выборе метода достижения заданной точности замыкающего звена необходимо учитывать, что точность должна достигаться с наименьшими технологическими и эксплуатационными затратами.

Составляющими звеньями в технологических размерных цепях обычно являются технологические размеры. Технологические размеры могут совпадать с конструкторскими размерами. В таком случае говорят, что конструкторские размеры выдерживаются непосредственно.

При несовпадении технологического размера с конструкторским необходимо выявить размерную цепь, в которую входит рассматриваемый конструкторский

размер и технологические размеры, необходимые для его выполнения. В этом случае замыкающими звеньями в технологических размерных цепях являются конструкторские размеры, и припуски на обработку. Так как для конструкторского размера заданы номинальный размер и отклонения, то такие размеры являются исходными, т.е. исходя из них требуется рассчитать номинальные размеры и отклонения технологических размеров. Мы последовательно рассматриваем размерные цепи с одним неизвестным технологическим размером и рассчитываем номинальный размер и отклонения этого звена.

Прежде чем окончательно рассчитывать технологические размеры (определяются номинальный размер и отклонения) необходимо проверить возможность решения цепи при предварительно принятых технологических размерах: сумма допусков всех составляющих звеньев ($\sum IT_i$) должна быть меньше или равна допуску исходного (замыкающего) звена (IT_Δ):

$$\sum IT_i \leq IT_\Delta . \quad (5)$$

Удобно допуски на размеры проставлять на соответствующих ребрах составленного графа, что позволяет быстро и безошибочно выявить необходимую размерную цепь и проконтролировать увязку допусков.

Если условие (5) не выполняется, то необходимо уменьшить величины допусков всех составляющих звеньев (или нескольких, или, может быть, достаточно только одного звена), т.е. обрабатывать размеры с большей точностью или расширить допуск конструкторского размера. Если данная операция не дает желаемого результата, то дальнейшее ужесточение (уменьшение) допусков нецелесообразно, поскольку приведет к существенному повышению себестоимости изготовления детали. Если после снижения точности условие неравенства (5) выполняется, значит задачу по определению номинальных размеров и отклонений звеньев составляющих (технологических размеров) решить можно. В нашем случае конструкторские размеры выдерживаются, кроме размера канавки K_{10-7} , но поскольку данный размер не играет важной роли, после согласования с конструктором, принимаем решение снизить требования к точности исполнения данного размера.

Замыкающими звеньями будут припуски - они собирают погрешность.

Допуск припуска считаем как допуск замыкающего звена:

$$IT_z = \sum_{i=1}^n |IT_i| ,$$

Приведем пример расчета среднего технологического размера, из размерной цепи, полученной с помощью графа.

1. Составим уравнение номиналов:

$$\xi A_{\Delta n} + \sum^n \xi A_{i\text{н}} = 0 \quad (6)$$

$$-T_{15-2} + K_{3-15} + Z_{2-3} = 0$$

$$T_{15-2} = K_{3-15} + Z_{2-3}$$

$$T_{15-2} = 39,875 + 0,826 = 40,701 \text{ мм}$$

2. Составим уравнение средних отклонений:

$$\xi \Delta_{\Delta} + \sum^n \xi \Delta_i = 0 \quad (7)$$

$$- \Delta_{15-2} + \Delta_{3-15} + \Delta_{2-3} = 0$$

$$\Delta_{15-2} = \Delta_{3-15} + \Delta_{2-3}$$

$$\Delta_{15-2} = -0,125 + 0,435 = +0,31 \text{ мм}$$

3. Уравнение допусков:

$IT_{\Delta} = \sum |IT_i|$ - просчитано и представлено на графе

$IT_{15-2} = 0,62 \text{ мм}$ - принять по 14 качеству.

Предельный размер считается по формуле:

$$A_{\min, \max} = A_{\text{ном.}} + \Delta \pm IT/2 \quad (8), \quad \text{где}$$

$A_{\text{ном.}}$ - номинальный размер, мм;

Δ - среднее отклонение, мм;

IT - допуск на рассчитываемый размер, мм.

$$A_{\text{ном.}} = A_{\text{ср.}} - \Delta \quad (9), \quad \text{где}$$

$A_{\text{ср}}$ - средний размер, мм;

(Δ - см выше);

Тогда $A_{\text{ном.}} = 40,701 - (+0,31) = 40,391 \text{ мм}$,

и таким образом имеем:

$$T_{15-2} = 40,391 + (+0,31) \pm 0,62/2 = 40,391^{+0,62} \text{ мм.}$$

Аналогичным образом рассчитываем остальные технологические размеры, результаты расчетов технологических размеров представим в виде таблицы 5.

	<i>Уравнения размерных цепей</i>	<i>Средний размер, мм</i>	<i>Допуск мм</i>	<i>Среднее откл, мм</i>
1	2	3	4	5
T_{15-2}	$-T_{15-2} + K_{3-15} + Z_{2-3} = 0$ $T_{15-2} = K_{3-15} + Z_{2-3}$ $T_{15-2} = 39,875 + 0,826 = 40,701$ $\Delta_{15-2} = \Delta_{3-15} + \Delta_{2-3}$ $\Delta_{15-2} = -0,125 + 0,435 = +0,31 \text{ мм}$	40.701	0.62	+0.31
T_{2-16}	$T_{2-16} - Z_{16-15} - T_{15-2} = 0$ $T_{2-16} = Z_{16-15} + T_{15-2}$ $T_{2-16} = 0,749 + 40,701 = 41,45$ $\Delta_{2-16} = \Delta_{16-15} + \Delta_{15-2}$ $\Delta_{2-16} = +0,62 + 0,31 = +0,93$	41,45	0,62	+0,93

T_{17-1}	$-T_{17-1} + Z_{1-2} + T_{2-16} + Z_{16-17} = 0$ $T_{17-1} = Z_{1-2} + T_{2-16} + Z_{16-17}$ $T_{17-1} = 0.765 + 4.145 + 1.461 = 4$ $\Delta_{17-1} = \Delta_{1-2} + \Delta_{2-16} + \Delta_{16-17}$ $\Delta_{17-1} = +0.125 + 0.93 + 0.935 = +1.99$	43.676	10	$+1.99$
------------	---	----------	------	---------

1	2	3	4	5
T_{3-10}	$T_{3-10} + K_{10-15} - K_{15-3} = 0$ $T_{3-10} = -K_{10-15} + K_{15-3}$ $T_{3-10} = -9,849 + 39,875 = 30,026$ $\Delta_{3-10} = -\Delta_{10-15} + \Delta_{15-3}$ $\Delta_{3-10} = -(-0,151) + (-0,125) = +0,026$	30,026	0,302	+0,026
T_{3-9}	$T_{3-9} + Z_{9-10} - T_{10-3} = 0$ $T_{3-9} = -Z_{9-10} + T_{10-3}$ $T_{3-9} = -0,236 + 30,026 = 29,79$ $\Delta_{3-9} = -\Delta_{9-10} + \Delta_{10-3}$ $\Delta_{3-9} = -(-0,131) + 0,026 = -0,105$	29,79	0,21	-0,105
T_{9-7}	$-T_{9-7} + K_{7-10} - T_{10-3} + T_{3-9} = 0$ $T_{9-7} = K_{7-10} - T_{10-3} + T_{3-9}$ $T_{9-7} = 2,265 - 30,026 + 29,79 = 2,02$ $\Delta_{9-7} = \Delta_{7-10} - \Delta_{10-3} + \Delta_{3-9}$ $\Delta_{9-7} = +0,256 - (+0,026) - 0,105 = +0,125$	2,02	0,25	+0,125

Продолжение табл.5.

1	2	3	4	5
T_{9-11}	$T_{9-11} + Z_{11-12} - K_{12-10} - T_{10-3} + T_{3-9} = 0$ $T_{9-11} = -Z_{11-12} + K_{12-10} + T_{10-3} - T_{3-9}$ $T_{9-11} = -0,371 + 4,01 + 30,026 - 29,79 = 3,875$ $\Delta_{9-11} = -\Delta_{11-12} + \Delta_{12-10} + \Delta_{10-3} - \Delta_{3-9}$ $\Delta_{9-11} = -0,266 + 0,01 + 0,026 - (-0,105) = -0,125$	3,875	0,25	-0,125
T_{8-2}	$-T_{8-2} + T_{2-15} - K_{15-3} + T_{3-9} = 0$ $T_{8-2} = T_{2-15} - K_{15-3} + T_{3-9}$ $T_{8-2} = 40,701 - 39,875 + 29,79 = 30,616$ $\Delta_{8-2} = \Delta_{2-15} - \Delta_{15-3} + \Delta_{3-9}$ $\Delta_{8-2} = 0,31 - (-0,125) - (-0,105) = +0,54$	30,616	0,62	+0,54

В направлении диаметры по ходу технологического процесса между собой не связаны, т.к. диаметры получаются по размерной цепи станка.

А связанными по технологическому процессу будут оси поверхностей вращения через оси шпинделей соответствующего станка. Поэтому в радиальном направлении строится граф-дерево несоосности, в котором вершинами будут оси поверхностей вращения, а ребрами - расстояние между ними - несоосность.

На это граф-дерево наносятся конструкторские несоосности и припуски, получатся циклы, которые будут размерными цепями несоосности, в которых конструкторские несоосности-исходные звенья, несоосность припусков-замыкающие звенья, а технологическая несоосность составляющие звенья.

Граф в радиальном направлении представлен на рис. 6.

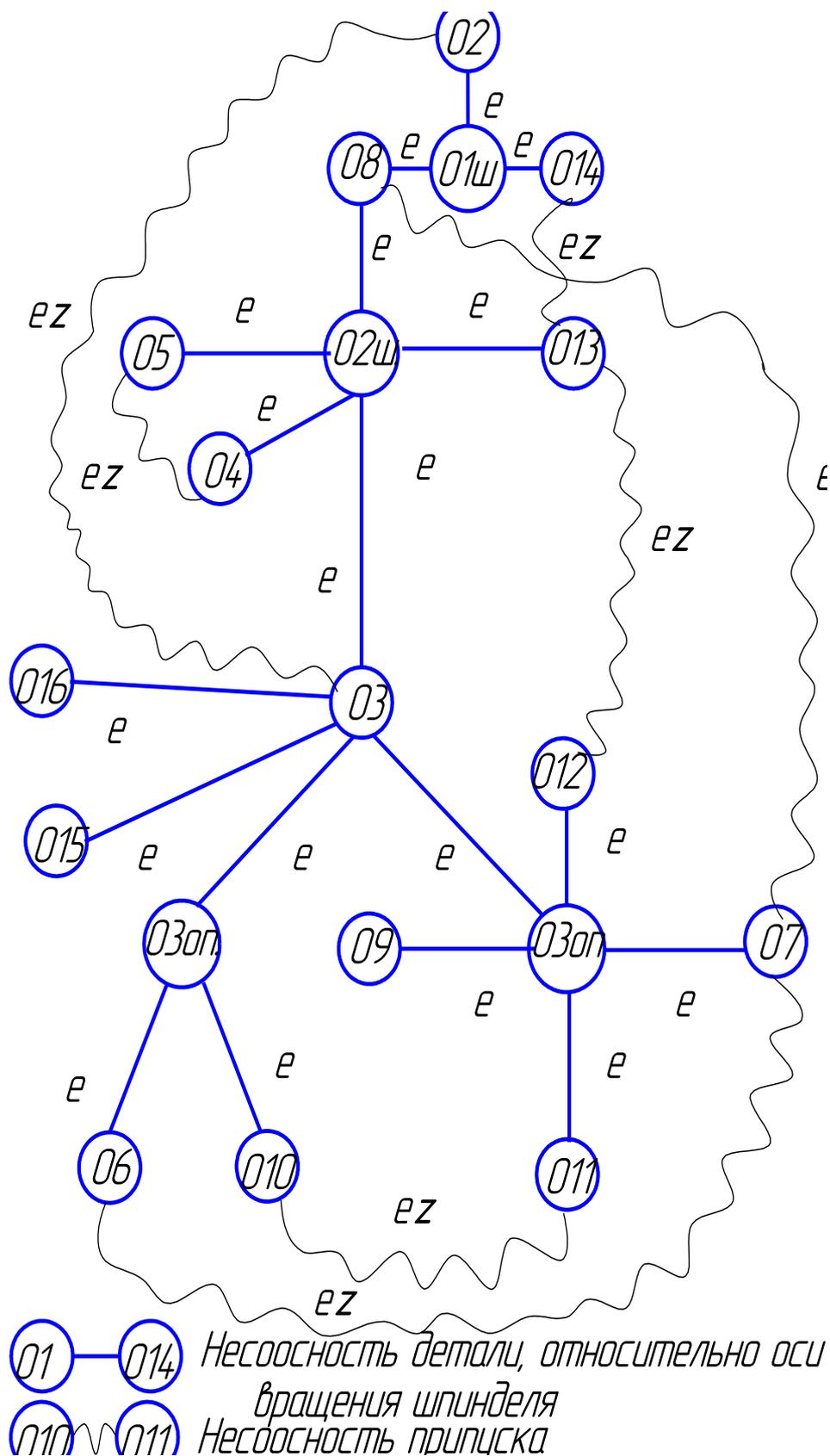


Рис.6. Граф в радиальном направлении.

Расчет диаметров производится по трехзвенной цепочке и начинается расчет с конструкторского диаметра. Нам известны: конструкторский размер, минимальный припуск и допуск промежуточного технологического размера.

Допуск припуска считаем как допуск замыкающего звена. $IT_z = \sum |IT_i|$.

