

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 "вал" и оснастки для ее изготовления

УДК № 621.85.051.001.6

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л32	Сапаров Абдуазим Нуритдинович		

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
Доцент	Ефременков Егор Алексеевич	к.т.н.		

Томск - 2018 г.

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, nano технологий, 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 (НОЦ) 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	Сапарову Абдуазиму Нуритдиновичу

Тема работы:

«Разработка технологического процесса изготовления детали "вал" 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	Сапаров Абдуазим Нуритдинович		

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, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л32	Сапаров Абдуазим Нуритдинович

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	Сапаров Абдуазим Нуритдинович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л32	Сапарову Абдуазиму Нуритдиновичу

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

Тема дипломной работы: «Разработка технологического процесса изготовления детали "вал" и оснастки для ее изготовления»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования и области его применения.	Разработка технологического процесса изготовления детали "вал" 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 законодательства; – организационные мероприятия при компоновке 	Рассмотрены специальные правовые нормы трудового законодательства, мероприятия при компоновке рабочей зоны, приведен перечень НТД. Расчет освещения. План эвакуации План размещения светильников на потолке

рабочей зоны.	
---------------	--

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л32	Сапаров Абдуазим Нуритдинович		26.02.18

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 101 стр., 8 рис. , 24 табл., 23 источников.

Ключевые слова: вал, технологический процесс, оснастка, приспособление, размерный анализ, деталь.

Объектом исследования при написании работы была деталь «Вал» и технологический процесс ее изготовления.

Выпускная квалификационная работа состоит из 4-х разделов.

Во введении раскрывается актуальность исследования по выбранному направлению, цель и задачи исследования.

В разделе первом проектируется операционный технологический процесс изготовления детали. Определяется тип производства, разрабатывается маршрутная карта технологического процесса, рассчитываются технологические размеры, режимы резания и нормы времени.

В разделе втором проектируется специальное станочное приспособление, которое будет использовано для фрезерной операции.

В разделе третьем рассмотрен экономический анализ по оценке деловой привлекательности научной разработки.

В разделе четвертом рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места на механическом участке, промышленного предприятия по изготовлению детали "Вал".

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	12
1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	13
1.1 Анализ конструкции детали.....	13
1.2 Выбор заготовки.....	14
1.3 Структура технологического процесса.....	15
1.4 Выбор оборудования и технологической оснастки.....	17
1.5 Расчет припусков и технологических размеров.....	21
1.5.1 Построение графа в осевом направлении.....	21
1.5.2 Схема обработки в осевом направлении.....	21
1.5.3 Расчет припусков.....	24
1.5.4 Построение графа в радиальном направлении.....	27
1.6 Расчет режимов резания.....	34
1.7 Нормирование технологического процесса.....	42
2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	52
2.1 Техническое задание.....	52
2.2 Выбор приспособления.....	52
3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	53
3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научного исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	53
3.1.1 Потенциальные потребители услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «Вал».....	53
3.1.2 Определение качества технологического процесса изготовления детали «Вал» и его перспективности на рынке с помощью технологии QuaD.....	55
3.1.3 Комплексный анализ научно-исследовательского проекта по разработке технологического процесса изготовления детали «Вал» посредством SWOT-анализа.....	56
3.2. Планирование научно-исследовательской работы.....	59
3.2.1 Структура работы в рамках научного исследования.....	59
3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ.....	60
3.2.3 Разработка графика проведения научного исследования.....	63
3.2.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	66
3.2.5 Расчет материальных затрат НТИ.....	67

3.2.6 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ.....	68
3.2.7 Основная заработная плата исполнителей темы.....	68
3.2.8 Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	71
3.2.9 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	72
3.2.10 Накладные расходы.....	73
3.2.11 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	73
3.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	74
4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	78
4.1 Описание рабочего места.....	78
4.2 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды.....	78
4.2.1 Метеоусловия.....	79
4.2.2 Вредные вещества	81
4.2.3 Производственный шум.....	82
4.2.4 Освещенность.....	83
4.2.5 Электромагнитные поля.....	87
4.3 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды.....	88
4.3.1 Факторы пожарной и взрывной природы.....	88
4.4 Охрана окружающей среды.....	93
4.4.1 Защита в ЧС.....	94
4.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	98
Список использованных литературы.....	100

ВВЕДЕНИЕ

Научно-технический прогресс в машиностроение в значительной степени определяет развитие и совершенствование всех остальных отраслей. Важнейшими условиями ускорения научно-технического процесса являются рост производительности труда, повышение конкурентоспособности и улучшению качества.

Совершенствование технологических методов изготовления машин имеет при этом первостепенное значение. Качество машины, надежность, долговечность и экономичность в эксплуатации зависят не только от совершенства ее конструкции, но и от технологии производства. Применение прогрессивных высокопроизводительных методов обработки, обеспечивающих высокую точность и качество поверхностей деталей машины, методов упрочнения рабочих поверхностей, повышающих ресурс работы деталей и машины в целом - все это направлено на решение главных задач: повышения эффективности производства, конкурентоспособности и качества продукции.

Целью дипломного проекта является: разработка технологического процесса изготовления детали "вал" и оснастки для ее изготовления.

1. Технологическая часть

1.1 Анализ конструкции детали

Исходные данные.

Деталь: “Вал” (приложение 1);

Материал: Сталь, 40Х13 ГОСТ 5632 - 72;

Годовая программа выпуска – 200 шт.;

Тип производства – мелкосерийное.

На чертеже указаны все необходимые требования и данные для изготовления детали.

Деталь — вал, представляет собой тело вращения. Деталь имеет типичную цилиндрическую форму. Вал имеет два шпоночных паза на поверхности $\varnothing 13h9$. Деталь изготавливается из жаропрочной коррозионностойкой стали (C=0,36-0,45%; S=0,025%; P=0.03%; Si=0,03%; Mn=0,8%; Cu=0,3%; Nb=0,6%; Cr=12-14%; Ti=0,2%). Из конструкции детали видно, что наиболее рациональным является получение детали из проката. При этом форма полученной заготовки приближается к форме готовой детали.

Деталь имеет габаритные размеры: длина – 332 мм., диаметр – 27 мм. Имеются точные размеры $\varnothing 15s7$, $\varnothing 15h9$, с шероховатостью $R_A 0,63$, которые полируются в конце технологического процесса. Также $\varnothing 23h9$ и $\varnothing 23S7$ для осуществления требуемой посадки в сборке. Для базирования детали на $\varnothing 23S7$ предусмотрен буртик $\varnothing 27$. Поверхности $\varnothing 15f9$ обрабатываются под подшипники скольжения, $\varnothing 15s7$ под манжету. Поверхности, на которых не указана шероховатость, выполнены с шероховатостью $R_Z 40$. Остальные размеры выполняются по H14, h14, $\pm \frac{IT14}{2}$

После изготовления вал подвергается закалке ТВЧ до 35...40 HRC.

1.2 Выбор заготовки

Существуют три пути выбора 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. Методы получения точных заготовок — точное литье, листовая 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. Применяется в массовом и крупносерийном производстве.

3. Заготовка на заказ – покупка точной заготовки на специализированном заводе.

С учетом технологических свойств материала детали (материал детали сталь 40X13 обладает достаточной пластичностью), ее габаритов, формы и массы, требований к механическим свойствам (особых требований нет), а также типом производства (мелкосерийное) выбираем в качестве исходной заготовки – прокат горячекатаный. Диаметр прутка выбираем 30 мм., длина прутка 2000 мм.

Марка материала - Сталь 40X13 ГОСТ 5632-72.

1.3 Структура технологического процесса

Проектирование технологических процессов (ТП) механической обработки начинается с изучения служебного назначения детали, технических требований к ней, норм точности и программы выпуска, анализа возможности предприятия по обработке данной детали.

Проектирование ТП представляет собой многовариантную задачу, правильное решение которой требует проведения ряда расчетов. В начале проектирования предварительно устанавливаются виды обработки отдельных поверхностей заготовки и методы достижения их точности, соответствующие требованиям чертежа, серийности производства и существующего на предприятии оборудования.

При установлении последовательности операций следует руководствоваться следующими общими соображениями:

1. В первую очередь надо обрабатывать поверхности детали, которые являются базами для дальнейшей обработки.
2. Затем следует обрабатывать поверхности, с которых снимается наиболее толстый слой металла, так как при этом легче обнаруживаются внутренние дефекты заготовки (раковины, включения, трещины и т.п.).
3. Операции, где существует вероятность брака из-за дефектов в материале или сложности механической обработки, должны выполняться в начале процесса.
4. Далее последовательность операций устанавливается в зависимости от требуемой точности поверхности: чем точнее должна быть поверхность тем позднее она должна обрабатываться, так как обработка каждой последующей поверхности может вызвать искажение ранее обработанной поверхности; это происходит из-за того, что снятие каждого слоя металла с поверхности детали вызывает перераспределение внутренних напряжений, что и вызывает деформацию детали.
5. Поверхности, которые должны быть наиболее точными и с наименьшей шероховатостью, должны обрабатываться последними; этим

исключается или уменьшается возможность изменения размеров и повреждения окончательно обработанных поверхностей. Если такие поверхности были обработаны ранее и потом выполнялись еще другие операции, то их обрабатывают повторно для окончательной отделки.

б. Совмещение черновой и чистовой обработки на одном и том же станке может привести к снижению точности обработанной поверхности вследствие влияния значительных сил резания и сил зажима при черновой обработке и большего износа деталей станка.

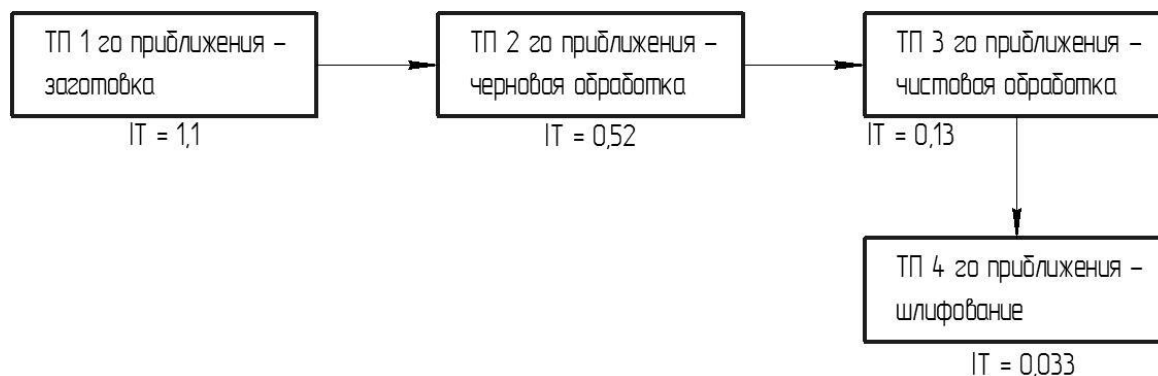
Структура технологического процесса – это последовательность и количество операций установок и переходов. Структура технологического процесса определяется: конфигурацией детали и заготовки (вид обработки) и точностью обработки (размеров, формы расположения поверхностей и шероховатость)

Фрезерно-отрезную операцию применяем для отрезки прутка на нужную длину. Первую токарную операцию применяем как черновую для предварительной обработки заготовки, черновой обдирки вала, подрезки торцев, сверления центровочных отверстий. Вторую токарную операцию используем для чистовой обработки вала, точения поверхностей.