Допуск на припуск всегда проставляем со знаком плюс. Затем просчитываем среднее отклонение и средний размер. Технологический диаметр получаем суммированием среднего размера конструкторского диаметра и двойного среднего припуска. Предельные диаметры просчитываем после расчета среднего отклонения, который просчитывается по тому же уравнению, что и средний диаметр.

Расчет припусков сводим в таблицу 6., припуски считаем по формулам изложенным выше.

Таблица 6.

Индекс	Состояние поверхности	R_z мкм	T , мкм	ρ , мкм	E , мкм	Z min мм	IT_z мм	Z max мм	Z_c , мм	Δ_z мм
Zo2-o3	После чернового растачивания	80	100	100	20	0,281	0,294	0,575	0,428	+0,147
Zo4-o5	После чернового растачивания	80	100	100	20	0,281	0,87	1,151	0,716	+0,435
Zo7-o6	После чистового точения	25	30	60	10	0,115	0,275	0,39	0,252	+0,195
Zo8-o7	После чернового точения	150	100	100	20	0,351	0,87	1,221	0,786	+0,435
Zo13-o12	После чернового точения	150	100	100	20	0,351	0,814	1,165	0,758	+0,407
Zo14-o13	После проката	200	300	57	400	0,904	1,48	2,384	1,644	+0,74
Zo11-o10	После чистового точения	25	30	60	10	0,115	0,77	0,885	0,5	+0,385

Приведем пример расчёта диаметра D_{07} . Нам известны:

- конструкторский размер $D_{06}=45_{-0,025}$,
- минимальный припуск (см. таблицу 6.) и
- допуск промежуточного размера D_{07} (берем по 12 качеству).

Допуск припуска считаем как допуск замыкающего звена. Допуск на припуск всегда проставляем со знаком плюс. Таким образом, получаем

$$Z_{07-06}=0,115^{+0,275}$$

Затем просчитываем среднее отклонение и средний размер. Технологический диаметр получаем суммированием среднего размера конструкторского диаметра и двойного среднего припуска, получаем:

$$D_{07} = D_{06} + (0,115 + 0,1375) * 2 = 45,4925 \text{ мм.}$$

Дальше действуем по аналогии, считаем допуск припуска

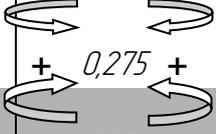
$$Z_{08-07} = 0,351^{+0,87},$$

Просчитываем среднее отклонение и средний размер, получаем технологический размер суммированием:

$$D_{08} = D_{07} + (0,351 + 0,435) * 2 = 47,0645 \text{ мм.}$$

Остальные размеры рассчитываем аналогично, расчет диаметральных размеров сводим в таблицу 7

Таблица 7.

Обозначение	Предельный диаметр	Допуск, мм	Среднее откл, мм	Средний размер	Расчет ср. р-ра	Размер в расчет
D_{06}	$45_{-0,025}$	0,025	-0,0125	44,9875	44,9875	$45(\pm 0,0125)$
Z_{06-07}	$0,115^{+0,275}$		+0,1375	$(0,115 + 0,1375) * 2$	0,505	
D_{07}	$45,2735_{-0,25}^{+0,25}$	0,25	+0,125	45,4925	45,4925	$45,5(\pm 0,125)$
Z_{08-07}	$0,351^{+0,87}$	0,87	+0,435	$(0,351 + 0,435) * 2$	1,572	
D_{08}	$46,5045_{-0,87}^{+0,25}$	0,62	+0,56	47,0645	47,0645	$47,1(\pm 0,31)$
D_{012}	$75_{-0,074}$	0,074	-0,037	74,963	74,963	
Z_{013-02}	$0,351^{+0,814}$	0,814	+0,407	$(0,407 + 0,351) * 2$	1,516	
D_{013}	$76,109_{-0,74}^{+0,74}$	0,74	+0,37	76,479	76,479	$76,5(\pm 0,37)$
$Z_{014-013}$	$0,904^{+1,48}$	1,48	+0,74	$(0,904 + 0,74) * 2$	3,288	
D_{014}	$78,657_{-0,74}^{+1,48}$	0,74	+1,11	79,767	79,767	$79,8(\pm 0,37)$
D_{03}	$26^{+0,21}$	0,21	+0,105	26,105	26,105	
Z_{03-02}	$0,281^{+0,294}$	0,73	-0,365	$(0,281 + 0,365) * 2$	1,292	
D_{02}	$25,073_{-0,52}$	0,52	-0,26	24,813	24,813	$24,8(\pm 0,26)$
D_{05}	$35^{+0,25}$	0,25	+0,125	35,125	35,125	

Z_{05-04}	$0,281^{+0,87}$	0,87	+0,435	$(0,281+0,435)*2$	1,432	
D_{04}	$34,003_{-0,62}$	0,62	-0,31	33,693	33,693	$33,7(\pm 0,31)$
D_{010}	$71_{-0,03}$	0,03	-0,015	70,985	70,985	
$Z_{011-010}$	$0,115^{+0,77}$	0,77	+0,385	$0,5*2$	1,0	
D_{011}	$71,615^{+0,74}$	0,74	+0,37	71,985	71,985	$72(\pm 0,37)$

1.10. Расчет режимов резания

В нашем случае режимы резания просчитываются программой в которой расчет ведется по формулам изложенным в справочнике технолога - машиностроителя под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, поэтому приведем несколько примеров расчета режимов резания, пользуясь методикой изложенной в другом источнике .

При назначении элементов режимов резания учитывают характер обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип и состояние оборудования.[7 ,с.261]

Элементы режима резания для обычно устанавливают в порядке, указанном ниже. Глубина резания t : при черновой обработке назначают по возможности максимальную t , равную всему припуску на обработку или большей части его $t=z$; при чистовой обработке – в зависимости от требований точности размеров и шероховатости обработанной поверхности.

Подача s : при черновой обработке выбирают максимально возможную подачу, исходя из жесткости и прочности системы, мощности привода станка, прочности твердосплавной пластинки и других ограничивающих факторов; при чистовой обработке - в зависимости от требуемой степени точности и шероховатости обработанной поверхности.

Скорость резания- зависит от выбранной глубины резания, подачи, качества и марки обрабатываемого материала, геометрических параметров режущей части и ряда других факторов.

Сила резания. Под силой резания обычно подразумевают ее главную составляющую P_z , определяющую расходуемую на резание мощность N и крутящий момент на шпинделе станка.

Мощность резания определяется по формуле:

$$N = \frac{P_z * v}{102 * 60} \quad (10).$$

Рассчитаем режимы резания для токарной и сверлильной операций.
Предлагается для расчета режимов на токарных станках воспользоваться рекомендациями по расчету режимов резания, изложенными в Карте Т-1 [5, с. 13]

1. Назначаем глубину резания t .

2. Назначение подачи суппорта на оборот шпинделя S_o в мм/об.:

- а) определение рекомендуемой подачи по нормативам,
- б) уточнение подачи по паспорту станка.

3. Определение стойкости инструмента по нормативам T_p в мин.

4. Расчет скорости резания V в м/мин. и числа оборотов n в минуту.

- а) определение рекомендуемой скорости резания по нормативам,
- б) расчет рекомендуемого числа оборотов шпинделя станка:

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * d} \quad (11) \quad , \text{где}$$

V – скорость, м/мин.;

d – диаметр обрабатываемой поверхности, мм.

в) уточнение числа оборотов шпинделя по паспорту станка;

г) уточнение скорости резания по принятому числу оборотов шпинделя:

$$v = \frac{\pi * d * n}{1000} \quad (12)$$

Рассчитаем режимы для токарной - револьверной операции:

Первый переход (подрезка торца начерно), ВК6, (Сталь 45)

Поскольку операция, для которой мы рассчитываем режим резания является черновой, примем:

1. $t = z = 0,77 \text{ мм}$

2. Определение подачи

по нормативам $S = 0,15 \text{ мм/об.}$, но с учетом подач станка $S = 0,1 \text{ мм/об.}$

3. $T = 175 \text{ мин.}$ [5, с.26]

4. Расчет скорости резания V в м/мин

$V_{\text{табл.}} = 122 \text{ м/мин.}$

$V = V_{\text{табл.}} * K_1 * K_2 * K_3, \quad (13) \quad \text{где}$

K_1 – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

K_2 – коэффициент, зависящий от стойкости и марки твердого сплава;

K_3 – коэффициент, зависящий от вида обработки.

$K_1 = 0,9$ [5, с.32]

$K_2 = 0,9$ [5, с.33]

$K_3 = 1,2$ [5, с.33], тогда

$V = 122 * 0,9 * 0,95 * 1,2 = 125,17 \text{ м/мин.}$

Рассчитаем рекомендуемое число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * d} = \frac{1000 * 125,17}{3,14 * 78} = 511 \text{ об/мин.}$$

С учетом существующих подач станка ,принимаем $n = 630 \text{ об./мин.}$

Уточняем скорость резания по принятому числу оборотов шпинделя:

$$v = \frac{\pi * d * n}{1000} = \frac{3,14 * 78 * 630}{1000} = 154,2 \text{ м/мин.}$$

Определим силу резания P_z :

$$P_z = P_{z \text{ табл.}} * K_1 * K_2, \text{ (14), где}$$

K_1 - коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

K_2 - коэффициент, зависящий от скорости резания и переднего угла при точении сталей твердосплавным инструментом.

$$P_{z \text{ табл.}} = 36 \text{ кГ [5,с.35]}$$

$$K_1 = 0,85 [5,с.36]$$

$$K_2 = 1,0 [5,с.36]$$

$$P_z = 36 * 0,85 * 1,0 = 30,6 \text{ кГ.}$$

Определим мощность резания по формуле (10)

$$N = \frac{P_z * v}{102 * 60} = \frac{30,6 * 154,2}{6120} = 0,771 \text{ кВт}$$

Мощность электродвигателя главного привода станка 1341 – 4,0 кВт, она является достаточной для выполнения данной операции.

Рассчитаем режимы резания для сверлильной операции - сверление отверстий $\varnothing 12 \text{ мм}$, Р6М5,(Сталь 45)

При сверлении глубина резания $t=0,5D$.

Тогда для сверления отверстия $\varnothing 12 \text{ мм}$ $t=6 \text{ мм}$

Предлагается для расчета режимов на сверлильных операциях воспользоваться рекомендациями по расчету режимов резания, изложенными в Карте С-1[5,с.104]

Рекомендации аналогичны токарной операции, изложенной выше, поэтому сразу перейдем к расчетам.

1. Назначаем глубину резания $t=0,5D= 6 \text{ мм}$

2. Определение подачи по нормативам $S=0,22 \text{ мм/об.}$, но с учетом подач станка $S=0,25 \text{ мм/об.}$

3. $T = 77 \text{ мин.}$ [5,с.114]

4. Расчет скорости резания V в м/мин

$$V_{\text{табл.}} = 34 \text{ м/мин.}$$

Рассчитаем скорость резания по формуле (13)

$$V = V_{\text{табл.}} * K_1 * K_2 * K_3 = 23 * 0,9 * 1,09 * 1,0 = 34 \text{ м/мин.}$$

K_1 – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

K_2 – коэффициент, зависящий от стойкости инструмента;

K_3 – коэффициент, зависящий от отношения длины резания к диаметру.

$$K_1 = 0,9 \text{ [5, с.116];}$$

$$K_2 = 1,09 \text{ [5, с.116];}$$

$$K_3 = 1,0 \text{ [5, с.117].}$$

Рассчитаем рекомендуемое число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * d} = \frac{1000 * 34}{3,14 * 12} = 630 \text{ об/мин}$$

С учетом существующих подач станка, принимаем $n = 475 \text{ об./мин.}$

Уточняем скорость резания по принятому числу оборотов шпинделя:

$$v = \frac{\pi * d * n}{1000} = \frac{3,14 * 12 * 475}{1000} = 17 \text{ м/мин.}$$

Определим силу резания P_z [5, с.124]

$$P_0 = P_{\text{табл.}} * K_P, \text{ (15) где}$$

K_P - коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

$$P_{\text{о табл.}} = 410 \text{ кГ [5, с.124]}$$

$$K_P = 1,0 \text{ [5, с.126]}$$

$$P_z = 410 * 1,0 = 410 \text{ кГ.}$$

Определим мощность резания, для этого воспользуемся формулой приведенной в [5, с.126]

$$N = N_{\text{табл.}} * K_N * \frac{n}{1000} \text{ (16)}$$

$N_{\text{табл.}}$ - мощность резания по таблице [5, с.127];

$$N_{\text{табл.}} = 1,65$$

K_N - коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала [5, с.127];

$$K_N = 1$$

$$N = N_{\text{табл.}} * K_N * \frac{n}{1000} = 1,65 * 1,0 * \frac{475}{1000} = 0,78 \text{ кВт}$$

Мощность электродвигателя главного привода станка 1341 – 4,0 кВт, она является достаточной для выполнения данной операции.

Мы убедились, что рассчитанные нами режимы соответствуют режимам предложенным программой КОМПАС-АВТОПРОЕКТ, расчетные значения представлены в маршрутно-операционной карте.

1.11. Нормирование технологического процесса

Общемашиностроительные нормативы предназначены для расчета технически обоснованных норм времени.

Нормирование технологического процесса также можно просчитывать программой, поэтому приведем несколько примеров расчетов, пользуясь методикой изложенной в другом источнике.

Нормирование ведем для тех операций, для которых рассчитывали режимы резания.