Круглошлифовальную операцию применяем для обработки поверхностей $\text{Ø}15\text{s}7$, $\text{Ø}15\text{h}9$. После выполнения полировки шероховатость данных поверхностей будет $R_A 0,63$ мкм.

И последняя операция контрольная – применяется для окончательного контроля всех размеров.

Точные детали обрабатываются по схеме



$$E_{\Sigma} = \frac{IT_{\text{заг}}}{IT_{\text{дет}}} = \frac{1,1}{0,033} = 33,33$$

где E – уточнение

1-ое приближение	1
2-ое приближение	$E_{\Sigma} = \frac{IT_{\text{заг}}}{IT_{\text{черн}}} = \frac{1,1}{0,52} = 2,12$
3-ое приближение	$E_{\Sigma} = \frac{IT_{\text{черн}}}{IT_{\text{чист}}} = \frac{0,53}{0,13} = 4$
4-ое приближение	$E_{\Sigma} = \frac{IT_{\text{чист}}}{IT_{\text{дет}}} = \frac{0,13}{0,033} = 3,94$
E_{Σ}	$E_{\Sigma} = E_1 \times E_2 \times E_3 \times E_4 = 1 \times 2,12 \times 4 \times 3,94 = 33,33$

1.4 Выбор оборудования и технологической оснастки

При проектировании технологических процессов необходимо располагать всеми данными, характеризующими технологическое оборудование. Для этого необходимо иметь паспорт станков.

Выбор типа станка, прежде всего, определяется его возможностью обеспечить выполнение технических требований, предъявляемых к обработанной детали в отношении точности ее размеров, формы и шероховатости поверхностей. Если по характеру обработки эти требования можно выполнить на различных станках выбирают тот или другой станок для выполнения данной операции на основе следующих соображений:

1. Соответствие основных размеров станка габаритным размерам обрабатываемой детали;
2. Соответствие производительности станка количеству деталей, подлежащих обработке в течение года;
3. Возможно, более полное использование станка по мощности и по времени;
4. Наименьшая затрата времени на обработку;
5. Наименьшая себестоимость обработки;
6. Наименьшая отпускная цена станка;
7. Реальная возможность приобретения того или другого станка;
8. Необходимость использования имеющихся станков.

Одновременно с выбором станка надо установить какое приспособление необходимо для выполнения на данном станке намеченной операции. В единичном и мелкосерийном производстве широко применяется обработка с приспособлениями универсального типа, которые обычно являются принадлежностями станков (тиски, делительные универсальные головки, центра, кулачковые патроны и т.п.).

Также с выбором станка и приспособления для каждой операции выбирается необходимый режущий инструмент, обеспечивающий достижение наибольшей производительности, требуемых точности и шероховатости обработанной поверхности; указывается краткая характеристика инструмента, наименование и размер, марка материала и номер стандарта. Применение того или другого типа инструмента зависит от следующих основных факторов: вида станка, метода обработки, материала обрабатываемой детали, ее размера и конфигурации, требуемых точности и шероховатости обработки, вида производства.

При выборе и установлении метода обработки наряду с режущим инструментом указывается измерительный инструмент, необходимый для измерения детали в процессе ее обработки или после нее с краткой его характеристикой: наименование, тип, размер.

Все оборудование и технологическую оснастку (приспособление, режущий инструмент, вспомогательный и мерительный инструменты), используемые в данном технологическом процессе сводим в таблицу 1.

Таблица 1

№ опер.	Наименование оборудования	Приспособление	Режущий инструмент	Марка режущего инструмента	Измерительный инструмент
1	2	3	4	5	6
005	Фрезерно-отрезной станок МП-61	Тиски с призм. губками	Фреза $\phi 100$ ГОСТ 16230-81	P18	Щц-III-300-0,1 ГОСТ 166-89
010	Токарно-винторезный 1К62	Патрон прехудачный ГОСТ 2675-80	Резец проходной цирный ГОСТ 18879-73	Пластина из пвердого сплава Т15К6 ГОСТ 19045-80	Щц-III-300-0,1 ГОСТ 166-89
			Резец подрезной ГОСТ 18877-73	Пластина из пвердого сплава Т15К6 ГОСТ 19045-80	
			Сверло центробочное тип А исполнение 1 ГОСТ 14952-75	P6M5	
020	Токарно-винторезный 1К62	Патрон лобочный ГОСТ 2571-71 Хомутик ГОСТ 16488-70	Резец подрезной ГОСТ 18877-73	Пластина из сплава Т15К6 ГОСТ 19045-80	Щц-III-300-0,05 ГОСТ 166-89 Индикатор ГОСТ 5584-75
			Резец проходной цирный ГОСТ 18879-73	Пластина из сплава Т15К6 ГОСТ 19045-80	
			Резец фасочный ГОСТ 18875-73	P6M5	
025	Продольно-фрезерная	Делительная гайка с лоботом на 180°	Фреза пазовая $\phi 100$ ГОСТ 3964-69	P6M5	Нутромер ГОСТ 868-82 ЩЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-80
030	Круглошлифовальная ЗГ12М	Патрон лобочный ГОСТ 2571-71 Хомутик ГОСТ 16488-70	Круг ГОСТ 2424-83	140x40x16 24А 25-П СТ К 35м/с А 1кл.	Микрометр ГОСТ 4381-87
035	Полировальная 3Б852				
040	Контрольная	Стел контролера			Микрометр ГОСТ 4381-87 Щц-III-300-0,05 ГОСТ 166-89 Индикатор ГОСТ 5584-75

Расчет припусков и технологических размеров

1.5.1 Построение графа в осевом направлении (рис.1)

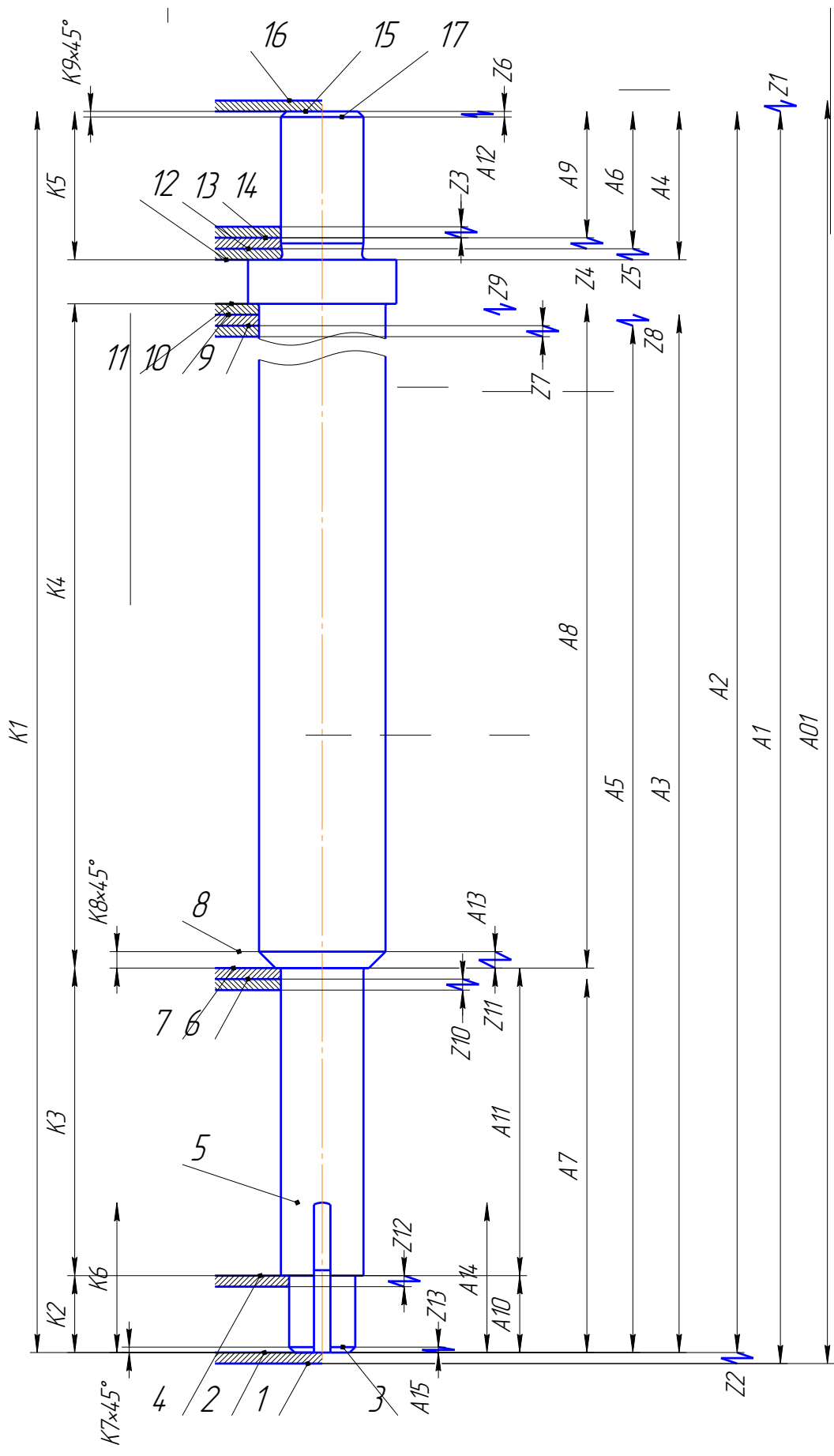
Построение начинается с размеренных связей заготовки на первой операции.

В качестве вершин граф-дерева выступают поверхности заготовки, припуска и готовой детали, а в качестве ребер технологические размеры, т.е. размеры, которые получаются при обработке, на которые настраивается станок. Построение граф-дерева является своеобразной проверкой правильности размеров, оно не должно иметь циклов и все поверхности должны быть привязаны к какой-либо базе. Технологические размеры будут составляющими звеньями, конструкторские будут исходными, а припуски будут замыкающими звеньями. Для построения граф-дерева необходима комплексная схема с пронумерованными поверхностями заготовки, детали и припусков.