Определение штучного времени $T_{шт}$:

$$T_{шт} = T_O + T_B + T_{тех} + T_{орг} + T_{от} \quad (17), \text{ где}$$

T_O - основное время;

$T_{тех}$ - время на техническое обслуживание рабочего места;

$T_{орг}$ - время на организационное обслуживание рабочего места;

$T_{от}$ - время на отдых.

Определение основного времени T_O :

$$T_O = \frac{L_{р.х.} * i}{S_o * n} \quad (14), \text{ где}$$

$L_{р.х.}$ - длина рабочего хода;

i – количество рабочих ходов;

S_o - подача, мм./об.

n – число оборотов шпинделя, об./мин.

1. Расчет длины рабочего хода суппорта.

$L_{р.х.} = L_{рез} + y + L_{доп.}$, (15) где

$L_{рез}$ - длина резания;

y - подвод, врезание и перебег инструмента;

$L_{доп.}$ - дополнительная длина хода, вызванная в отдельных случаях особенностями наладки и конфигурации детали.

Определение вспомогательного времени T_B :

$$T_B = T_{у.с} + T_{з.о} + T_{уп} + T_{и.з} \quad (16), \text{ где}$$

$T_{у.с}$ - время установки и снятия детали;

$T_{з.о}$ - время закрепления и открепления детали;

$T_{уп}$ - время на управления станком;

$T_{и.з}$ - время на измерение.

Рассчитаем вспомогательное время при помощи таблиц

Для определения $T_{шт.}$ воспользуемся следующими формулами:

$$T_{on} = T_o + T_e \quad (18)$$

$$T_{om.} = (4 \dots 6) \% T_{on}. \quad (19)$$

$$T_{opz.} = (4 \dots 6) \% T_{on} \quad (20)$$

$$T_{mex.} = (4 \dots 6) \% T_{on} \quad (21)$$

Определение штучно-калькуляционного времени:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + T_{n-з} / n \quad (22), \text{ где}$$

$T_{n.з}$ - подготовительно-заключительное время;

n – число деталей в пробной партии;

N – годовая программа, шт.

$$n = N/12 = \frac{1000}{12} = 83,3. \quad (23)$$

Нормативы времени берем для мелкосерийного производства.

Рассчитаем нормы времени для первой токарной операции - первый переход (подрезка торца начерно), (операция 010).

$$T_0 = \frac{L_{p.x.} * i}{S_o * n} = \frac{45 * 1}{0,1 * 475} = 0,999 \text{ мин.}$$

$L_{p.x.} = L_{рез} + y + L_{дон.} = 40 + 5 = 45 \text{ мм}$, где

$L_{рез} = 40 \text{ мм}$,

$y = 5 \text{ мм}$, [5, с.300]

Подачу S_o для данной операции определили в режимах резания (см. выше)

$$T_B = T_{yc} + T_{зо} + T_{уп} + T_{из} = 0,24 + 0,0435 + 0,032 + 0,047 = 0,36 \text{ мин.}$$

$$T_{шт} = T_o + T_B + T_{mex} + T_{opz} + T_{om} = 0,095 + 0,36 + 0,13 + 0,13 + 0,013 = 0,73 \text{ мин.}$$

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{n.з.}}{n} = 0,73 + \frac{10}{83,3} = 0,85 \text{ мин.}$$

$T_{yc.} = 0,24 \text{ мин.}$ [2, с.136, с.149]

$T_{уп} = 0,0435 \text{ мин.}$ [2, с.171, с.175]

$T_{зо} = 0,032 \text{ мин.}$ [2, с.162]

$T_{из.} = 0,047 \text{ мин.}$ [2, с.193]

$T_o = 0,73 \text{ мин.}$

$T_{n.з.} = 10 \text{ мин.}$ [3, с.21]

Рассчитаем нормативы времени для операции - сверление отверстия $\varnothing 12 \text{ мм}$ (операция 010).

$$T_0 = \frac{L_{p.x.} * i}{S_o * n} = \frac{49,6}{0,25 * 475} = 0,417 \text{ мин.}$$

$$L_{p.x.} = L_{рез} + y + L_{дон.} = 42,9 + 6,7 = 49,6 \text{ мм, где}$$

$$L_{рез} = 42,9 \text{ мм (длина отверстия),}$$

$$y = 6,7 \text{ мм, [5, с.303]}$$

Подачу S_o для данной операции определили в режимах резания (см. выше)

$$T_B = T_{yc} + T_{zo} + T_{yn} + T_{из} = 0,25 + 0,066 + 0,01 + 0,054 = 0,378 \text{ мин.}$$

$$T_{ум} = T_o + T_B + T_{тех} + T_{орг} + T_{от} = 0,417 + 0,38 + 0,047 + 0,047 + 0,305 = 1,196 \text{ мин.}$$

$$T_{ум-к} = T_{ум} + \frac{T_{н.з.}}{n} = 1,196 + \frac{10}{83,3} = 1,316 \text{ мин.}$$

$$T_{yc} = 0,25 \text{ мин. [2, с.136]}$$

$$T_{yn} = 0,01 \text{ мин. [, с.171, с.175]}$$

$$T_{zo} = 0,066 \text{ мин. [2, с.153]}$$

$$T_{из} = 0,054 \text{ мин. [2, с.193]}$$

$$T_o = 0,52 \text{ мин}$$

$$T_{н.з.} = 10 \text{ мин. [3, с.21]}$$

2. Конструкторская часть

2.1. Описание конструкции и принципа действия специального приспособления.

Приспособление применяется для сверления отверстий в заготовке корпуса подшипника и предназначено для базирования заготовки по плоскости торцевой поверхности и внутренней цилиндрической поверхности и закреплена силой W , направленной по нормали к установочной базе.

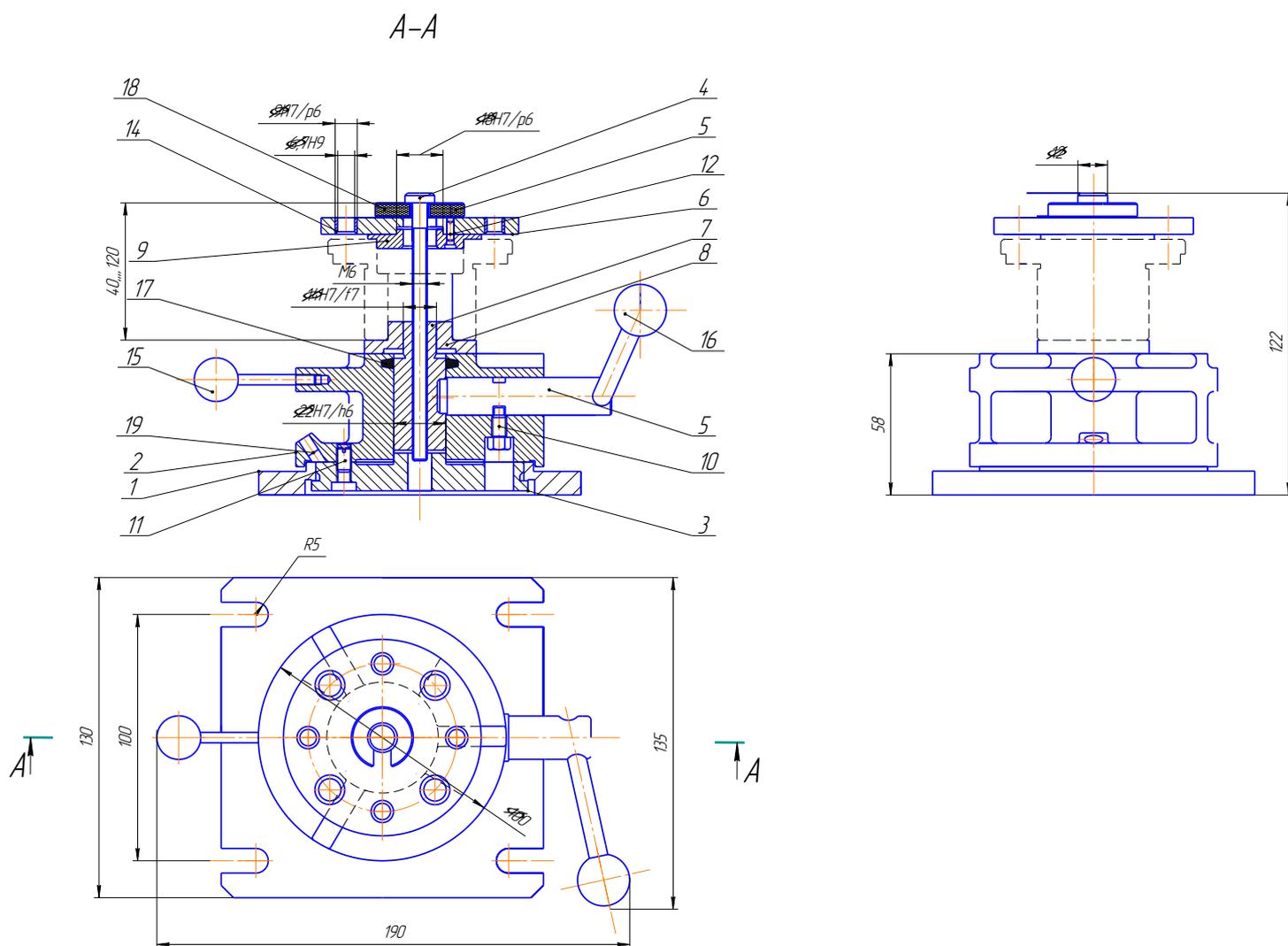


Рис.7. Специализированный переналаживаемый кондуктор.

Приспособление предназначено для сверления в заготовке восьми отверстий: четыре отверстия диаметром $\varnothing 9H14^{(+0,36)}$ мм и четыре отверстия под резьбу М8-7Н на вертикально-сверлильном станке модели 2А135 (операция 035). Компоновка приспособления приведена на формате А2, оно состоит из следующих основных элементов: плиты приспособления 1, корпуса 2 и зажимного устройства.

Наладка состоит из подставки 8, прижимной втулки 9, кондукторной плиты 6 (в которой установлено по четыре постоянных кондукторных втулки 13 и 14), и откидной шайбы 18. Устанавливается наладка на верхней плоскости поворотной части приспособления, а центрируется по хвостовику плунжера 7.

Спроектированное приспособление работает следующим образом: наладка вместе с деталью закрепляется при помощи рукоятки 16, поворачивающей вал-эксцентрик 5, конец которого входит в паз плунжера, при повороте рукоятки 16 плунжер перемещается вниз и вместе с ним перемещается тяга 4, которая с помощью шайбы 18, закрепляет деталь и наладку на приспособлении.

С помощью рукоятки 15 поворотная часть кондуктора устанавливается в требуемое положение и затем закрепляется на подставке. Для съема заготовки поворотом рукоятки 16 открепляем деталь, снимаем откидную шайбу 18 и кондукторную плиту. Плиту приспособления крепят с помощью четырех болтов к столу станка. Расстояние от установочной поверхности приспособления до головки тяги 4 позволяет изменять высоту наладки вместе с деталью от 40 до 120 мм.

2.2. Расчет сил зажима

Разрабатываем принципиальную расчетную схему (рис. 8), учитывающую тип, число и размеры установочных и зажимных устройств, вид и конструкцию направляющих элементов.

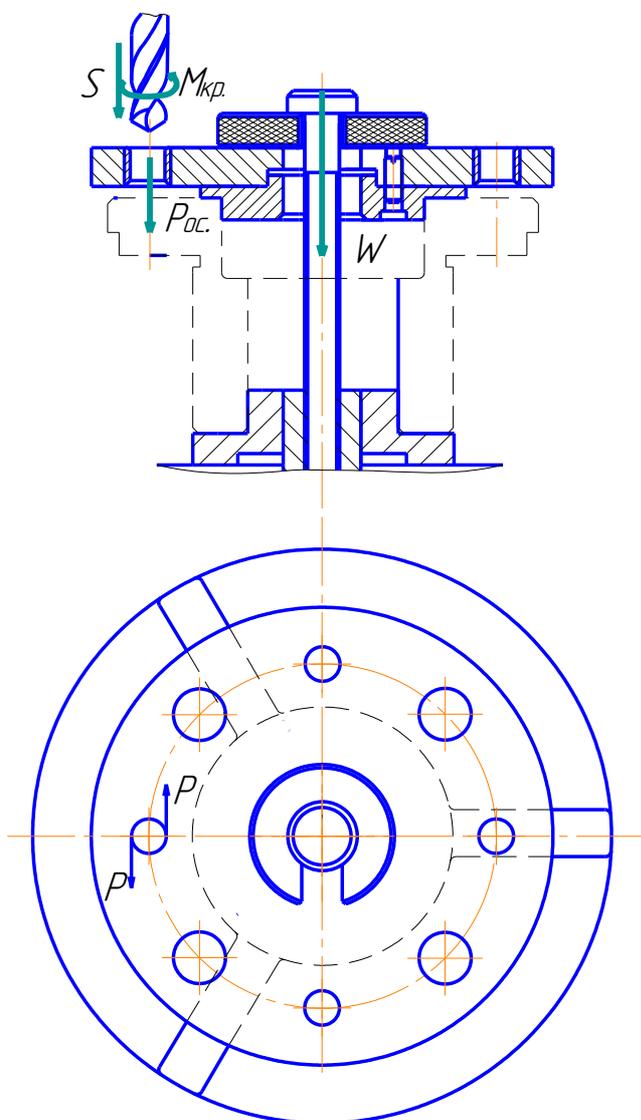


Рис8. Принципиальная расчетная схема для сверления отверстий.

По полученной схеме определяем силу зажима заготовки по следующей формуле:

$$W_i = \frac{2 \cdot k \cdot n \cdot M_{кр}^i}{3 \cdot f \cdot d_{отв}}$$

здесь:

k – коэффициент запаса,

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \quad [10, \text{с. 382}]$$

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

$k_1=1,3$ - учитывает увеличение сил резания из-за случайных неровностей на обрабатываемых поверхностях;

$k_2=1,0$ – учитывает увеличение сил резания вследствие затупления режущего инструмента;

$k_3=1,0$ – учитывает увеличение сил резания при прерывистом резании;

$k_4=1,3$ – характеризует постоянство силы зажимного механизма;

$k_5=1,0$ – характеризует эргономику немеханизированного зажимного механизма;

$k_6=1,0$ – учитывает наличие моментов стремящихся повернуть заготовку.

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 = 1,5 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,3 \cdot 1,0 = 2,54$$

$n=1$ – число одновременно обрабатываемых отверстий;

$f = 0,16$ – коэффициент трения, (10, с. 384);

$d_{отв} = 35\text{мм}$ – диаметр отверстия, на котором прикладывается усилие для зажима заготовки;

$M_{кр}^i$ - крутящий момент инструмента.

Определим крутящий момент для сверления отверстий $D_1 = 9,0\text{мм}$ и $D_2 = 6,7\text{мм}$, в соответствии с рекомендациями, изложенными в [7, с. 277]:

$$M_{кр.} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p,$$

здесь:

$C_M = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$ - коэффициенты, учитываемые при определении крутящего момента (5, с.281);

$D_1 = 9,0\text{мм}$ и $D_2 = 6,7\text{мм}$ - диаметры обрабатываемых отверстий;

$s_1 = 0,21\text{мм/об}$ и $s_2 = 0,18\text{мм/об}$ - подачи при сверлении (см приложение, карта тех. процесса)

$K_p = K_{Mp} = 0,4$ - поправочный коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовые зависимости [7, с. 264].

Тогда:

$$M_{кр}^1 = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 9,0^2 \cdot 0,21^{0,8} \cdot 0,4 = 3,2 H \cdot м;$$

$$M_{кр}^2 = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 6,7^2 \cdot 0,18^{0,8} \cdot 0,4 = 1,57 H \cdot м.$$

Рассчитаем усилия зажимов:

$$W_1 = \frac{2 \cdot k \cdot n \cdot M_{кр}^1}{3 \cdot f \cdot d_{отв}} = \frac{2 \cdot 2,54 \cdot 1 \cdot 3,2}{3 \cdot 0,16 \cdot 0,035} = 976,6 H;$$

$$W_2 = \frac{2 \cdot k \cdot n \cdot M_{кр}^2}{3 \cdot f \cdot d_{отв}} = \frac{2 \cdot 2,54 \cdot 1 \cdot 1,57}{3 \cdot 0,16 \cdot 0,035} = 475 H.$$

Дальнейший выбор привода зажимного устройства и расчет его параметров будем производить для случая наиболее неблагоприятного, т. е. для требуемого усилия зажима $W = W_1 = 976,6 H$.

2.3. Выбор привода зажимающего устройства и расчет его параметров

В качестве привода зажимного устройства применяем ручное эксцентриковое зажимное устройство. Рассчитаем его параметры по рекомендациям, изложенным в [11, с. 395]. Приведем схему расчета.

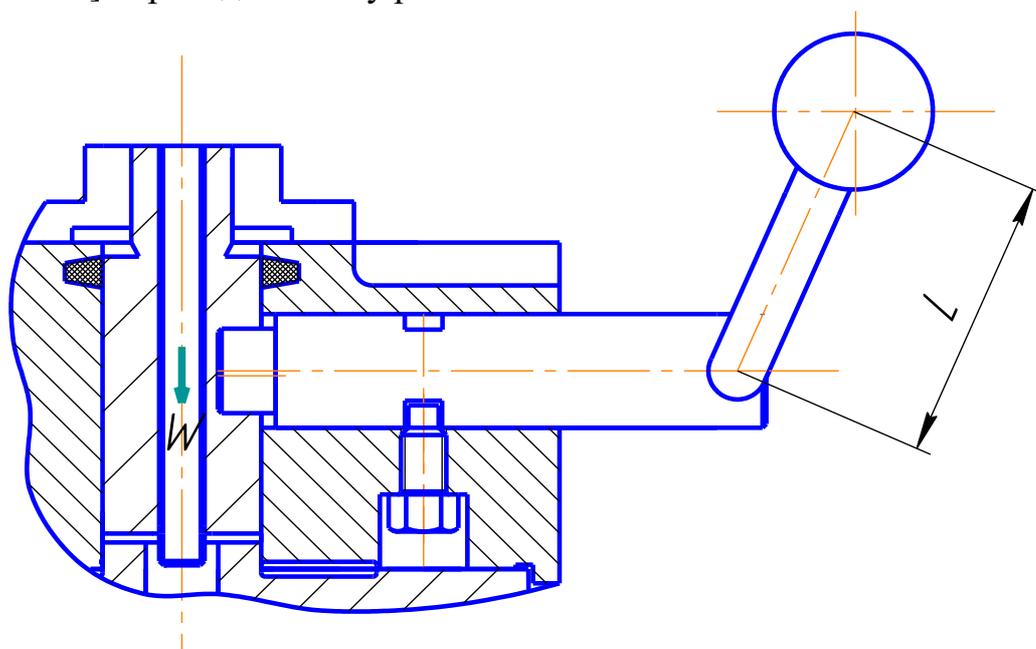


Рис.9. Схема расчета ручного эксцентрикового зажимного устройства.

Исходные данные при проектировании:

Δ - отклонение размера заготовки(см чертеж)

W - сила закрепления заготовки, Н

Определяем эксцентриситет:

$$e = \Delta + \Delta_{\text{зар.}} + \frac{W}{I} = 0.62 + 0.2 + \frac{976.6}{14700} = 0.86 \text{ мм}$$

Определяем диаметр цапфы:

$$d_{\text{ц}} \geq 0.226\sqrt{W} = 0.226\sqrt{976.6} = 7.1 \text{ мм}$$

принимаем $d_{\text{ц}}=8$ мм, тогда наружный диаметр эксцентрикового кулачка:

$$D \geq 2(e + 1.2d_{\text{ц}}) = 2 \cdot (0.88 + 1.2 \cdot 8) = 10.48 \text{ мм},$$

принимаем $D=14$ мм

Проверяем эксцентриковый кулачок на самоторможение, должно выполняться условие:

$$D \geq 16 \cdot e$$

Условие выполняется $14 \geq 16 \cdot 0.86$, т.е. эксцентриковый кулачок самотормозящий.

Вычислим ширину эксцентрикового кулачка, воспользовавшись формулой:

$$B \geq 0.037 \frac{W}{D} = 0.037 \frac{976.6}{14} = 2.6 \text{ мм}.$$

Момент на рукоятке эксцентрикового кулачка

$$M = 2 \cdot e \cdot W = 2 \cdot 0.86 \cdot 976.6 = 1679.75 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Длина рукоятки эксцентрикового кулачка:

$$L \geq \frac{M}{F} = \frac{1679.75}{196} = 8.6 \text{ мм}.$$

Принимаем $L=60$ мм.

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Актуальность проведения экономического анализа по оценке деловой привлекательности научной разработки обусловлена тем, что в настоящее время проведение данного анализа позволяет вовремя устранить коммерчески малоэффективные варианты, следовательно, значительно повысить вероятность коммерциализации научной разработки. Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности научно-исследовательского проекта. Достижение цели обеспечивается решением задач:

- оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- определение возможных альтернатив проведения научных исследований;
- планирование научно-исследовательских работ;
- определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

3.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научного исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

3.1.1 Потенциальные потребители услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «Крышка»

Для анализа потребителей услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «Крышка» был рассмотрен целевой рынок и проведено его сегментирование.

Учитывая специфику результатов исследования, критериями сегментирования выбрана отрасль «машиностроение», выпускаемая продукция – «Крышка», используемый тип производства – крупносерийное производство.

На основании этих критериев сформирована карта сегментирования рынка услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «валик передний» представленная на рисунке 1.

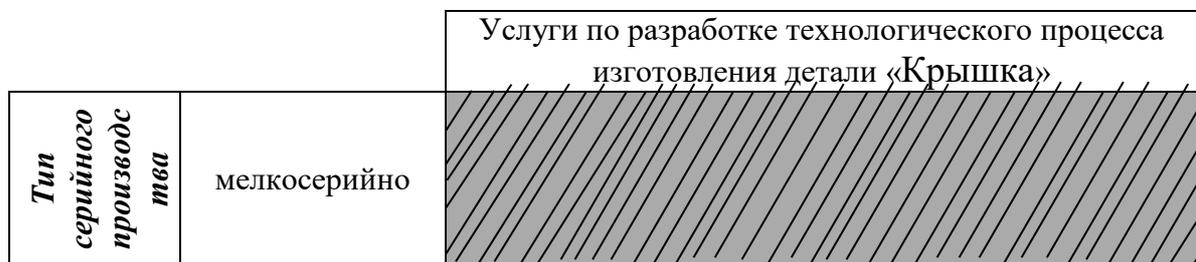


Рис 10 – Карта сегментирования рынка услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «Крышка»:

 Фирма А

В ходе исследования выявлено, что предложения на рынке услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «Крышка» основаны на совершенствовании технологического процесса изготовления детали «Крышка» при крупносерийном производстве. Несмотря на наличие на данной нише высокого уровня конкуренции, разработанный в рамках выпускной квалификационной работы технологический процесс изготовления детали «валик передний» ориентирован на реализацию в машиностроительных компаниях с крупносерийным производством. Преимущество разработанного технологического процесса перед уже существующими на рынке заключается в низкой металлоемкости и трудоемкости, в финансовой эффективности разработанного технологического процесса.

В будущем при совершенствовании разработки возможно расширение рынка ее реализации за счет занятия оставшихся ниш (машиностроительные компании со среднесерийным и мелкосерийным производством).

3.1.2 Определение качества технологического процесса изготовления детали «Крышка» и его перспективности на рынке с помощью технологии QuaD

С целью измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющих принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект, применена технология QuaD. Результаты применения указанной технологии представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
1. Энергоэффективность	0,04	75	100	0,75	0,03
2. Надежность	0,02	80	100	0,8	0,016
3. Унифицированность	0,02	40	100	0,4	0,008
4. Уровень материалоемкости разработки	0,3	85	100	0,85	0,255
5. Уровень шума	0,01	55	100	0,55	0,0055
6. Безопасность	0,03	50	100	0,50	0,015
7. Простота эксплуатации	0,02	60	100	0,6	0,012
8. Повышение производительности труда	0,2	75	100	0,75	0,15
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
9. Конкурентоспособность продукта	0,20	80	100	0,8	0,16
10. Уровень проникновения на рынок	0,01	40	100	0,4	0,004
11. Перспективность рынка	0,01	80	100	0,8	0,008
12. Цена	0,15	85	100	0,85	0,1275

13. Финансовая эффективность научной разработки	0,1	80	100	0,8	0,08
14. Срок выхода на рынок	0,01	45	100	0,45	0,0045
Итого	1				0,8755

Значение $P_{cp} = 87,55$ показывает, что перспективность технологического процесса изготовления детали «Крышка» на рынке является перспективной.

3.1.3 Комплексный анализ научно-исследовательского проекта по разработке технологического процесса изготовления детали «Крышка» посредством SWOT-анализа

С целью исследования внешней и внутренней среды проекта применен SWOT–анализ. Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Матрица SWOT

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологического процесса.</p> <p>С2. Высокая производительность труда.</p> <p>С3. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологическими процессами.</p> <p>С4. Низкая металлоемкость.</p> <p>С5. Конкурентоспособность проекта.</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1. Проект ориентирован на использование современного оборудования.</p> <p>Сл2. Ограниченный круг потенциальных потребителей.</p> <p>Сл3. Узкоспециализированное назначение разработки.</p> <p>Сл4. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца.</p> <p>Сл5. Необходимость повышения квалификации кадров потенциальных потребителей.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Занятие дополнительных ниш на рынке за счет усовершенствования технологии.</p>		

<p>В2. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые при научных исследований.</p> <p>В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт в связи с его экономичностью.</p> <p>В4. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ.</p> <p>В5. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p>		
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства.</p> <p>У2. Развитая конкуренция технологий производства.</p> <p>У3. Ограничения на экспорт технологии.</p> <p>У4. Сложная финансовая ситуация в экономике страны.</p> <p>У5. Наличие барьеров для входа на рынок.</p>		

Результаты второго этапа SWOT-анализа приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	В1	+	0	+	0	+
	В2	+	-	+	0	+
	В3	+	0	+	+	-
	В4	+	+	0	+	-
	В5	+	-	+	0	+
Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	В1	+	+	+	-	0
	В2	+	+	+	-	0
	В3	0	+	+	-	0
	В4	+	0	+	-	-
	В5	+	+	0	-	0
Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	У1	+	0	+	+	-
	У2	-	0	+	+	+
	У3	-	0	+	-	+
	У4	+	-	+	-	0

	У5	+	0	+	+	+
Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	+	+	+	-	0
	У2	+	+	+	-	0
	У3	-	-	0	-	0
	У4	+	+	+	-	0
	У5	0	+	+	+	-

Результаты третьего этапа SWOT-анализа приведены в таблице 11

Таблица 11 – SWOT-анализ

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологического процесса.</p> <p>С2. Высокая производительность труда.</p> <p>С3. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологическими процессами.</p> <p>С4. Низкая металлоемкость.</p> <p>С5. Конкурентоспособность проекта.</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1. Проект ориентирован на использование современного оборудования.</p> <p>Сл2. Ограниченный круг потенциальных потребителей.</p> <p>Сл3. Узкоспециализированное назначение разработки.</p> <p>Сл4. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца.</p> <p>Сл5. Необходимость повышения квалификации кадров потенциальных потребителей.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Занятие дополнительных ниш на рынке за счет усовершенствования технологии.</p> <p>В2. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые при научных исследований.</p> <p>В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт в связи с его экономичностью.</p> <p>В4. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ.</p> <p>В5. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p>	<p>В1В2В5С1С3С5 В3С1С3С4 В4С1С2С4</p>	<p>В1В2Сл1Сл2Сл3 В3Сл2Сл3 В4Сл1Сл3 В5Сл1Сл2</p>
<p>Угрозы:</p>	<p>У1С1С3С4</p>	<p>У1У2У4Сл1Сл2Сл3</p>

У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства. У2. Развитая конкуренция технологий производства. У3. Ограничения на экспорт технологии. У4. Сложная финансовая ситуация в экономике страны. У5. Наличие барьеров для входа на рынок.	У2С3С4С5 У3С3С5 У4С1С3 У5С1С3С4С5	У5Сл2Сл3Сл4
---	--	-------------

Анализ интерактивных таблиц выявил сильно коррелирующие стороны и возможности, стороны и угрозы, каждая из представленных записей представляет собой направление реализации проекта.