1.5.2 Схема обработки в осевом направлении.

Вычерчивается эскиз готовой детали (рис.1) и на него наносятся припуски.

Схема размерного анализа
осевых размеров.



Рисунки 1

*Граф-дерево
осевых размеров.*

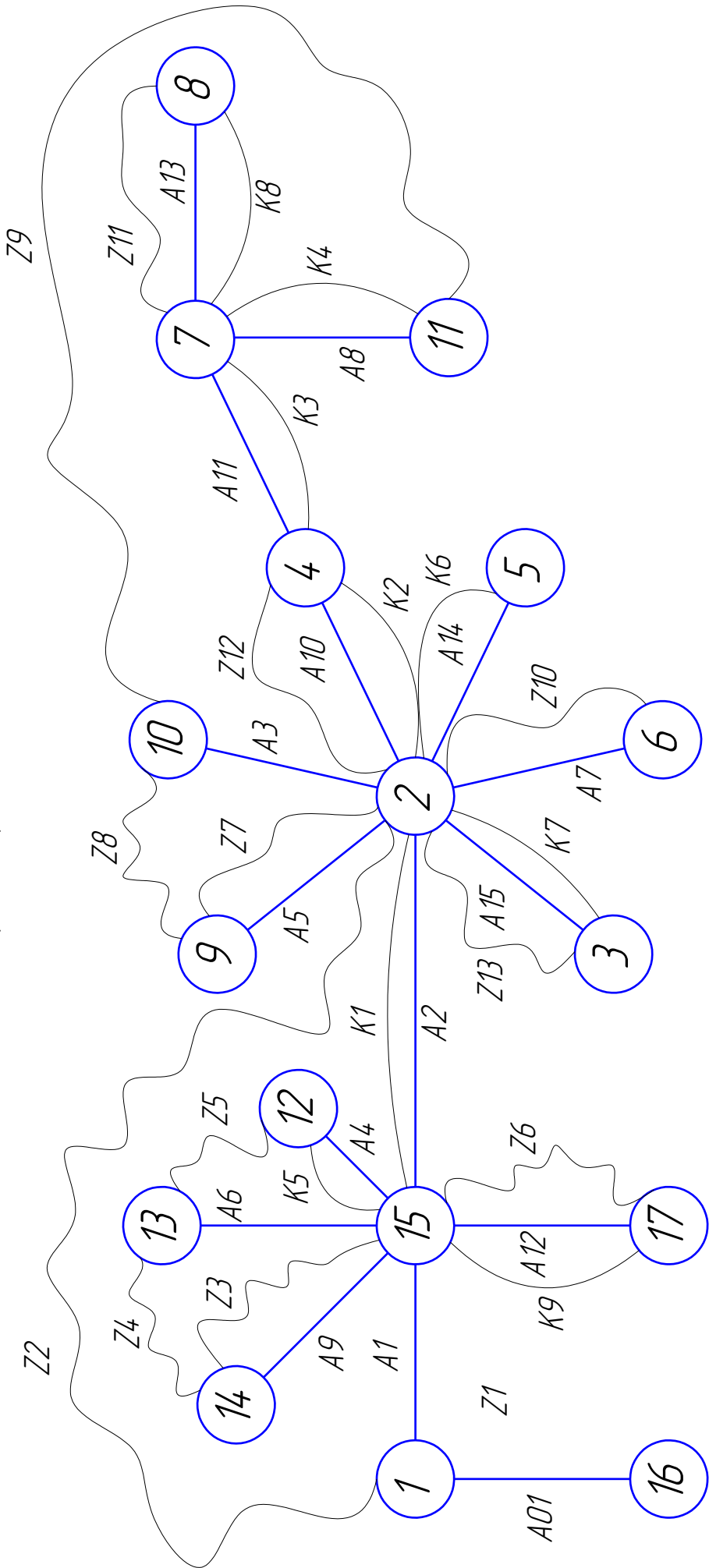


Рисунок 2

1.5.3 Расчет припусков.

Припуск - слой металла, который необходимо удалить, чтобы получить более качественную поверхность.

Определяем припуск по следующим формулам:

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

$$Z_{max} = Z_{min} + JT_Z, \text{ мм}$$

$$Z_c = \frac{Z_{max} + Z_{min}}{2}, \text{ мм}$$

$$\Delta_Z = \frac{JT_Z}{2}, \text{ мм, где}$$

R_Z - высота неровностей предшествовавшей обработке;

T - дефектный слой предшествовавшей обработке;

ρ - пространственное отклонение;

E - погрешность установки на данной операции;

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

JT_Z - допуск, Δ_Z - координата.

Рассчитанные припуски заносим в таблицу 2.

Расчет припусков

Таблица 2

Индекс	Состояние поверхности	R_Z , мкм	T , мкм	ρ , мкм	E , мкм	Z_{min} , мм	JT_Z , мм	Z_{max} , мм	Z_c , мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$Z_{1,2}$	После отрезки	160	150	80	260	0,6	2,8	3,4	2
$Z_{21,22}$	После отрезки	160	150	80	260	0,6	2,8	3,4	2
$Z_{13,14}$	После чернового точения	80	50	80	70	0,28	0,53	0,81	0,545
$Z_{14,15}$	После чистового точения	25	30	20	30	0,105	0,34	0,445	0,275
$Z_{7,8}$	После чернового точения	80	50	80	70	0,28	1,48	1,76	1,02
$Z_{4,5}$	После чернового точения	80	50	80	70	0,28	0,86	1,14	0,71
$Z_{16,17}$	После предварительного шлифования	20	30	40	20	0,11	0,214	0,324	0,217
$Z_{17,18}$	После чистового точения	25	20	20	40	0,105	0,34	0,445	0,275
$Z_{18,19}$	После чернового точения	80	50	80	70	0,28	0,73	1,01	0,5

Расчет конструкторских размеров

Таблица 3

Индекс	Предельный размер, мм	Допуск, мм	Среднее отклонение, мм	Средний размер, мм
1	2	3	4	5
K _{2,8}	70±0,37	0,74	0	70
K _{2,21}	332 _{-1,4}	1,4	-0,7	331,3
K _{21,16}	27±1	0,52	0	27
K _{15,16}	8 _{-1,614}	1,614	-0,807	7,193
K _{2,12}	120±1	2	0	120
K _{8,10}	3±0,175	0,25	0	3
K _{2,6}	28±0,26	0,52	0	28
K _{2,5}	14±0,215	0,43	0	14
K _{16,20}	3 _{-0,544}	0,544	-0,272	2,728
K _{5,6a}	14±0,1	0,2	0	14
K _{12,12a}	50±1	2	0	50

Пример расчета для размерной цепи T_{1,21}:

$$K_{2,21} + Z_{1,2} + T_{21,1} = 0$$

$$T_{21,1} = K_{2,21} + Z_{1,2} = 331,3 + 2 = 333,3$$

$$\Delta_{21,1} = \Delta_{2,21} + \Delta_{1,2} = -0,7 + 1,4 = 0,7$$

Определяем отклонения и предельный размер для T_{1,14}:

$$T_{пр} = T_{21,1} + \Delta_{21,1}$$

Тогда предельный размер: 332,6^{+1,4}

Расчет технологических размеров

Таблица 4

Индекс	Уравнения размерных цепей	Средний размер, мм	Допуск, мм	Среднее отклонение, мм	Предельный размер, мм
1	2	3	4	5	6
A21.A01	$K2.K21+Z1.Z2+A21A01 = 0$ $A21.A1=K2.K21+Z1.Z2=331.3+2=333.3$ $\Delta_{21,1} = \Delta_{2,21}+\Delta_{1,2} = -0,7+1,4 = 0,7$	333,3	1,4	+0,7	$332,6^{+1,4}$
A22.A01	$-A22.A01+A01.A21+Z21.Z22 = 0$ $A22.A01=A01.A21+Z21.Z22=333.3+2=335.3$ $\Delta_{22,1} = \Delta_{1,21}+\Delta_{21,22} = 0,7+1,4 = 2,1$	335,3	1,4	+2,1	$333,2^{+2,8}_{+1,4}$
A21.A17	$-A21.A17+K16.K21-Z17.Z16 = 0$ $A21.A17=K16.K21-Z17.Z16=27-0.217=26.8$ $\Delta_{21,17} = \Delta_{16,21}+\Delta_{17,16} = 0-0,107 = -0,107$	26,8	0,13	-0,11	$26,9^{-0,05}_{-0,16}$
A21.A18	$-A21.A18+A17.A21-Z17.Z18 = 0$ $A21.A18=A17.A21-Z17.Z18=26.783-0.275=26.5$ $\Delta_{21,18} = \Delta_{17,21}+\Delta_{17,18} = -0,107-0.17 = -0.28$	26,5	0,21	-0,28	$26,8^{-0,17}_{-0,38}$
A21.A19	$-A21.A19+A18.A21-Z19.Z18=0$ $A21.A19=A18.A21-Z19.Z18=26.51-0.5=26$ $\Delta_{21,19} = \Delta_{18,21}+\Delta_{19,18} = -0.28-0.36 = -0,64$	26	0,52	-0,64	$26,64^{+0,14}_{-0,38}$
A4.A2	$-A4.A2+K2.K5-Z4.Z5=0$ $A4.A2=A2.A5-Z4.Z5=14-074=13.26$ $\Delta_{4,2} = \Delta_{2,5}+\Delta_{4,5} = 0-0,43 = -0,43$	13,26	0,43	-0,43	$13,69^{-0,215}_{-0,645}$
A15.A2	$-A15.A2+K21.K16-K16.K15=0$ $A15.A2=K2.K21-K21.K16-K16.K15=297.107$ $\Delta_{15,2} = \Delta_{2,21}-\Delta_{21,16}-\Delta_{16,15} = 0,107$	297,107	0,14	+0,107	$297^{+0,172}_{+0,042}$
A2.A14	$-A2.A14+A.15.A2-Z14.Z16=0$ $A2.A14=A15.A2-Z14.Z15=297.107-0.275=296.83$ $\Delta_{2,14} = \Delta_{15,2}-\Delta_{14,15} = 0,107-0.17 = -0.063$	296,8	0,21	-0,063	$296,895^{+0,042}_{-0,168}$
A13.A2	$-A13.A2+A2.A14-Z14.Z13=0$ $A13.A2=A2.A14-Z14.Z13=296.832-0.545=296.3$ $A13.A2=A2.A14-Z14.Z13=-0.063-0.265=-0.328$	296,3	0,32	-0,328	$296,615^{-0,168}_{-0,488}$
A2.A7	$-A2.A7+K8.K2-Z7.Z8=0$ $A2.A7=K8.K2-Z7.Z8=70-0.9=69.1$ $A2.A7=K8.K2-Z7.Z8=0-1.37=-1.37$	69,1	0,74	-1,37	$70,47^{-1}_{-1,74}$

1.5.4 Построение графа в радиальном направлении

В радиальном 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. Поэтому в радиальном направлении строится граф-дерево несоосности (рис.4) в котором вершинами будут оси (поверхности вращения), а ребрами расстояния между ними или несоосность, если все поверхности соосны. Радиальные поверхности получаются по трехзвенной цепочке: конструкторский диаметр, припуск, технологический диаметр ($D_K - Z - D_T$). Если на это граф-дерево несоосности нанести конструкторские несоосности и припуски то получатся циклы, которые будут размерными цепями несоосности, где конструкторские несоосности будут исходными звеньями, несоосность припусков будут замыкающими звеньями, а технологические несоосности составляющими звеньями.