3.2. Планирование научно-исследовательской работы

Важное значение для рациональной организации научно-исследовательской работы имеет ее планирование. Планирование научно-исследовательской работы заключается в определении структуры работы, ее трудоемкости, а также в формировании бюджета затрат.

3.2.1 Структура работы в рамках научного исследования

Реализация научно-исследовательского проекта по разработке технологического процесса изготовления детали «валик передний» состоит из 9 основных этапов, которые составляют структуру научного исследования. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей представлено в таблице 12.

Таблица 12 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер (дипломник)
	3	Выбор направления исследований	Руководитель, инженер (дипломник)

	4	Календарное планирование работ по теме	Инженер (дипломник)
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер (дипломник)
	6	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Инженер (дипломник)
	7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Инженер (дипломник)
	8	Контроль результатов исследований	Руководитель темы
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, инженер (дипломник)

3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения научного исследования оценена экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, так как зависит от множества трудно учитываемых факторов.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ использована следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5},$$

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

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

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

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 1-й работы составило:

$$t_{ож1} = \frac{3*1 + 2*2}{5} = 1,4 \text{ чел. – дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 2-й работы составило:

$$t_{\text{ож}2} = \frac{3*12 + 2*15}{5} = 13,2 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 3-й работы составило:

$$t_{\text{ож}3} = \frac{3*2 + 2*3}{5} = 2,4 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 4-й работы $t_{\text{ож}4}$ составило:

$$t_{\text{ож}4} = \frac{3*2 + 2*3}{5} = 2,4 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 5-й работы составило:

$$t_{\text{ож}5} = \frac{3*25 + 2*40}{5} = 31 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 6-й работы составило:

$$t_{\text{ож}6} = \frac{3*30 + 2*35}{5} = 32 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 7-й работы составило:

$$t_{\text{ож}7} = \frac{3*2 + 2*3}{5} = 2,4 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 8-й работы составило:

$$t_{\text{ож}8} = \frac{3*1 + 2*2}{5} = 1,4 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 9-й работы составило:

$$t_{\text{ож}9} = \frac{3*1 + 2*3}{5} = 1,8 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определена продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями, по формуле:

$$T_{p_i} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i},$$

где T_{p_i} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

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

Продолжительность 1-й работы:

$$T_{p_1} = \frac{1,4}{1} = 1,4 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 2-й работы:

$$T_{p_2} = \frac{13,2}{1} = 13,2 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 3-й работы:

$$T_{p_3} = \frac{2,4}{2} = 1,4 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 4-й работы:

$$T_{p_4} = \frac{2,4}{1} = 2,4 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 5-й работы:

$$T_{p_5} = \frac{31}{1} = 31 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 6-й работы:

$$T_{p_6} = \frac{32}{1} = 32 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 7-й работы:

$$T_{p_7} = \frac{2,4}{1} = 2,4 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 8-й работы:

$$T_{p8} = \frac{1,4}{1} = 1,4 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 9-й работы:

$$T_{p9} = \frac{1,8}{2} = 0,9 \text{ раб. дн.}$$

3.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

С целью построения ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта длительность каждого из этапов работ из рабочих дней переведена в календарные дни. Для этого была использована следующая формула:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}},$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

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

Коэффициент календарности определен по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}},$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

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

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

Коэффициент календарности в 2016 году составил:

$$k_{\text{кал}} = \frac{366}{366 - 105 - 14} = 1,48$$

Продолжительность выполнения 1-й работы в календарных днях

$$T_{k1} = 1,4 \cdot 1,48 = 2 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 2-й работы в календарных днях

$$T_{k2} = 13,2 \cdot 1,48 = 20 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 3-й работы в календарных днях

$$T_{к3} = 1,4 \cdot 1,48 = 2 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 4-й работы в календарных днях

$$T_{к4} = 2,4 \cdot 1,48 = 4 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 5-й работы в календарных днях

$$T_{к5} = 31 \cdot 1,48 = 46 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 6-й работы в календарных днях

$$T_{к6} = 32 \cdot 1,48 = 47 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 7-й работы в календарных днях

$$T_{к7} = 2,4 \cdot 1,48 = 4 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 8-й работы в календарных днях

$$T_{к8} = 1,4 \cdot 1,48 = 2 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 9-й работы в календарных днях

$$T_{к9} = 0,9 \cdot 1,48 = 1 \text{ кал. дн.}$$

Все рассчитанные значения сведены в таблицу 13.

Таблица 13 – Временные показатели проведения научного исследования

Название	Трудоёмкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях, T_{pi}	Длительность работ в календарных днях, T_{ki}
	t_{min} , чел-дни	t_{max} , чел-дни	$t_{ож}$, чел-дни			
Составление и утверждение технического задания	1	2	1,4	Руководитель темы	1,4	2
Подбор и изучение материалов по теме	12	15	13,2	Инженер (дипломник)	13,2	20

Выбор направления исследований	2	3	2,4	Руководитель, инженер (дипломник)	1,4	2
Календарное планирование работ по теме	2	3	2,4	Инженер (дипломник)	2,4	4
Проведение теоретических расчетов и обоснований	25	40	31	Инженер (дипломник)	31	46
Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	30	35	32	Инженер (дипломник)	32	47
Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	2	3	2,4	Инженер (дипломник)	2,4	4
Контроль результатов исследований	1	2	1,4	Руководитель темы	1,4	2
Оценка эффективности полученных результатов	1	3	1,8	Руководитель, инженер (дипломник)	0,9	1

На основе таблицы 13 построен календарный план-график представленный в таблице 14.

Таблица 14 – Календарный план-график проведения НИОКР

№ Оши	Вид работ	Исполнители	T _{кi} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ																	
				январь		февраль			март			апрель			май			июнь			
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы	4	■																	
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер (дипломник)	18		■	■	■														
3	Выбор направления исследований	Руководитель, инженер (дипломник)	1			■															
4	Календарное планирование работ по теме	Инженер (дипломник)	2			■															

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Материальные затраты, необходимые для разработки технологического процесса изготовления детали «Валик передний», представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Материальные затраты, необходимые для разработки технологического процесса изготовления детали «Крышка»

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З _м), руб.
Ручка	шт.	3	30,0	90,0
Карандаш	шт.	4	10,0	40,0
Ластик	шт.	3	10,0	30,0
Бумага офисная	л.	500	0,3	150,0
Итого				310,0

3.2.6 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

Для выполнения научно-технического исследования специальное оборудование не приобреталось, а использовалось оборудование, имеющееся в наличии. Амортизационные отчисления оборудования, используемого при выполнении научно-технического исследования инженером (дипломником) (персональный компьютер), определены линейным методом начисления амортизации основных средств по формуле:

$$A = \text{Стоимость ОС} * \text{Норма амортизации} / 100\%,$$

где A – амортизация основного средства;

Стоимость ОС – стоимость основного средства при принятии на учет;

Норма амортизации = 100%/ срок полезного использования.

Норма амортизации персонального компьютера, используемого в ходе выполнения научно-технического исследования, составляет 10% в год (норма амортизации = 100%/10).

Амортизация персонального компьютера, используемого в ходе выполнения научно-технического исследования, составила:

А годовая=40000*10%/100%=4000 руб.

А в период выполнения НТИ = 4000/12*4,4=1466,66 руб.

3.2.7 Основная заработная плата исполнителей темы

Заработная плата руководителя темы и инженеров (дипломников)-3-х человек, непосредственно участвующих в выполнении работ по разработке технологического процесса изготовления детали «валик передний» (включая премии, доплаты), включает основную заработную плату и дополнительную заработную плату:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}},$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (15 % от $Z_{\text{осн}}$).

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) руководителя темы, инженеров (дипломников) рассчитана по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p,$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$Z_{\text{дн}}$ – средневзвешенная заработная плата работника, руб.

Средневзвешенная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d},$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

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

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

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{tc} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p,$$

где Z_{tc} – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент;

k_d – коэффициент доплат и надбавок;

k_p – районный коэффициент.

Месячный должностной оклад руководителя темы, руб.:

$$Z_m = 24960 \cdot (1 + 0,3 + 0,3) \cdot 1,3 = 51916,8$$

Месячный должностной оклад инженера (дипломника), руб.:

$$Z_m = 9489 \cdot (1 + 0,2 + 0,2) \cdot 1,3 = 17270$$

Таблица 16 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель темы	Инженер (дипломник)
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней		
-выходные дни	105	105
-праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
-отпуск	28	28
-невыходы по болезни	15	5
Действительный годовой фонд рабочего времени	204	214

Среднедневная заработная плата руководителя темы, руб.:

$$Z_{дн} = \frac{51916,8 \cdot 10,4}{204} = 2646,74$$

Среднедневная заработная плата инженера (дипломника), руб.:

$$З_{\text{дн}} = \frac{17270 \cdot 11,2}{214} = 903,85$$

Основная заработная плата руководителя темы составила:

$$З_{\text{осн}} = 2646,74 \cdot 6,7 = 17733,15 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата инженера (дипломника) составила:

$$З_{\text{осн}} = 903,85 \cdot 83,7 = 75652,2 \text{ руб.}$$

Расчёт основной заработной платы приведён в таблицах 17 и 18.

Таблица 17 – Расчёт основной заработной платы руководителя темы и инженера (дипломника) непосредственно участвующих в выполнении работ по разработке технологического процесса изготовления детали «Крышка»

Исполнители	Тарифная заработная плата	Премимальный коэффициент	Коэффициент доплат	коэффициент	Месячный должностной оклад работника	Среднедневная заработная плата	Продолжительность работ	Заработная плата основная
Руководитель	24960	0,3	0,3	1,3	51916,8	2646,74	6,7	17733,15
Инженер	9489	0,2	0,2	1,3	17270	903,85	83,7	75652,20
Итого:								93385,35

Таблица 18 – Расчёт основной заработной платы руководителя темы и инженера (дипломника) непосредственно участвующих в выполнении работ по разработке технологического процесса изготовления детали «Крышка» (поэтапный)

№	Наименование этапов	Трудоемкость, чел.-дн.		Заработная плата, приходящаяся на один чел.-дн., тыс. руб.		Всего заработная плата по тарифу (окладам), тыс. руб.	
		Руководитель темы	Инженер (дипломник)	Руководитель темы	Инженер (дипломник)	Руководитель темы	Инженер (дипломник)
1	Разработка технического задания	2,4		2646,74	903,85	6352,176	2169,24
2	Выбор направления исследований	0,7	14,1	2646,74	903,85	1852,718	632,695
3	Теоретические и экспериментальные исследования	2,4	68,4	2646,74	903,85	6352,176	2169,24
4	Обобщение и оценка результатов	1,2	1,2	2646,74	903,85	3176,088	1084,62
Итого:						17733,16	6055,795

3.2.8 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы произведен по следующей формуле:

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

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

Дополнительная заработная плата руководителя темы, руб.:

$$З_{\text{доп}} = 0,12 \cdot 17733,15 = 2127,98$$

Дополнительная заработная плата инженера (дипломника), руб.:

$$З_{\text{доп}} = 0,12 \cdot 75652,2 = 9078,26$$

3.2.9 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина обязательных отчислений по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников определена исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}),$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2018 год установлен размер страховых взносов равный 30%.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата
Руководитель проекта	17733,15	2127,978014
Инженер	75652,20	9078,26358
Коэффициент отчисления во внебюджетные фонды, %	30	30
Итого:	28015,60	3361,87

3.2.10 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, электроэнергия, размножение материалов и т.д. Их величина определена по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{\text{нр}},$$

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

Величина коэффициента накладных расходов взята в размере 16%.

Накладные расходы составили:

$$Z_{\text{накл}} = 31377,47 \cdot 0,16 = 22039,32 \text{ руб.}$$

3.2.11 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведено в таблице 20.

Таблица 20 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты НИИ	310,0
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	1466,66
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	93385,35

4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	11206,24
5. Отчисления во внебюджетные фонды	31377,47
6. Накладные расходы	22039,32
7. Бюджет затрат НИИ	159785,04

3.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

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

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получен в ходе оценки бюджета затрат вариантов исполнения научного исследования. Интегральный финансовый показатель разработки определен как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}},$$

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

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

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

Для определения интегрального показателя финансовой эффективности использована оценка бюджета затрат вариантов исполнения технологического процесса изготовления детали «Крышка» (базового технологического процесса, применяемого на машиностроительных предприятиях по изготовлению детали «валик передний» в настоящее время, и технологического процесса, разработанного в рамках данного научного исследования). Экспертная оценка бюджета затрат исполнения базового технологического процесса составляет 5000 руб.

Интегральный финансовый показатель составил:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.1}} = \frac{4000}{5000} = 0,8$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.2}} = \frac{5000}{5000} = 1,0$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает численное превышение бюджета затрат разработки в разгах базового технологического процесса.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования определен следующим образом:

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

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности представлен в таблице 21.

Таблица 21 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерий	Весовой коэффициент параметра	Разработанный технологический процесс	Базовый технологический процесс
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	4	3
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	4	2
3. Безопасность	0,15	5	3
4. Энергосбережение	0,20	4	3
5. Надежность	0,25	4	4
6. Материалоемкость	0,15	4	4
ИТОГО	1		

$$I_{p-исп1} = 4*0,1 + 4*0,15 + 5*0,15 + 4*0,2 + 4*0,25 + 4*0,15 = 4,15;$$

$$I_{p-исп2} = 3*0,1 + 2*0,15 + 3*0,15 + 3*0,2 + 4*0,25 + 4*0,15 = 3,25;$$

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

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр.1}}, \quad I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{финр.2}}$$

$$I_{исп.1} = \frac{4,15}{0,8} = 5,19$$

$$I_{исп.2} = \frac{3,25}{1} = 3,25$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволило определить сравнительную эффективность проекта (таблица 22). Сравнительная эффективность проекта (\mathcal{E}_{cp}):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}}$$

Таблица 22 – Сравнительная эффективность разработки

/п	Показатели	Ошибка технологический процесс	Базовый технологический процесс
	Интегральный финансовый показатель разработки	0,8	1
	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,15	3,25
	Интегральный показатель эффективности	5,19	3,25
	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	–	1,6

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволило выбрать более эффективный вариант исполнения научного исследования с позиции финансовой и ресурсной эффективности – разработанный в рамках выпускной квалификационной работы технологический процесс изготовления детали «Крышка».

Таким образом, в результате проведенных исследований, установлено, что разработанный технологический процесс изготовления детали «Крышка» экономичен, энергоэффективен, характеризуется низкой металлоемкостью, высокой производительностью труда, в связи с чем, считаю, данный научно-исследовательский проект конкурентоспособным.

4.СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

4.1Описание рабочего места

В данном разделе рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места в соответствии с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды.

В данной работе рассмотрен плазмохимический реактор для конверсии природного газа, который является лабораторной установкой.

Под проектированием рабочего места понимается целесообразное пространственное размещение в горизонтальной и вертикальной плоскостях функционально взаимосвязанных средств производства (оборудования, оснастки, предметов труда и др.), необходимых для осуществления трудового процесса.

При проектировании рабочих мест должны быть учтены освещенность, температура, влажность, давление, шум, наличие вредных веществ, электромагнитных полей и другие санитарно-гигиенические требования к организации рабочих мест.

При проектировании лаборатории необходимо уделить внимание и охране окружающей среды, а в частности, организации безотходного производства.

Также необходимо учитывать возможность чрезвычайных ситуаций. Так как лаборатория находится в городе Томске, наиболее типичной ЧС является мороз. Так же, в связи с беспокойной ситуацией в мире, одной из возможных ЧС может быть диверсия.

4.2 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

В лаборатории, где находятся различные электроустановки, магнетрон, а также используется метан в качестве исходного продукта, могут быть следующие вредные факторы: наличие - а) не комфортных метеоусловий; б) вредных веществ; в) производственного шума; г) недостаточной освещенности; д) электромагнитного излучения;е)запылонности.

4.2.1 Метеоусловия

Микроклимат в производственных условиях определяется следующими параметрами:

- 1) температура воздуха;
- 2) относительная влажность воздуха;
- 3) скорость движения воздуха.

При высокой температуре воздуха в помещении кровеносные сосуды кожи расширяются, происходит повышенный приток крови к поверхности тела, и выделение тепла в окружающую среду значительно увеличивается. При низкой температуре окружающего воздуха реакция человеческого организма иная: кровеносные сосуды кожи сужаются, приток крови к поверхности тела замедляется, и теплоотдача конвекцией и излучением уменьшается. Таким образом, для теплового самочувствия человека важно определенное сочетание температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне.

Повышенная влажность воздуха ($\phi > 85\%$) затрудняет терморегуляцию организма, т.к. происходит снижения испарения пота, а пониженная влажность ($\phi < 20\%$) вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей.

Оптимальные и допустимые показатели температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 1 [ГОСТ 12.1.005-88]. Для обеспечения оптимальных и допустимых показателей микроклимата в холодный период года следует применять средства защиты рабочих мест от остекленных поверхностей оконных проемов, чтобы не было охлаждения. В теплый период года необходимо предусмотреть защиту от попадания прямых солнечных лучей.

Параметры микроклимата в производственном помещении на цехе №2 установлены в соответствии СН 245 – 95 в следующих пределах:

температура воздуха в тёплое время года от +15 до +28, в холодное время года от +15 до +28, относительная влажность не более 80%, скорость движения воздуха не более 0,5 м/с.

Таблица 23 – Допустимые параметры микроклимата

Период года	Категория работы	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость Движения воздуха, м/с
Холодный Теплый	средняя	15-28	20-80	≤ 0.1 ≤ 0.5

Одними из основных мероприятий по оптимизации микроклимата и состава воздуха в производственных помещениях являются обеспечение надлежащего воздухообмена и отопления, тепловая изоляция нагретых поверхностей оборудования, воздухопроводов и гидротрубопроводов.

Помещение, его размеры (площадь, объем) должны в первую очередь соответствовать количеству рабочих и размещенному в нем оборудованию. Для обеспечения нормальных условий труда санитарные нормы СанПиН 2.2.4.548-96 устанавливают, что на одного рабочего должно приходиться 4,5 м² площади помещения и 20 м объема воздуха.

Например возьмем условный механический цех с габаритами:

- длина помещения - 60 м;
- ширина - 30 м;
- высота - 4,5 м.

Исходя из этих параметров, площадь данного помещения составляет:

$$S = 60 * 30 = 1800 \text{ кв.м};$$

$$V = 60 * 30 * 4,5 = 8100 \text{ куб.м.}$$

В цеху работает 35 человек. Значит, на каждого человека приходится 231 куб.м объема воздуха. Это удовлетворяет санитарным нормам.

4.2.2.Вредные вещества

Среди химических веществ, выделяющихся при работе на станках, наибольший вред приносят: пылевыведение, сопровождающиеся процессы абразивной обработки металлов (зачистка, полирование, шлифование и др.),

а также при работе с СОЖ.

В составе современных жидкостей содержатся различные ингибиторы коррозии, противозадирные присадки, гликоль, анионоактивные и неионогенные эмульгаторы, индустриальные и минеральные масла, __ масляный асидол, едкий натр, бактерицидные препараты (каустическая сода, хлорпарафины и т. д.). Безусловно, такое разнообразие химических веществ, входящих в состав СОЖ, определяет необходимость постоянного контроля их содержания и условий применения. Нельзя сказать, что за последние два десятилетия на предприятиях машиностроения ничего не сделано в области снижения вредного воздействия охлаждающих эмульсий на организм человека и окружающую среду. Большинство предприятий отказались от использования охлаждающих растворов на основе нитрата натрия, других ядовитых химических веществ. Так же со временем в любой СОЖ бурно развиваются микроорганизмы (бактерии), которые формируют особую дисперсную фазу с размером частиц 0,2—10 мкм. Эти бактерии прогрессируют в водных растворах в форме палочек и кокков. Поскольку прогрессирующее развитие бактерий в среде «масло—вода» приводит к изменению структурно-механических характеристик СОЖ, бактерии, уничтожая органические компоненты, высвобождают из эмульсий масло (диэлектрик). Все это влияет на электропроводность жидкостей, увеличивая ее. Не углубляясь во все тонкости микробиологии, в целом совокупность веществ, входящих в состав водных эмульсий, можно характеризовать и как питательную среду для развития бактерий и грибков.

Согласно гигиеническим нормативам "Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны ГН 2.2.5.1313-03", утвержденным Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 27 апреля 2003 г, силикатная пыль (при содержании абразивных частиц <10%) относится к 3-му классу опасности (3 класс - опасные), величина ПДК = 2 мг/м³, а преимущественное агрегатное состояние в воздухе в условиях производства – смесь паров и аэрозоля.

Также вредное вещество, как углеводороды относится к 4-му классу опасности (4 класс – умеренно опасные), величина ПДК = 300 мг/м³, а преимущественное агрегатное состояние в воздухе в условиях производства – смесь паров или газы.

Вентиляция производственных помещений предназначена для уменьшения запыленности, задымленности и очистки воздуха от вредных выделений производства, а также для сохранности оборудования. Она служит одним из главных средств оздоровления условий труда, повышения производительности и предотвращения опасности профессиональных заболеваний. Система вентиляции обеспечивает снижение содержания в воздухе помещения пыли, газов до концентрации не превышающей ПДК. Проветривание помещения проводят, открывая форточки. Проветривание помещений в холодный период года допускается не более однократно в час, при этом нужно следить, чтобы не было снижения температуры внутри помещения ниже допустимой. Воздухообмен в помещении можно значительно сократить, если улавливать вредные вещества в местах их выделения, не допуская их распространения по помещению. Для этого используют приточно-вытяжную вентиляцию. Кратность воздухообмена не ниже 3.

4.2.3. Производственный шум.

Предельно допустимый уровень (ПДУ) шума - это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдение ПДУ шума не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных лиц.

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должно превышать 80 дБА. В нашем случае этот параметр

соответствовал значению 60 дБА.

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ.

СКЗ

- устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;
- изоляция источников шума от окружающей среды средствами звуко- и виброизоляции, звуко- и вибропоглощения;
- применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения;
- использование специальных материалов, например, мягкие материалы для изоляции. Их основу составляет вата, стекловата, войлок либо джут.

Коэффициент поглощения – 70 %.

СИЗ

- применение спецодежды, спецобуви и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

4.3. Освещенность.

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда.

На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени, которые создают неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в поле зрения, искажает размеры и формы объектов различия, в результате повышается утомляемость и снижается производительность труда.

- Для защиты от слепящей яркости видимого излучения применяют защитные очки, щитки, шлемы. Очки не должны ограничивать поле зрения, должны быть легкими, не раздражать кожу, хорошо прилегать к лицу и не покрываться влагой.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения

горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Длина помещения $A = 20$ м, ширина $B = 16.4$ м, высота = 4 м.

Высота рабочей поверхности над полом $h_p = 1,0$ м. Согласно СНиП 23-05-95 необходимо создать освещенность не ниже 500 Лк, в соответствии с разрядом зрительной работы.

Площадь помещения:

$$S = A \times B,$$

где A – длина, м;

B – ширина, м.

$$S = 20 \times 16.4 = 328 \text{ м}^2$$

Коэффициент отражения свежепобеленных стен с окнами, без штор $\square C = 50\%$, свежепобеленного потолка $\square П = 70\%$. Коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника, для помещений с малым выделением пыли равен $K_3 = 1,5$. Коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп $Z = 1,1$.

Выбираем лампу дневного света ЛХБ-80, световой поток которой равен $\Phi_{ЛД} = 5000$ Лм.

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОД – 2-80.

Этот светильник имеет две лампы мощностью 80 Вт каждая, длина светильника равна 1531 мм, ширина – 266 мм. __

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина λ , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне 1,1–1,3. Принимаем $\lambda = 1,3$, расстояние светильников от перекрытия (свес) $h_c = 0,5$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = h_n - h_p,$$

где h_n – высота светильника над полом, высота подвеса,

h_p – высота рабочей поверхности над полом.