Но для построения граф-дерева несоосности необходима комплексная схема с пронумерованными поверхностями заготовки, детали и припусков в радиальном направлении (рис.3).

Схема размерного анализа
диаметральных размеров.

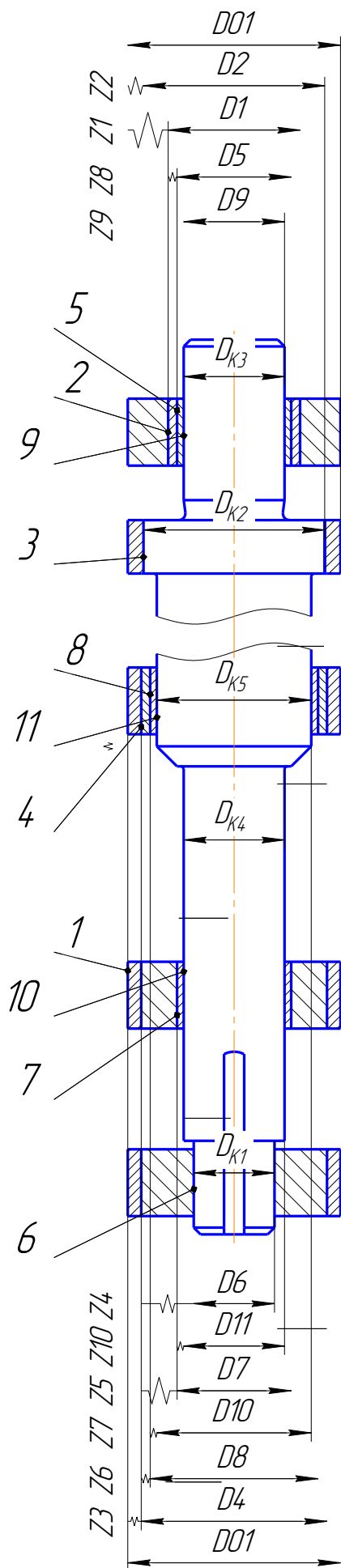


Рисунок 3

*Граф-дерево
диаметральных размеров.*

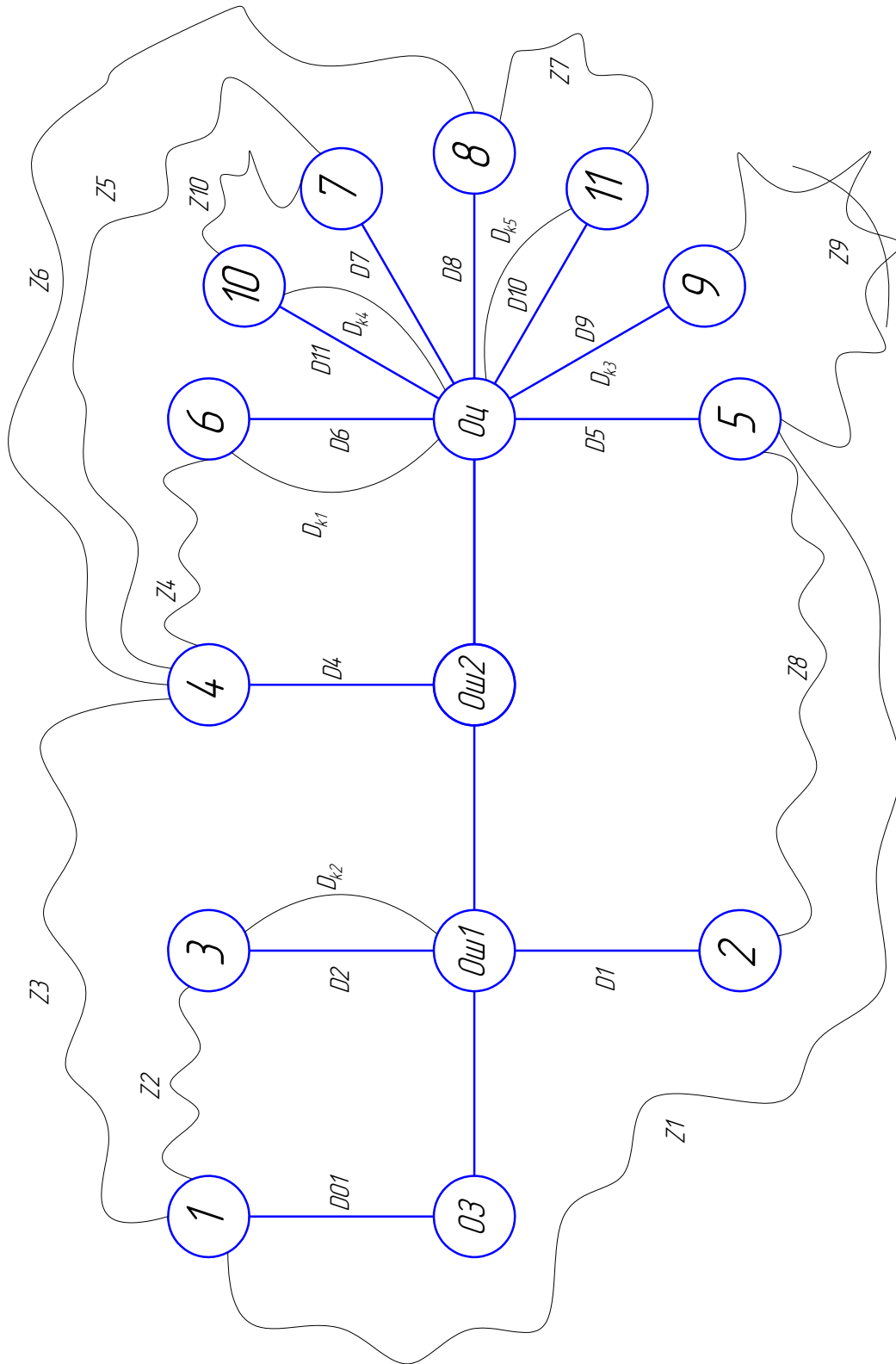


Рисунок 4

Расчет диаметров производится по трехзвенной цепочке и начинается расчет с конструкторского диаметра. Нам известны: конструкторский размер, минимальный припуск и допуск промежуточного размера. Допуск припуска считаем как допуск замыкающего звена:

$$JTz = \sum_{i=1}^n |JTi|;$$

$$JTz = JTk + JIt; \text{ где}$$

JTk = допуск конструкторского размера;

JIt = допуск технологического размера;

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 5, а расчет диаметральных размеров в таблицу 6.

Расчет припусков

Таблица 5

Ин-декс	Состояние поверхности	R _Z , мм	T, мм	ρ, мм	E, мм	Z _{min} , мм	JT _Z , мм	Z _{max} , мм	Z _C , мм	Δ _Z , мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	После проката	150	150	10	220	0,62	1,82	2,44	1,53	0,91
	После черного точения	150	100	50	100	0,4	0,604	1,004	0,702	0,302
	После черного точения	150	100	50	100	0,4	0,25	0,65	0,525	0,125
	После чистового точения	25	30	20	40	0,115	0,113	0,228	0,227	0,055
	После черного точения	150	100	50	100	0,4	0,54	0,94	0,67	0,27
	После чистового точения	25	30	20	40	0,115	0,154	0,94	0,67	0,075
	После чистового точения	40	50	25	20	0,135	0,061	0,196	0,166	0,03
	После чистового точения	25	30	20	40	0,115	0,136	0,251	0,183	0,075
	После чистового точения	150	100	50	100	0,4	0,25	0,65	0,525	0,125
	После чистового точения	25	30	20	40	0,115	0,14	0,255	0,185	0,07
	После чистового точения	40	50	25	20	0,135	0,113	0,248	0,192	0,055

Пример расчета для размерной цепи D01:

Известно

Обозначение	Предельный диаметр	Допуск, мм	Среднее отклонение, мм	Средний размер, мм	Расчет среднего размера
	$27_{-0,52}$	0,52	-0,26	26,74	26,74
	$0,62^{+1,82}$	1,82	+0,91	1,53	3,06

Пример расчета D_{01} :

$$\text{Допуск } IT_{03.01} = IT_{03} + IT_{01} = 0.52 + 1.3 = 1.82$$

$$\text{Среднее отклонение } \Delta_{01} = \Delta_{03} + \Delta_{03.01} = -0.26 + 0.91 = 0.65$$

$$\text{Средний размер } D_{01} = Z_{03.01} + D_{03} = 3.06 + 26.74 = 29.8$$

$$\text{Предельный размер } D_{01} = 29.15^{+1.3}$$

Расчет диаметральных размеров

Таблица 6

Обозначение	Предельный диаметр	Допуск, мм	Среднее отклонение, мм	Средний размер, мм	Расчет среднего размера
1	2	3	4	5	6
D3	$27_{-0.52}$	0.52	-0.26	26.74	26.37
Z01.Z3	$0.62^{+1.82}$	1.82	+0.91	1.53	3.06
D01	$29.15^{+1.3}$	1.3	+0.65	29.8	29.8
D10	$13-0.043$	0.043	-0.022	12.987	12.987
Z9.Z10	$0.115+0.113$	0.113	+0.057	0.172	0.344
D9	$13.3+0.07$	0.07	+0.035	13.331	13.331
Z8.Z9	$0.4+0.25$	0.25	+0.125	0.525	1.05
D8	$14.22^{+0.25}_{+0.07}$	0.18	+0.16	14.38	14.38
D16	$15^{+0.016}_{-0.059}$	0.043	-0.038	14.962	14.962
Z15.Z16	$0.135+0.113$	0.113	+0.057	0.192	0.384
D15	$15.15^{+0.055}_{-0.015}$	0.07	+0.02	15.35	15.35
Z14.Z15	$0.115^{+0.18}$	0.18	+0.09	0.205	0.41
D14	$15.65^{+0.16}_{+0.05}$	0.11	+0.105	15.76	15.76
Z4.Z14	$0.525^{+0.54}$	0.54	+0.27	0.795	1.59
D4	$16.97^{+0.6}_{+0.17}$	0.43	+0.38	17.35	17.35
D13	$23_{-0.052}$	0.052	-0.026	22.974	22.974
Z13.Z15	$0.115^{+0.136}$	0.136	+0.068	0.183	0.366
D5	$23.3^{+0.084}$	0.084	0.042	23.34	23.34
Z2.Z5	$0.4^{+0.6}$	0.6	+0.3	0.7	1.4
D2	$24.3^{+0.6}_{+0.08}$	0.52	+0.34	24.74	24.74
D12	$15^{+0.046}_{+0.028}$	0.018	+0.037	15.037	15.037
Z11.Z12	$0.135^{+0.061}$	0.061	+0.032	0.166	0.332
D11	$15^{+0.093}_{+0.05}$	0.043	+0.069	15.37	15.37
Z7.Z11	$0.115^{+0.154}$	0.154	+0.08	0.192	0.384
D7	$15.604^{+0.2}_{+0.1}$	0.11	+0.15	15.754	15.754
Z6.Z7	$0.4^{+0.54}$	0.54	0.27	0.67	1.34
D6	$16.67^{+0.62}_{+0.2}$	0.42	+0.41	17.094	17.094

1.6 Расчет режимов резания

Выбор величин элементов резания и параметров инструмента для точения ведется в следующем порядке:

1. Выбирается глубина резания, устанавливаемая в зависимости от припуска на обработку и числа проходов.

Припуск разбивается на черновой и чистовой. Величина припуска определяется в зависимости от полученных при предыдущей обработке: величины дефектного слоя (упрочнение, отпуск, прижог и т. д.); микрогеометрии поверхности; погрешностей формы детали; погрешности установки детали для данной операции; допуска на выполнение предыдущей операции.

Необходимо стремиться к уменьшению числа проходов. Припуск под черновую обработку обычно снимается за 1—2 хода. Количество чистовых и отделочных ходов выбирается в зависимости от требуемых точности обработки, шероховатости поверхности и состояния поверхностного слоя детали.

2. Выбирается режущий инструмент — устанавливаются его тип, размер, материал и хорошая геометрия в зависимости от:

- вида обрабатываемой детали;
- характера обработки;
- материала режущей части инструмента;
- жесткости и виброустойчивости системы.

3. Определяются подачи в зависимости от:

а) вида детали и характеристики ее обрабатываемых поверхностей (жесткости, прочности и виброустойчивости, состояния поверхностного слоя, микрогеометрии поверхности);

б) режущего инструмента (прочности, жесткости, износоустойчивости и виброустойчивости);

в) характеристики станка (прочности механизмов подачи, скоростей, жесткости, виброустойчивости и кинематики).

Принимается наибольшая подача, допускаемая вышеуказанными ограничивающими факторами. Действительную подачу принимают по паспорту станка, ближайшую к расчетной.

4. Выбирается период стойкости режущего инструмента в зависимости от типа и размера инструмента, характеристики обрабатываемой детали и условий работы. Средние значения периодов стойкости приводятся в соответствующих нормативах.

5. Определяются скорость резания и число оборотов шпинделя в зависимости от ранее выбранных факторов по формуле:

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_V, \text{ м/мин}$$

где

V - скорость резания, равном T [мин];

T - стойкость инструмента;

t - глубина резания в мм;

s — подача в мм/об;

x_v и y_v —показатели степени соответственно при глубине резания и подаче;

C_V - постоянная величина, зависящая от ряда факторов: материала инструмента, обрабатываемого материала, вида обработки (наружное точение, растачивание, подрезание и т. д.), характера обработки (черновая, чистовая, наличия охлаждения и др.)

K_V - поправочный коэффициент который рассчитывается

$$K_V = K_{MV} \times K_{ПV} \times K_{ИV},$$

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

$K_{ПV}$ - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ИV}$ - коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

Число оборотов рассчитывается по формуле:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d} \text{ об/мин}$$

Определив расчетное число оборотов, принимают действительное число оборотов по паспорту станка ближайшее к расчетному. После чего уточняется скорость резания по формуле:

$$V = \frac{\pi \times d \times n_{\phi}}{1000} \text{ об/мин}$$

6. Определяется сила резания. Величина силы резания определяется по формуле, известной из курса «Резание металлов»:

$$P_Z = 10 \times C_P \times t^x \times S^y \times V^n \times K_P, \text{ Н}$$

P_Z - сила резания Н;

C_P, x, y, n - поправочные коэффициенты табличные [1,272]

K_P - поправочный коэффициент рассчитывается по формуле:

$$K_P = K_{MP} \times K_{\varphi P} \times K_{\gamma P} \times K_{\lambda P} \times K_{rP}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

По табл. 9,23 [2,Т.2,стр.264]:

7. Определение потребной мощности станка.

$$N = \frac{P_Z \times V}{1000 \times 60}$$

В том случае, когда мощность электродвигателя меньше требуемой по расчету, следует снизить скорость резания, а не подачу. Значения постоянных коэффициентов и показателей степеней в формулах для определения скоростей и сил резания, а также поправочных коэффициентов для скорости и сил резания при измененных условиях обработки приводятся в нормативах режимов резания. В этих нормативах даются готовые таблицы и графики для определения элементов режимов резания (составленные на основании расчетных формул), которыми обычно и пользуются в практике проектирования технологических процессов, а также и в производственной практике. Однако в отдельных случаях выбранные нормативные величины элементов резания необходимо подтвердить расчетом.

Расчет режимов резания по эмпирическим зависимостям проводим для одного перехода токарно-винторезной операции, для сверлильной операции и для шлифовальной операции.

Для токарной операции:

Первый переход (зерновая обработка вала):

Материал детали: Сталь 40Х13

Материал инструмента: Т15К6 резец проходной упорный

1. Глубина резания: $t = Z_{03,02} = 2,85$ мм.

2. Поперечная подача по табл. 11 [2,Т.2,стр.266] для данной глубины резания $S_{min} = 0,4$ мм/об, $S_{max} = 0,6$ мм/об, $S_{cp} = 0,5$ мм/об, но с учётом имеющихся подач на станке принимаем:

$$S = 0,52 \text{ мм/об.}$$

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_V,$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 50$ мин.

Значения коэффициентов: $C_V = 350$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ - определены по табл. 17 [2,Т.2,стр.269].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \times K_{ПВ} \times K_{ИВ},$$

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

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

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

По табл. 1,5,6 [2,Т.2,стр.261]:

$$K_{MV} = K_V \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V}$$

Значение коэффициента K_V и показатель степени n_V для материала инструмента из твердого сплава при обработке заготовки из стали 40Х13 берем из табл. 2 [2,Т.2,стр.262]: $K_V = 1$, $n_V = 1,75$; $\sigma_B = 950$ МПа

$$K_{MV} = K_V \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 1 \times \left(\frac{750}{950} \right)^{1,75} = 0,66;$$

$$K_{ПВ} = 0,9; K_{ИВ} = 1,9$$

$$K_V = K_{MV} \times K_{ПВ} \times K_{ИВ} = 0,66 \times 0,9 \times 1,9 = 1,13$$

Скорость резания, формула (7):

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_V = \frac{350}{50^{0,2} \times 2,85^{0,15} \times 0,52^{0,35}} \times 1,13 = 194,4 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d} = \frac{1000 \times 194,4}{3,14 \times 24} = 1576 \text{ об/мин.}$$

5. Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\phi} = 2500 \text{ об/мин.}$$

6. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \times d \times n_{\phi}}{1000} = \frac{3,14 \times 24 \times 2500}{1000} = 188,4 \text{ м/мин.}$$

7. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_Z = 10 \times C_P \times t^x \times S^y \times V^n \times K_P, \quad (8)$$

Значения коэффициентов: $C_P = 300$; $n = -0,15$; $x = 1,0$; $y = 0,75$ – определены по табл. 22 [2,Т.2,стр.273].

Коэффициент K_P :

$$K_P = K_{MP} \times K_{\phi P} \times K_{\gamma P} \times K_{\lambda P} \times K_{rP}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По табл. 9,23 [2,Т.2,стр.264]:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^{n_V} = \left(\frac{950}{750} \right)^{0,75} = 1,2$$

$$\phi=45^\circ, \gamma=10^\circ, \lambda=5^\circ, r=0,5^\circ.$$

$$K_P = K_{MP} \times K_{\phi P} \times K_{\gamma P} \times K_{\lambda P} \times K_{rP} = 1,2 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 = 1,2.$$

Главная составляющая силы резания, форм. (8):

$$P_Z = 10 \times C_P \times t^x \times S^y \times V^n \times K_P = 10 \times 300 \times 2,85^1 \times 0,52^{0,75} \times 188,4^{-0,15} \times 1,2 = 2863,4 \text{ Н.}$$

8. Мощность резания:

$$N = \frac{P_Z \times V}{1000 \times 60} = \frac{2863,4 \times 188,4}{1000 \times 60} = 8,8 \text{ кВт}$$

Мощность электродвигателя станка 1К62 - 10 кВт, она достаточна для выполнения операции.

Для фрезерной операции

Материал инструмента Р6М5 фреза дисковая Ø100 мм.

1. Глубина резания $t = 3,5 \text{ мм}$,

2. Подача по табл. [1,стр.85] : $S_z = 0,06-0,10 \text{ мм/об}$,

Принимаем $S_z = 0,08 \text{ мм/об}$.

3. Скорость резания определяется по формуле

$$V = \frac{C_V \times D^q}{T^m \times t^x \times S_z^y \times B^u \times Z^P} \times K_V, (7)$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T=120$ мин.

Значения коэффициентов: $C_V = 68,5$; $m = 0,26$; $x = 0,3$; $y = 0,2$; $q = 0,25$; $u=0,1$; $p=0,1$; $m=0,2$ - определены по табл. 39 [2,Т.2,стр.287].