Наименьшая допустимая высота подвеса над полом для двухламповых светильников ОД: $h_n = 4$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = H - h_p - h_c = 4 - 1 - 0,5 = 2,5 \text{ м.}$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h = 1,3 \cdot 2 = 2,6 \text{ м}$$

Число рядов светильников в помещении:

$$N_b = \frac{B}{L} = \frac{20}{2,6} = 7,7$$

Число светильников в ряду:

$$N_a = \frac{A}{L} = \frac{16,4}{2,6} = 6,3$$

Общее число светильников:

$$N = N_a \cdot N_b = 7,7 \cdot 6,3 = 48$$

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле:

$$l = \frac{L}{3} = \frac{2,6}{3} = 0,8$$

Размещаем светильники в 6 рядов. На рисунке 1 изображен план помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

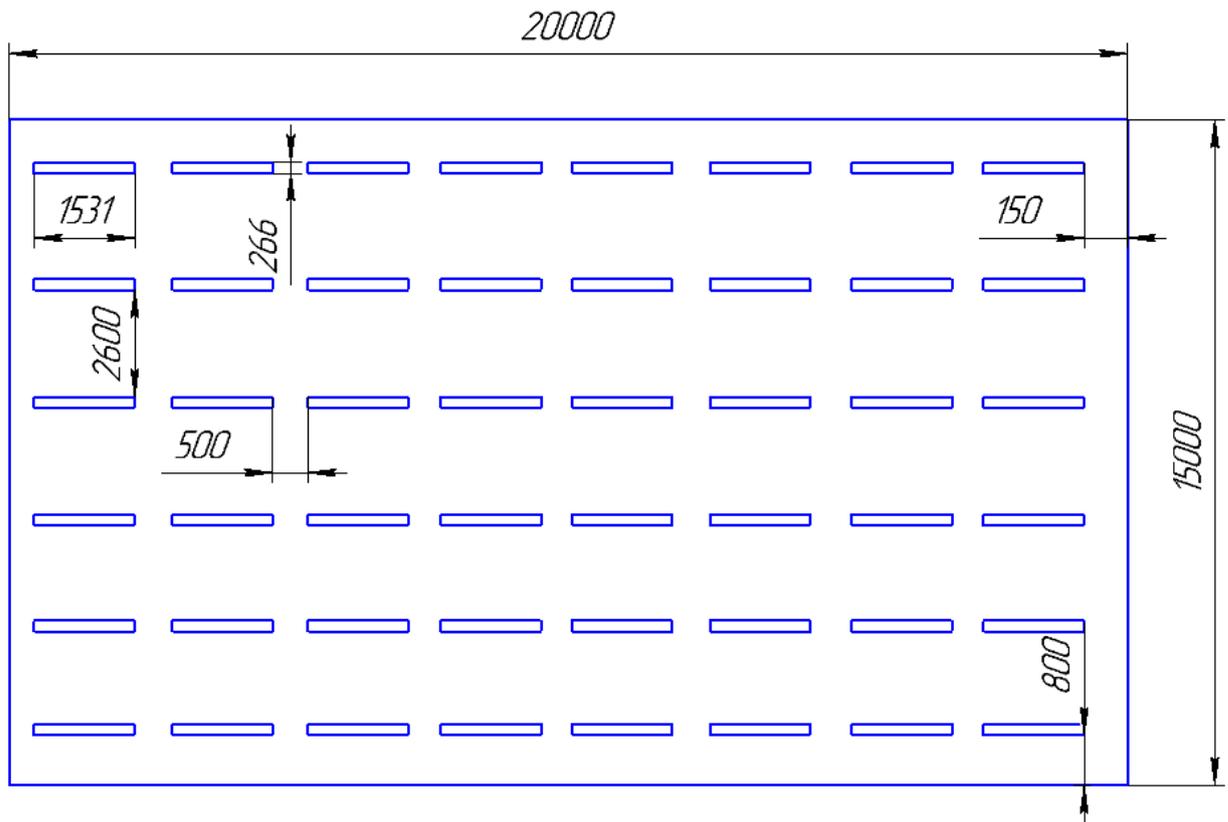


Рис.11 План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{A*B}{h(A+B)} = \frac{20*16.4}{2.5*(20+16.4)} = 4.4$$

Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа ОД с люминесцентными лампами при $\rho П = 70\%$, $\rho С = 50\%$ и индексе помещения $i = 4,4$ равен $\eta = 0,68$.

Потребный световой поток люминесцентной лампы светильника определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{П}} = \frac{E*A*B*Kз*Z}{N*n} = \frac{500*20*16.4*1.5*1.1}{96*0.68} = 4722 \text{ Лм}$$

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{л.станд.}} - \Phi_{\text{л.расч.}}}{\Phi_{\text{л.станд.}}} 100\% \leq +20\%$$

$$-10\% \leq \frac{500 - 3833}{500} 100\% \leq +20\% = 14.8\%$$

Таким образом: $-10\% \leq 14.8\% \leq 20\%$, необходимый световой поток

4.3.1. Электромагнитные поля.

В производственном цехе используются электроприборы, которые создают электромагнитные поля.

Таким образом, при организации безопасности труда, необходимо учитывать воздействие электромагнитных полей на организм человека.

Основным источником неблагоприятных воздействий на организм является видеодисплейный терминал (ВДТ), который также называют дисплеем или монитором.

Для предотвращения неблагоприятного влияния на здоровье человека вредных факторов производственной среды и трудового процесса при работе с ПЭВМ необходимо руководствоваться Санитарно-эпидемиологическими правилами и нормами "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы", разработанными в соответствии с Федеральным законом "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" и "Положением о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании".

- Напряженность ЭМП радиочастот на рабочих местах не должна превышать по электрической составляющей 20 В/м в диапазоне частот 100 кГц...30 МГц и 5 В/м при $f = 30...300$ МГц; по магнитной составляющей предельная напряженность $H_{пред} = 5$ А/м при $f = 100$ кГц...1,5 МГц.

- В диапазоне СВЧ $f = 300...300000$ МГц допустимая плотность потока мощности (ППМ_{доп}) при времени облучения (τ облуч) в течение всего рабочего дня составляет 10 мкВт/см², при τ облуч, равном 2 ч, - 100 мкВт/см² и при τ облуч, равном 15...20 мин, - 1000 мкВт/см² (при обязательном использовании защитных очков!). В остальное рабочее время интенсивность облучения не

должна превышать 10 мкВт/см^2 . Для лиц, профессионально не связанных с облучением, и для населения в целом ППМ не должен превышать 1 мкВт/см^2 .

Конструкция ВДТ должна предусматривать регулирование яркости и контрастности.

Защита человека от опасного воздействия электромагнитного излучения осуществляется следующими способами:

СКЗ:

- защита временем;
- защита расстоянием;
- снижение интенсивности излучения непосредственно в самом источнике излучения;
- экранирование источника в виде гибких полотен из лент аморфных и нанокристаллических магнитомягких сплавов, прошедших специальную термомагнитную обработку;
- защита рабочего места от излучения;

СИЗ:

Применение средств индивидуальной защиты (СИЗ), которые включают в себя

- Очки и специальная одежда, выполненная из металлизированной ткани (кольчуга). При этом следует отметить, что использование СИЗ возможно при кратковременных работах и является мерой аварийного характера.

Ежедневная защита обслуживающего персонала должна обеспечиваться другими средствами.

- Вместо обычных стекол используют стекла, покрытые тонким слоем золота или диоксида олова (SnO_2).
- Экранирование источника излучения и рабочего места осуществляется специальными экранами по ГОСТ 12.4.154.

Факторы электрической природы

Электробезопасность представляет собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статистического электричества.

Электроустановки классифицируют по напряжению: с номинальным напряжением до 1000 В (помещения без повышенной опасности), до 1000 В с присутствием агрессивной среды (помещения с повышенной опасностью) и свыше 1000 В (помещения особо опасные).

В отношении опасности поражения людей электрическим током различают:

1. Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.
2. Помещения с повышенной опасностью, которые характеризуются наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: сырость, токопроводящая пыль, токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.), высокая температура, возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям, технологическим аппаратам, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования - с другой.
3. Особо опасные помещения, которые характеризуются наличием оборудования свыше 1000 В и одного из следующих условий, создающих особую опасность: особой сырости, химически активной или органической среды, одновременно двух или более условий повышенной опасности.

Территории размещения наружных электроустановок в отношении опасности поражения людей электрическим током приравниваются к особо опасным помещениям.

Производственный цех относится к помещению с повышенной опасностью поражения электрическим током. В помещении применяются

следующие меры защиты от поражения электрическим током: недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения, все токоведущие части изолированы и ограждены. Недоступность токоведущих частей достигается путем их надежной изоляции, применения защитных ограждений (кожухов, крышек, сеток и т.д.), расположения токоведущих частей на недоступной высоте

Дополнительные электрозащитные средства в электроустановках.

- Основными электрозащитными средствами в электроустановках напряжением до 1000 В являются диэлектрические перчатки, изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками и указатели напряжения.

- Дополнительными электрозащитными средствами являются диэлектрические галоши (боты), сапоги, диэлектрические резиновые коврики, дорожки и изолирующие подставки.

- Диэлектрические боты, галоши и сапоги применяют для изоляции человека от основания, на котором он стоит. Боты применяют в электроустановках любого напряжения, а галоши и сапоги — только при напряжении до 1000 В.

- Диэлектрические коврики и дорожки — это изолирующие основания. Их применяют в закрытых электроустановках любого напряжения.

-Изолирующие подставки также изолируют человека от грунта или пола. В электроустановках напряжением до 1000 В изолирующие подставки выполняют без фарфоровых изоляторов, а выше 1000 В — обязательно на фарфоровых изоляторах.

Основными мероприятиями по обеспечению электробезопасности являются:

- 1) изолирование (ограждение) токоведущих частей, исключающее возможность случайного прикосновения к ним;__ 2) установки защитного заземления;
- 3) наличие общего рубильника;
- 4) своевременный осмотр технического оборудования, изоляции;
- 5) Использование разделительных трансформаторов.

Безопасные номиналы: $U = 12-36\text{В}$, $I = 0,1\text{ А}$, $R_{\text{зав}} = 4\text{ Ом}$.

4.4.1. Факторы пожарной и взрывной природы.

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1 - В4, Г и Д, а здания - на категории А, Б, В, Г и Д. По пожарной опасности наружные установки подразделяются на категории A_n , B_n , V_n , G_n и D_n .

Согласно НПБ 105-03 производственный цех относится к категории В - Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б.

По степени огнестойкости данное помещение относится к 1-й степени огнестойкости по СНиП 2.01.02-85 (выполнено из кирпича, которое относится к трудно сгораемым материалам). Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

- а) халатное неосторожное обращение с огнем (оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);
- б) утечка метана (при концентрации в воздухе от 4,4 % до 17 % метан взрывоопасен).

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Для устранения причин возникновения и локализации пожаров в помещении лаборатории должны проводиться следующие мероприятия:

- а) использование только исправного оборудования;
- б) проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;
- д) отключение электрооборудования, освещения и электропитания при предполагаемом отсутствии обслуживающего персонала или по окончании

работ;

е) курение в строго отведенном месте;

ж) содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Огнетушители водо-пенные (ОХВП-10) используют для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В. Кроме того, порошковые применяют для тушения документов.

Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например ОП-5.

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей. В случае возникновения очага возгорания эвакуация людей и оборудования должна производиться по специальным эвакуационным путям, обозначенные на планах эвакуации в случае пожара, которые должны быть вывешены в наиболее видных местах. Эвакуационными выходами служат двери и ворота, ведущие из помещения наружу

Здание должно соответствовать требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, порошковых или углекислотных огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу
ресунке №2

4.4.2 Охрана окружающей среды

. Охрана окружающей среды - это комплексная проблема и наиболее активная форма её решения - это сокращение вредных выбросов промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства. Использование новых, более эффективных технологических процессов, резкое повышение производительности и расширение масштабов производства потребовали увеличения затрат материальных и энергетических ресурсов, что, в свою очередь, привело к росту отрицательного воздействия на окружающую среду.

Основными производственными отходами на заводе является металлическая стружка, отработанная смазочно-охлаждающая жидкость (СОЖ), абразивный пыль, люминесцентные лампы

Отходы производства и способы их ликвидации и переработки:

1) Металлическая стружка. Образование производственных отходов в виде металлической или цветной стружки подразумевает под собой утилизацию или вторичную переработку данного материала. В частности, стружка - материал, пригодный для последующего применения и переплавки в сталеплавильных печах для получения нового металла. Общий цикл утилизации стружки следующий:

стружка по конвейерной ленте из станка попадает в цеховой бак приемки стружки, затем погрузчиком, на территории предприятия, складировается в специальных контейнерах, они различаются по виду стружки – для каждого вида стружки (вида стали или цветного металла) отдельный контейнер, как только контейнеры заполняются стружкой их вывозят на металлоперерабатывающие предприятия и продают как вторсырье. Там стружка очищается от посторонних включений (мусор, масла, СОЖ), путем прогонки через магнитные ковши и печи малой температуры, брикетируется и далее может быть доставлена на сталелитейные предприятия, где она может быть переплавлена как сама по себе, так и добавлена в другие расплавы в печах,

из которых в дальнейшем получают сталь для заготовок, которые вновь используются на производстве.

2). СОЖ. Химическая и физическая устойчивость СОЖ позволяет организовать их циклическое использование с регулярным восстановлением первоначальных свойств. Оно заключается в механической очистке от твердых включений, нейтрализации окислителей, обеззараживании и биологической очистке.

Выбирая метод утилизации, ориентируются на экономичность процесса, основу которой составляет эффект масштабности производства. Расходы по содержанию вспомогательного оборудования и персонала при небольших объемах нейтрализации эмульсий не окупаются. Специализированные компании, оснащенные современной техникой, могут выбрать наиболее технологичный способ переработки.

Таким образом для нашего предприятия будет рентабельней утилизировать СОЖ на специальных заводах и фабриках. Отработанная СОЖ из баков станков откачивается насосами в специальные бочки для хранения и транспортировки агрессивной жидкости и доставляется погрузчиком на складе ГСМ на хранение, до заполнения всей свободной тары. Далее ее следует отвезти в компанию, специализирующуюся по переработке отработанных спец жидкостей.

3. Абразив, пыль, масляный туман. Все эти категории отходов объединяются одним общим свойством – переносом по воздуху.

Для металлообрабатывающего цеха характерно механическое удаление воздуха из помещения с поступлением воздуха через окна и двери. Как правило вентиляция для удаления воздуха осевыми вентиляторами, установленными на крыше или стене цеха, и имеет выходной рукав непосредственно на улицу, в окружающую среду. Конструкция представляет собой сеть гибких воздуховодов на кронштейнах, с фрикционными воронками-уловителями и воздушной заслонкой над рабочей зоной станков, что позволяет регулировать их положение и расход воздуха.

Так же существует метод при котором к рабочей зоне станка непосредственно подается передвижной фильтровальный агрегат. Благодаря такой схеме удастся исключить капитальные и эксплуатационные затраты для стационарных вытяжных систем, более гибкая настройка удаления загрязнения из зоны станка.