Коэффициент $K_V = 0,6$

Скорость резания (окружная скорость фрезы), формула (7):

$$V = \frac{C_V \times D^q}{T^m \times t^x \times S_z^y \times B^u \times Z^P} \times K_V = \frac{68,5 \times 100^{0,25}}{120^{0,26} \times 3,5^{0,3} \times 0,08^{0,2} \times 3,2^{0,1} \times 14^{0,1}} \times 0,6 = 14,6 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d} = \frac{1000 \times 14,6}{3,14 \times 100} = 46,5 \text{ об/мин.}$$

5. Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\phi} = 50 \text{ об/мин.}$$

6. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \times d \times n_{\phi}}{1000} = \frac{3,14 \times 100 \times 50}{1000} = 15,7 \text{ м/мин.}$$

7. Определяем главную составляющую силы резания по формуле (8):

Значения коэффициентов: $C_p = 68,2$; $w = 0$; $x = 0,86$; $y = 0,72$; $q = 0,86$; $u=1$; $n=0,3$ — определены по табл. 41 [2,Т.2,стр.291].

Коэффициент $K_p=1,3$

Главная составляющая силы резания, форм. (8):

$$P_z = \frac{10 \times C_p \times t^x \times S_z^y \times B^n \times Z}{D^q \times n^w} \times K_p = \frac{10 \times 68,2 \times 3,5^{0,86} \times 0,08^{0,72} \times 3,2^{0,3} \times 14}{100^{0,86} \times 1} \times 0,95 = 116,8 \text{ Н}$$

8. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \times V}{1000 \times 60} = \frac{116,8 \times 15,7}{1020 \times 60} = 0,03 \text{ кВт}$$

Мощность электродвигателя станка 6А95 - 5,5 кВт, она достаточна для выполнения операции.

Для шлифовальной операции: $\varnothing 15,15_{-0,015}^{+0,055}$

Материал шлифовального круга 24А

$V_k = 35$ м/сек

$V_3 = 20$ м/мин

$$S_{\text{прод}} = 7 \text{ мм/об}$$

$$t = 0.025 \text{ мм}$$

по табл. 55 [2, Т.2, стр.301]

Мощность резания:

$$N = C_N \times V_{\text{заг}}^r \times t^x \times S_{\text{прод}}^y$$

где $C_N = 1,3$; $r = 0,75$; $x = 0,85$; $y = 0,7$ по табл.56 [2, Т.2, стр.303]

$$N = 1,3 \times 20^{0,75} \times 0,025^{0,85} \times 7^{0,7} = 2,1 \text{ кВт}$$

Мощность электродвигателя станка 3Г-12М 3,2 кВт, она достаточна для выполнения операции.

Для центровочной операции:

Материал инструмента Р6М5 сверло центровочное Ø2,5 мм.

1. Подача по табл. 25 [2, Т.2, стр.277].: $S_z = 0,04 \text{ мм/об}$,
2. Скорость резания определяется по формуле

$$V = \frac{C_V \times D^q}{T^m \times S_z^y} \times K_V,$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 30 \text{ мин}$.

Значения коэффициентов: $C_V = 3,5$; $m = 0,12$; $y = 0,45$; $q = 0,5$ – определены по табл. 28 [2, Т.2, стр.278].

$$K_V = K_{MV} \times K_{PV} \times K_{IV},$$

$$K_V = 0,6 \times 1 \times 1 = 0,6$$

Скорость резания, формула (7):

$$V = \frac{3,5 \times 2,5^{0,5}}{30^{0,12} \times 0,04^{0,45}} \times 0,66 = 10,34 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

3. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d} = \frac{1000 \times 10,34}{3,14 \times 2,5} = 1317 \text{ об/мин.}$$

4. Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\phi} = 1500 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \times d \times n_{\Phi}}{1000} = \frac{3,14 \times 2,5 \times 1450}{1000} = 50,11 \text{ м/мин.}$$

6. Определяем осевую силу резания и крутящий момент по формулам (8,9): Значения коэффициентов: $C_p=143$; $y=0,7$; $q=1$ (для осевой силы); $C_M=0,041$; $y=0,7$; $q=2$ (для крутящего момента) – определены по табл. 32 [2,Т.2,стр.281].

$$\text{Коэффициент } K_P = K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^{n_V} = \left(\frac{950}{750}\right)^{0,75} = 1,2$$

Осевая сила резания, форм. (8):

$$P_0 = 10 \times C_p \times D^q \times S_z^y \times K_P = 10 \times 134 \times 2,5^1 \times 0,04^{0,7} \times 1,2 = 160,8 \text{ Н}$$

Крутящий момент, форм. (9):

$$M_{кр} = 10 \times C_M \times D^q \times S_z^y \times K_P = 10 \times 0,041 \times 2,5^2 \times 0,04^{0,7} \times 1,2 = 0,032 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{M_{кр} \times n}{9750} = \frac{0,32 \times 1500}{9750} = 0,04 \text{ кВт.}$$

Мощность электродвигателя станка 1К62 - 10 кВт, она достаточна для выполнения операции.

1.7 Нормирование технологического процесса

Норма штучного времени при выполнении станочных работ состоит из следующих основных частей:

- 1) основного или технологического времени;
- 2) вспомогательного времени;
- 3) времени обслуживания рабочего места;
- 4) времени перерывов на отдых и физические потребности.

Основное и вспомогательное время в сумме составляет время оперативной работы, или оперативное время.

Когда норма времени дается на изготовление одной штуки, она называется нормой штучного времени.

Кроме того, предусматривается подготовительно-заключительное время, которое в норму штучного времени не входит и определяется отдельно на всю

партию деталей; при этом величина подготовительно-заключительного времени не зависит от размера партии.

Таким образом, общее калькуляционное время на одну штуку, или, иначе, штучно-калькуляционное время, складывается из штучного и подготовительно-заключительного времени, приходящегося на одну штуку.

Основное (технологическое) время — это время, в течение которого производится снятие стружки, т. е. происходит изменение формы, размеров и внешнего вида детали. Если этот процесс совершается только станком без непосредственного участия рабочего, то это время будет машинно-автоматическим; если же процесс снятия стружки совершается станком при непосредственном управлении инструментом или перемещении детали рукой рабочего, то это время будет машинно-ручным.

В основное время входит время, затрачиваемое на врезание и перебег (подход и выход) режущего инструмента, на обратные ходы (у строгальных, долбежных и других станков), на проход инструмента при пробных стружках; поэтому при подсчете основного времени расчетная длина обработки принимается с учетом всех этих приемов.

Во вспомогательное время входит:

- 1) время управления станком — пуск, останов, перемена скорости и подачи и т. п.;
- 2) время на перемещение инструмента;
- 3) время на установку, закрепление и снятие приспособления, инструмента и детали во время работы;
- 4) время на приемы измерения детали: взять инструмент, установить, измерить, отложить инструмент и т. п.

Эти действия (или часть их) повторяются с каждой обрабатываемой деталью или в определенной последовательности через установленное число деталей.

Вспомогательное время может быть ручным, машинным или машинно-ручным (например, автоматическое перемещение суппорта станка, установка и снятие обрабатываемой детали с помощью подъемно-транспортных устройств и т.д.).

В целях наименьшей затраты времени на обработку следует, насколько возможно, некоторые действия, время на выполнение которых входит во вспомогательное время, выполнять во время автоматической работы оборудования, т. е. вспомогательное время перекрывать машинным временем.

Исходя из этого, вспомогательное время следует разделять на перекрываемое и не перекрываемое машинным временем.

При автоматическом измерении детали в процессе ее обработки (активный контроль) время на измерение перекрывается машинным временем.

Обслуживание рабочего места подразделяется на техническое и организационное; поэтому и время на обслуживание рабочего места подразделяется на время технического обслуживания и время организационного обслуживания.

Время технического обслуживания рабочего места затрачивается рабочим на уход за рабочим местом в процессе данной работы;

- 1) время на наладку и регулировку станка в процессе работы;
- 2) время на смену затупившегося инструмента;
- 3) время на правку инструмента оселком (резца) или алмазом (шлифовального круга) в процессе работы;
- 4) время на удаление стружки в процессе работы.

Время организационного обслуживания рабочего места затрачивается рабочим на уход за рабочим местом в течение смены;

- 1) время на раскладку инструмента в начале смены и уборку его по окончании смены;
- 2) время на чистку и смазку станка;
- 3) время на осмотр и опробование станка.

Время технического обслуживания рабочего места зависит непосредственно от основного (технологического) времени и поэтому его исчисляют в процентах к основному или при необходимости большей точности (для крупносерийного и массового производства) путем расчета.

Время организационного обслуживания рабочего места исчисляют в процентах к оперативному времени.

Время перерывов на отдых и физические потребности может быть принято лишь в размере, регламентированном условиями производства и условиями работы на данном станке, причем время перерывов на отдых вводится в норму времени только в случае физически тяжелых или утомительных работ. Время перерывов на отдых и на физические потребности исчисляется суммарно в процентах к оперативному времени.

Подготовительно-заключительное время, как уже отмечалось, устанавливается на всю партию деталей и в норму штучного времени не входит; оно включается в калькуляционное время.

В подготовительно-заключительное время входит:

- 1) время на ознакомление рабочего с работой и на чтение чертежа;
- 2) время на подготовку рабочего места, настройку станка, инструмента и приспособления для обработки заданной партии деталей;
- 3) время на снятие инструмента и приспособлений по окончании обработки данной партии деталей.

В массовом производстве, а также в крупносерийном, близком по организации технологического процесса к массовому, подготовительно-заключительное время в норму времени станочника не входит, так как настройку станка, инструмента и приспособлений, а также подготовку рабочего места производят до начала работы смены специальные наладчики и вспомогательные рабочие. В серийном производстве настройку станка, инструмента и приспособлений и подготовку рабочего места также производят специальные наладчики и вспомогательные рабочие, но некоторая небольшая часть подготовительно-заключительного времени приходится и на станочника.

В единичном и мелкосерийном производстве настройка станка, инструмента и приспособлений выполняется самим станочником, и время, затрачиваемое им на эту работу, достигает значительных размеров. В норму штучного времени это время не включается, но нормируется отдельно и оплачивается рабочему по отдельной расценке.

Норма штучного времени выражается следующей формулой:

$$t_{шт} = t_0 + t_B + t_{об} + t_{ф} \text{ мин,}$$

где $t_{шт}$ — норма штучного времени;

t_0 — основное (технологическое) время;

t_B — вспомогательное время;

$t_{об}$ — время обслуживания рабочего места;

t_{Φ} — время на физические потребности.

Так как время на обслуживание рабочего места складывается из времени на техническое обслуживание и времени на организационное обслуживание, то общая формула нормы штучного времени может быть написана в таком виде:

$$t_{шт} = t_0 + t_B + t_{т.об} + t_{о.об} + t_{\Phi} \text{ мин,}$$

где $t_{т.об}$ — время на техническое обслуживание рабочего места;

$t_{о.об}$ — время на организационное обслуживание рабочего места.

Оперативное время $t_{оп}$ равно

$$t_{оп} = t_0 + t_B,$$

Норма времени на обработку данной партии деталей T_{Π} выразится следующей формулой:

$$T_{\Pi} = t_{шт} \times n + T_{\PiЗ},$$

где n — количество деталей в партии в шт.;

$T_{\PiЗ}$ — подготовительно-заключительное время на всю партию деталей, мин.

Норма общего калькуляционного времени на 1 шт t_K или штучно калькуляционного времени, определяется по формуле:

$$t_K = \frac{T_{\Pi}}{n} = t_{шт} + \frac{T_{\PiЗ}}{n} \text{ мин,}$$

Основное (технологическое) время, как указывалось выше, рассчитывается теоретическим путем. Принимая элементы режима резания по расчету или, как поступают обычно при проектировании, по готовым таблицам нормативов, рассчитывают время машинной обработки, пользуясь основной формулой, которая справедлива для всех видов обработки; выражение этой формулы видоизменяется в зависимости от того или другого вида обработки.

Основная формула основного (технологического) времени имеет следующее выражение:

$$t_0 = \frac{L \times i}{n \times S} \text{ мин,}$$

где t_0 - основное (технологическое) время в мин;

L - расчетная длина обработки в направлении подачи в мм ;

n - число оборотов шпинделя в минуту для станков с вращательным движением или число двойных ходов в минуту для станков с прямолинейным движением;

S - подача за один оборот или на один двойной ход главного движения (движения резания) в мм;

i - число проходов.

Вспомогательное время.

Так как в состав вспомогательного времени входит много разнообразных действий и приемов, то нормативы времени сводятся в группы для отдельных действий в зависимости от их характера. Так, отдельно составляются:

- 1) нормативы вспомогательного времени на установку и снятие деталей;
- 2) нормативы вспомогательного времени, связанного с переходом, обработкой одной поверхности и операцией;
- 3) нормативы вспомогательного времени на контрольные измерения обработанной поверхности.

Нормативы времени, затрачиваемого на установку и снятие детали, даются на комплекс приемов (установка, снятие, закрепление, открепление) в зависимости от вида и конструкции и приспособления, способов установки, закрепления и выверки детали, веса (массы), длины и способа подъема ее.

Нормативы вспомогательного времени, связанного с переходом, устанавливаются для определенной группы станков (токарных, карусельных, расточных, револьверных, сверлильных, фрезерных, строгальных и др.), для которых даются:

- 1) время на приемы управления станком, связанные с переходом (включение и выключение подачи, подвод и отвод инструмента, установка на стружку и т. д.);
- 2) время на перемещение механизмов станка;
- 3) время на вывод инструмента (например, сверла) для удаления стружки.

Нормативы вспомогательного времени, связанного с обработкой одной поверхности, даются для круглошлифовальных, внутришлифовальных и плоскошлифовальных станков; нормативы содержат время на подвод и отвод стола или шлифовального круга, включение и выключение подачи, изменение режима работы, промер детали в процессе обработки.

Нормативы вспомогательного времени на операцию предусматривают затрату времени на комплекс всех приемов, выполняемых для данной операции, включая время на установку и снятие детали.

Продолжительность вспомогательных действий, производимых при изготовлении детали и входящих в состав вспомогательного времени, определяется, так же как и подготовительно-заключительное время, по нормативам, разработанным на основе опытных данных, полученных в результате изучения и обобщения опыта работы новаторов, а также на основе руководящих материалов научно-исследовательских и проектных организаций.

Вспомогательное время определяем по формуле:

$$T_B = K \times (T_{y.c.} + T_{з.о.} + T_{уп} + T_{из} \text{ мин},$$

где $T_{y.c.}$ - время на установку и снятие детали, мин;

$T_{з.о.}$ - время на закрепление и открепление детали, мин;

$T_{уп}$ - время на управление станком, мин;

$T_{из}$ - время на измерение детали, мин;

K - коэффициент зависящий от серийности.

$K=1,85$ (среднесерийное производство);

Время на отдых и обслуживание:

$$T_{об.от} = \frac{П_{об.от}}{100} \times T_{оп},$$

где $T_{об.от}$ - время на обслуживание оборудования и отдых, мин;

$П_{об.от}$ - процент $T_{об.от}$ от оперативного времени ($T_{оп.}$), %;

Основное время определяем по формуле:

$$t_0 = \frac{L \times i}{n \times S} \text{ мин},$$

где L - расчётная длина обработки, мм;

i - число рабочих ходов;

n - частота вращения шпинделя, об/мин;

S - подача, мм/об (мм/мин).

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_B + l_{CX} + l_{ПД}$$

где l - размер детали на данном переходе, мм;

l_B - величина врезания инструмента, мм;

l_{CX} — величина схода инструмента, мм;

$l_{ПД}$ - величина подвода инструмента, мм.

Принимаем: $l_{CX} = l_{ПД} = 1$ мм.

Величина врезания инструмента:

$$l_B = \frac{0,5 \times t}{\operatorname{tg} \varphi}$$

где t - глубина резания, мм;

φ - угол в плане.

Тогда окончательная формула для определения основного времени:

$$t_0 = \left(l + \frac{0,5 \times t}{\operatorname{tg} \varphi} + l_{CX} + l_{ПД} \right) \times \frac{i}{n \times S},$$

Таблица расчета технологического времени

Таблица 7

L	lвр+lпер	i	n	S	t ₀	tвсп	t _{оп}	прим
Фрезерно-отрезная								
30	2	1	600	0,5	0,18	1,2	1,38	отрезка
ИТОГО ВРЕМЯ НА ОПЕРАЦИЮ:							1,38	
Токарная операция (черновая)								
2	2	1	200	0,074	0,135	1,05	1,185	подрезка
4,1	3	1	1500	0,04	0,43	1,47	1,9	сверление
35	5	4	480	0,9	0,26	1,5	1,76	точение
23	5	4	630	0,43	0,137	0,54	0,677	точение
30	2	1	200	0,074	0,27	0,46	0,73	подрезка
4,1	3	1	1500	0,04	0,43	1,47	1,9	сверление
300	5	4	1000	0,52	0,581	0,07	0,651	точение
27	2	1	630	0,084	0,066	0,23	0,295	подрезка
ИТОГО ВРЕМЯ НА ОПЕРАЦИЮ:							9,098	
Токарная операция (чистовая)								
120	5	1	1000	0,35	0,349	0,43	0,779	точение
70	5	2	630	0,4	0,571	0,51	1,081	точение
14	5	2	630	0,12	0,423	0,49	0,913	точение
177	5	1	630	0,4	0,71	0,11	0,82	точение
50	5	1	1000	0,2	0,26	0,11	0,37	точение
77	5	1	1000	0,25	0,316	0,11	0,426	точение
27	2	1	630	0,075	0,042	0,23	0,272	подрезка
56	5	1	1000	0,12	0,483	0,11	0,593	точение
23	2	1	630	0,075	0,127	0,23	0,357	подрезка
14	5	1	1000	0,12	0,267	0,22	0,482	точение
15	5	1	630	0,05	0,032	0,23	0,262	точение
27	2	1	1000	0,12	0,242	0,11	0,352	подрезка
27	5	1	630	0,075	0,169	0,23	0,399	точение
ИТОГО ВРЕМЯ НА ОПЕРАЦИЮ:							10,39	
Продольно-фрезерная								
26	16	1	50	0,08	1,53	0,43	1,96	
26	16	1	50	0,08	1,53	0,43	1,96	
ИТОГО ВРЕМЯ НА ОПЕРАЦИЮ:							3,92	
Круглошлифовальная								
27	14	9	63	7	0,34	0,34	1,07	шлифование
27	14	13	63	5,6	1,33	0,28	1,61	шлифование
56	14	8	63	7	1,18	0,34	1,52	шлифование
18	14	11	63	5,6	0,84	0,28	1,12	шлифование
38	14	13	63	5,6	1,73	0,28	2,01	шлифование
14	14	12	63	5,6	0,78	0,28	1,06	шлифование
ИТОГО ВРЕМЯ НА ОПЕРАЦИЮ:							8,39	

Пример расчета

I. Токарная операция

переход 1 (черновая обработка):

$$t_0 = \left(l + \frac{0,5 \times t}{tg\varphi} + l_{CX} + l_{ПД} \right) \times \frac{i}{n \times S} = \left(35 + \frac{0,5 \times 2}{tg45^\circ} + 1 + 1 \right) \times \frac{1}{630 \times 0,43} = 0,317 \text{ мин.}$$

$$t_{3.0} = 0,24 \text{ мин;}$$

$$t_{ВП} = 0,1 \text{ мин;}$$

$$t_{ИЗ} = 2 \times \frac{0,24 \times 25}{100} + \frac{0,06 \times 25}{100} = 0,2 \text{ мин;}$$

$$t_B = 1,85 \times (0,1 + 0,24 + 0,2) = 0,54 \text{ мин;}$$

$$t_{ОП} = t_0 + t_B = 0,317 + 0,54 = 0,867 \text{ мин.}$$

Конструкторская часть

2.1 Техническое задание

В качестве операции для проектирования оснастки была выбрана фрезерная операция.

Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице 8.

Таблица 8

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Зажимное устройство для фрезерования шпоночного паза вала на горизонтально – фрезерном станке модели 6Р80.
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса обработки вала.
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление заготовки с целью получения необходимой точности размеров; удобство установки, закрепления и снятия заготовки.
Технические (тактико-технические) требования	Тип производства – мелкосерийное. Программа выпуска - 200 шт. в год. Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать станку модели 6Р80.
Документация, подлежащая разработке	Пояснительная записка (раздел - конструкторская часть), чертеж общего вида для технического проекта специального приспособления, спецификация.