Оба этих метода удаления загрязненного воздуха из рабочей зоны станка объединяет наличие фильтрующего элемента в цепи воздуха отвода. Фильтр – съёмный расходный элемент, предназначенный для очищения проходящего воздушного потока, путем удержания в себе загрязняющих элементов. Фильтры подразделяются в зависимости от задачи удержания тех или иных вредных веществ в воздухе:

- Универсальные электростатические фильтры. Предназначены для удаления сварочного, масляного и других высокодисперсных аэрозолей взрыво- и пожароопасных концентраций, образующихся при различных видах обработки в машиностроении.

Металлообрабатывающие участки оснащены пылеуловителями типа «Циклон» и барботажно-вихревыми пылеуловителями

- Фильтро-вентиляционные агрегаты для улавливания масляного тумана. Предназначены для отсоса и очищения воздуха от масляного тумана, глицерина, пластификаторов и других технологических жидкостей в процессах металлообработки резанием, при холодной штамповке и прокатке, литье под давлением, промасливании, консервации.

- Агрегаты для улавливания пыли. Предназначены для удаления твердых сухих пылей (абразивных, металлических, неметаллических - графит, стекло и т.п.) при среднем размере от 3 мкм и более или от 0,3 мкм и более при наличии БУО.

Согласно данным инвентаризации источников валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу было выявлено 146 источников выбросов, все организованные. Общее количество выбрасываемых в атмосферу

загрязняющих веществ равно 82 тонн/год. Выбросы осуществляются через индивидуальные и групповые вентиляционные системы. Суммарное количество выбрасываемых вредных веществ по заводу составляет 86 наименований.

Наш цех относится- класса опасности: железа оксид, олово, сажа, пыль неорганическая, сож, серый диоксид, ксилол, толуол, спирт н-бутиловый, аэрозоль краски, пыль талька, парафин.

В результате проведенных расчетов приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосфере было установлено, что превышений предельно допустимых концентраций (ПДК) на границе предприятия нет.

Существует множество мероприятий по защите окружающей среды:

Механизация и автоматизация производственных процессов, сопряженных с опасностью для здоровья.

Применение технологических процессов и оборудования, исключающих появление вредных факторов.

Защита работающих от источников тепловых излучений.

Устройство и оборудование вентиляции и отопления.

Применение средств воздухоочистки.

Предотвращение выброса вредных веществ в окружающую среду.

Применение средств индивидуальной защиты работающих.

В охране окружающей среды важную роль играют службы контроля качества окружающей среды, призванные вести, систематизированные наблюдения за состоянием атмосферы, воды и почв для получения фактических уровней загрязнения окружающей среды.

4.4.3. БЕЗОПАСНОСТЬ в ЧС.

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – состояние, при котором в результате возникновения источника ЧС на объекте, определенной территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей,

возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

Под источником ЧС понимают опасное природное явление, аварию или опасное техногенное происшествие, широко распространенную инфекционную болезнь людей, а так же применение современных средств поражения, в результате чего произошла или может возникнуть ЧС.

В настоящее время существует два основных направления минимизации вероятности возникновения последствий ЧС на промышленных объектах. Первое направление заключается в разработке технических и организационных мероприятиях, уменьшающих вероятность реализации опасного поражающего потенциала в современных технических системах. В рамках этого направления на заводе технические системы снабжают защитными устройствами – средствами взрыво- и пожарозащиты технологического оборудования, электро- и молниезащиты, локализации и тушения пожаров и т.д.

Второе направление заключается в подготовке объекта и обслуживающего персонала к действиям в условиях ЧС. Основой второго направления является формирование планов действий в ЧС. Для этого на заводе прогнозируют размеры и степень поражения объектов при воздействии на него поражающих факторов различных видов (взрывы, пожары, отключения электроэнергии, наводнения, землетрясения, террористические акты, нападение вероятного противника и др.), опираясь на экспериментальные и статистические данные о физических и химических явлениях, составляющих возможную аварию.

Повышение устойчивости технических систем и объектов достигается главным образом организационно-техническими мероприятиями. Для этого сначала исследуется устойчивость и уязвимость предприятия в условиях ЧС. Исследования включают в себя анализ:

- надежности установок и технологических комплексов;
- последствий аварий отдельных систем производства;
- распространения ударной волны по территории предприятия при взрывах коммуникаций;

- распространения огня при пожарах различных видов;
- рассеивания веществ, высвобождающихся при ЧС;
- возможности вторичного образования токсичных, пожаро- и взрывоопасных смесей и т.п.

1.Производственная авария – это внезапное прерывание работы или нарушение устойчивого режима процесса производства на любом предприятии, которые приводят к повреждению или уничтожению зданий, сооружений, материальных ценностей и поражению людей. В случае различного рода аварий и возникает необходимость в спасательных и других неотложных работах. Их целью является: спасение людей и оказание помощи пораженным; локализация аварий и устранение повреждений, препятствующих проведению спасательных работ; создание условий для проведения восстановительных работ. Спасательные работы проводят непрерывно до полного завершения работы и характеризуются большим объемом и сложностью обстановки.:

2.Сильные морозы

Аварии на теплосетях, Электросетях, в системе водоснабжение и транспортном хозяйстве. Чтобы избежать от остановки производства и дальнейших последствий :

- своевременно надо провести качественную термоизоляцию трубопроводов теплосети и системы водоснабжение. Обеспечить запас питьевой воды как минимум суточную норму употребление. Всегда держать резервные транспортные средства в рабочем состоянии.

3. Предполагаемая диверсия Не санкционированное проникновение посторонних лиц на рабочий место. Экстремальные ситуации ,терроризм. Чтобы избежать подобных вышеуказанных случаев надо усилить пропускной режим, оградить территорию предприятия, устанавливать камеры видеонаблюдение и провести личные досмотры в контрольных пунктах пропуска людей

В перечень спасательных работ входят:

- Разведка маршрутов выдвижения невоенизированных формирований;
- Розыск пострадавших, извлечение их из под завалов, из задымленных помещений;

- Эвакуация людей из опасной зоны;

- Вскрытие разрушенных объектов и подача в них воздуха. В планах гражданской обороны на мирное время предусмотрено создание группировки сил гражданской обороны, предназначенной для ведения спасательных и других неотложных работ в условиях чрезвычайных ситуаций. Чрезвычайная ситуация (ЧС) - состояние, при котором в результате возникновения источника ЧС на объекте, определенной территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде

Чрезвычайные ситуации классифицируются:

ЧС военного времени;

- вооруженные нападения на военные объекты и склады, выступления экстремистских групп, применение оружия массового поражения; ЧС невоенного времени:

- техногенные, к которым относятся: пожары, взрывы с последующим горением, внезапное обрушение сооружений, крупные транспортные аварии, аварии на электроэнергетических системах, на очистных сооружениях;

- природные - то есть связанные с проявлением стихийных сил природы; это могут быть землетрясения, наводнения, ураганы, бури, природные пожары;

- биолого-социальные, к которым относятся: изменение состояния почвы, изменение состава и свойств воздушной среды, водной среды и изменение состояния биосферы

Основные мероприятия по повышению устойчивости промышленного объекта, проводимые в мирное время, предусматривают защиту работающих и инженерно-технического комплекса от последствий стихийных бедствий, аварий, а также поражающих факторов ядерного взрыва, обеспечение

надежности управления материально-технического снабжения, светомаскировку объекта, подготовку его к восстановлению нарушенного производства и перевод)" на режим работы в условиях ЧС.

Для обеспечения устойчивости вводятся следующие мероприятия:

- защитные сооружения: убежища для укрытия работающих на предприятии;
- производятся подготовительные мероприятия к рассредоточению и эвакуации в загородные зоны персонала;
- накопление, хранение и поддержание готовности средств индивидуальной защиты;
- сохранение материальной основы производства, зданий, технологического оборудования и коммунально-энергетических сетей;
- наличие между зданиями противопожарных разрывов;
- сооружение над технологическим оборудованием в виде кожухов, шатров, зонтов, защищающих от повреждения обломками разрушающихся конструкций. Абсолютную безопасность обеспечить невозможно, т.к. всегда будет оставаться риск возникновения чрезвычайных ситуаций, зависящий не только от поведения людей, но и от природы.

Ликвидация чрезвычайных ситуаций осуществляется силами и средствами самого предприятия или с привлечением Вооруженных сил РФ, Войск гражданской обороны РФ и других войск и воинских формирований в соответствии с законодательством Российской Федерации.

4.4.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

1. ГОСТ 12.4.154-85 "ССБТ. Устройства экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты"
2. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны
3. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 "Электромагнитные излучения радиочастотного"

диапазона (ЭМИ РЧ)".

4. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

5. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.

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

7. ГОСТ 12.4.123-83. Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений. Общие технические требования.

8. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

9. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.

10. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.

ГОСТ 12.2.037-78. Техника пожарная. Требования безопасности

11. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха

12. ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов.

13. СНиП 21-01-97. Противопожарные нормы.

14. ГОСТ 12.4.154. Система стандартов безопасности труда. Устройства экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты. Общие технические требования, основные параметры и размеры

15. СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение"

Графические материалы

1) Освещенность на рабочем месте

Литература

1. Н. Н. Остапенко, Н.П. Кириллов, В. В. Данилевский. Общая технология металлов. Изд. 3-е, переработанное и дополненное. –М.: Изд-во Профтехиздат, 1960г.
- 2.Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени и времени на обслуживание рабочего места на работы, выполняемые на металлорежущих станках.-М.: Изд-во Экономика, 1988 г.
- 3.Общемашиностроительные укрупненные нормативы времени на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Часть II. -М.: экономика, 1988 г.
- 4.Основы конструирования приспособлений в машиностроении. Корсаков В. С. – М.: Машиностроение, 1971 г.- 288 с.
- 5.Режимы резания металлов. Справочник. Изд. 3-е, переработанное и дополненное./ Под ред. Ю.В. Барановского. -М.: Машиностроение, 1972 г.
- 6.Справочник технолога – машиностроителя. Том 1 - т./Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова.-М.: Машиностроение, 1985 г.
- 7.Справочник технолога – машиностроителя. Том 2 - т./Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова.-М.: Машиностроение, 1985 г.
- 8.Технология машиностроения: В 2 т. Т. 1.Основы технологии машиностроения:
Учебник для вузов / Под ред. А. М. Дальского. – М.: Изд-во МГТУ им. Баумана , 1999г. – 564 с., ил.
- 9.Технология машиностроения: В 2 кн. Кн. 1.Основы технологии машиностроения:
Учеб. пособие для вузов / Под ред. С. Л. Мурашкина. – М.: Высш. школа, 2003г. – 278 с., ил.
10. Станочные приспособления: Учебное пособие/ А.Г.Схирладзе, В.Ю. Новиков, Г.А. Мелетьев – Йошкар-Ола, ГТУ ,1998г. – 170 с.
11. Станочные приспособления: Справочник Том 1 - т./Под ред. Б.Н. Вардашкина, А.А.Шатилова - М.: Машиностроение, 1984 г. – 592 с., ил.
12. Станочные приспособления: Справочник Том 2 - т./Под ред. Б.Н. Вардашкина, А.А.Шатилова - М.: Машиностроение, 1984 г. – 592 с., ил.
13. С.В. Кирсанов, В.А. Гречишников, А.Г. Схиртладзе, В.И. Кокарев. Инструменты для обработки точных отверстий.– М.: Машиностроение, 2005 г., изд. 2 –е переработанное и дополненное.
14. Современные конструкции инструментов для сверления и растачивания глубоких отверстий. Кирсанов С.В. , Инженерный журнал. Справочник с приложением. №2(95), 2005 г.

15. Смазочно-охлаждающие технологические средства, применяемые при обработке глубоких отверстий. Кирсанов С.В. , Инженерный журнал. Справочник с приложением. №6(51), 2001 г.
- 16.Скворцов.В.Ф. Технология конструкционных материалов.Учебн.пособие. О.Н.Калачев, А.Г.Схиртладзе и др. – Ярославль; Ярославский государственный технический университет, 1995. – 298 с.
17. КоротковВ.С.Метрология стандартизация и сертификация:учебное пособие/ В.С Коротков, А.И. Афонасов-Томск:Издат-во Томского политехнического университета,2012-195с..
19. Курсовое проектирование по технологий машиностроения/Учебное пособие для вузов-Стереотипное издание.1983г-М:Альянс,2015.-256 Горбацевич А.Ф.
- 20.Дубовцев В.А. Безопасность жизнедеятельности. / Учеб. пособие для дипломников. - Киров: изд. КирПИ, 1992.
- 21.Мотузко Ф.Я. Охрана труда. – М.: Высшая школа, 1989. – 336с.
- 22.Безопасность жизнедеятельности. /Под ред. Н.А. Белова - М.: Знание, 2000 - 364с.
- 23.Самгин Э.Б. Освещение рабочих мест. – М.: МИРЭА, 1989. – 186с.3
- 24.Справочная книга для проектирования электрического освещения. / Под ред. Г.Б. Кнорринга. – Л.: Энергия, 1976.
- 25.Борьба с шумом на производстве: Справочник / Е.Я. Юдин, Л.А. Борисов; Под общ. ред. Е.Я. Юдина – М.: Машиностроение, 1985. – 400с., ил.
- 26.Зинченко В.П. Основы эргономики. – М.: МГУ, 1979. – 179с.
27. Методические указания к курсовой работе по экономике фирмы. – Томск: Изд. ТПУ, 2000г.
28. [http:// www. ascon.ru](http://www.ascon.ru)
29. [http:// forum.ascon.ru](http://forum.ascon.ru)