2.2 Выбор приспособления

Описание конструкции и работы приспособления

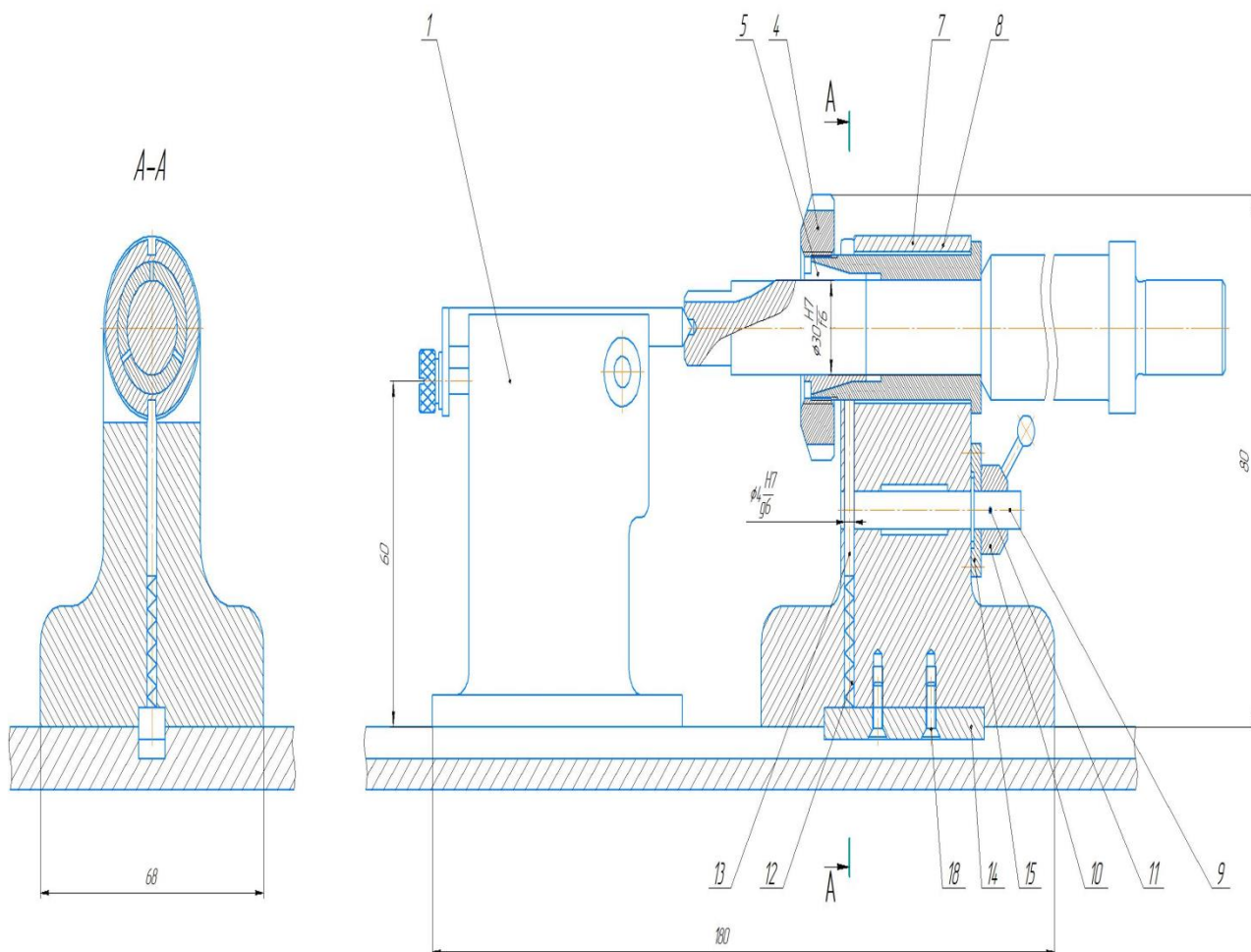
Приспособление применяется при фрезеровании пазов в заготовке. Базирование заготовки в приспособлении производится по центровочному отверстию и цилиндрической поверхности заготовки.

Приспособление предназначено для фрезерования в заготовке двух шпоночных пазов, расположенных через 180° . Поворот на 180° осуществляется за счёт делительной головки.

Приспособление состоит из опорной стойки 5 с расположенным в двух закалённых втулках 6 полым шпинделем 4, в который вставляются сменные цанги 2, зажимаемые грибовидной гайкой 3. Шейка шпинделя имеет два гнезда, куда входит фиксатор 11 под действием пружины 10. Вывод фиксатора из гнезда осуществляется эксцентриковым валиком 9 с рукояткой 8, закреплённой на валике штифтом 7. Конец детали поддерживается задней бабкой 1.

Компоновка приспособления приведена на листе формата А3

Рисунок 5



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 «Вал»

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

Учитывая специфику результатов исследования, критериями сегментирования выбрана отрасль «машиностроение», выпускаемая продукция – «Вал», 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 6.

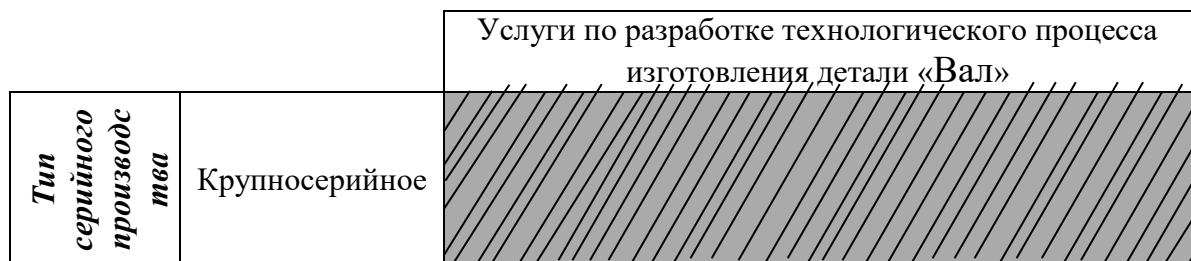



Рис 6 – Карта сегментирования рынка услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «Вал»:

 Фирма А

В ходе исследования выявлено, что предложения на рынке услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «Вал» основаны на совершенствовании технологического процесса изготовления детали «Вал» 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 «Вал» 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 9.

Таблица 9 – 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 «Вал» на рынке является перспективной.

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

С целью исследования внешней и внутренней среды проекта применен SWOT–анализ. Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Матрица SWOT

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

В4. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ. В5. Повышение стоимости конкурентных разработок.		
Угрозы: 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.		

Результаты второго этапа SWOT-анализа приведены в таблице 11.

Таблица 11 – 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 12.

Таблица 12 – SWOT-анализ

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологического процесса. С2. Высокая производительность труда. С3. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологическими процессами. С4. Низкая металлоемкость. С5. Конкурентоспособность проекта.</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Проект ориентирован на использование современного оборудования. Сл2. Ограниченный круг потенциальных потребителей. Сл3. Узкоспециализированное назначение разработки. Сл4. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца. Сл5. Необходимость повышения квалификации кадров потенциальных потребителей.</p>
<p>Возможности: В1. Занятие дополнительных ниш на рынке за счет усовершенствовании технологии. В2. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые при научных исследований. В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт в связи с его экономичностью. В4. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ. В5. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p>	<p>V1B2B5C1C3C5 V3C1C3C4 V4C1C2C4</p>	<p>V1B2Cл1Cл2Cл3 V3Cл2Cл3 V4Cл1Cл3 V5Cл1Cл2</p>
<p>Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства. У2. Развитая конкуренция технологий производства. У3. Ограничения на экспорт технологии. У4. Сложная финансовая</p>	<p>У1С1С3С4 У2С3С4С5 У3С3С5 У4С1С3 У5С1С3С4С5</p>	<p>У1У2У4Сл1Cл2Cл3 У5Cл2Cл3Cл4</p>

ситуация в экономике страны. У5. Наличие барьеров для входа на рынок.		
--	--	--

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 13.

Таблица 13 – 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:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{мини} + 2t_{маxi}}{5},$$

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

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

$t_{маxi}$ – 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:

$$t_{ож2} = \frac{3*12 + 2*15}{5} = 13,2 \text{ чел. – дн.}$$

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

$$t_{ож3} = \frac{3*2 + 2*3}{5} = 2,4 \text{ чел. – дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 4-й работы $t_{ож4}$ составило:

$$t_{ож4} = \frac{3*2 + 2*3}{5} = 2,4 \text{ чел.} - \text{ дн.}$$

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

$$t_{ож5} = \frac{3*25 + 2*40}{5} = 31 \text{ чел.} - \text{ дн.}$$

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

$$t_{ож6} = \frac{3*30 + 2*35}{5} = 32 \text{ чел.} - \text{ дн.}$$

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

$$t_{ож7} = \frac{3*2 + 2*3}{5} = 2,4 \text{ чел.} - \text{ дн.}$$

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

$$t_{ож8} = \frac{3*1 + 2*2}{5} = 1,4 \text{ чел.} - \text{ дн.}$$

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

$$t_{ож9} = \frac{3*1 + 2*3}{5} = 1,8 \text{ чел.} - \text{ дн.}$$

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

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i},$$

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

$t_{ожi}$ – 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:

$$T_{p_8} = \frac{1,4}{1} = 1,4 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 9-й работы:

$$T_{p_9} = \frac{1,8}{2} = 0,9 \text{ раб. дн.}$$

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

$$T_{k3} = 1,4 \cdot 1,48 = 2 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 4-й работы в календарных днях

$$T_{k4} = 2,4 \cdot 1,48 = 4 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 5-й работы в календарных днях

$$T_{k5} = 31 \cdot 1,48 = 46 \text{ кал. дн.}$$

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 14.

Таблица 14 – 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 14 построен календарный план-график представленный в таблице 15.

Таблица 15 – Календарный план-график проведения НИОКР

№ работ	Вид работ	Исполнители	T _{кi} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ																	
				январь			февраль			март			апрель			май			июнь		
				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			■															
5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер (дипломник)	49			■	■	■	■	■	■										
6	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Инженер (дипломник)	50									■	■	■	■	■					
7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Инженер (дипломник)	2															■			
8	Контроль результатов исследований	Руководитель темы	4																■		
9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, инженер (дипломник)	2																■		

▣ - руководитель темы

■ - инженер (дипломник)

3.2.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ учтены следующие виды расходов:

- материальные затраты НТИ;
- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

3.2.5 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат произведен по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi} ,$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

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 16.

Таблица 16 – Материальные затраты, необходимые для разработки технологического процесса изготовления детали «Вал»

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

офисная			
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 А – 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:

$$A \text{ годовая} = 40000 * 10\% / 100\% = 4000 \text{ руб.}$$

$$A \text{ в период выполнения НИИ} = 4000 / 12 * 4,4 = 1466,66 \text{ руб.}$$

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.;

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

Среднедневная 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:

$$Z_m = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}},$$

где $Z_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент;

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок;

$k_{\text{р}}$ – 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 17 – 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.:

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

Среднедневная заработная плата инженера (дипломника), руб.:

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

Основная заработная плата руководителя темы составила:

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

Основная заработная плата инженера (дипломника) составила:

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

Расчёт основной заработной платы приведён в таблицах 20 и 21.

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

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

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

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

Дополнительная заработная плата руководителя темы, руб.:

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

Дополнительная заработная плата инженера (дипломника), руб.:

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

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:

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

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 10.

Таблица 20 – 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:

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

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

Величина коэффициента накладных расходов взята в размере 16%.

Накладные расходы составили:

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

3.2.11 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведено в таблице 21.

Таблица 21 – 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 «Вал» (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 400 000 руб.

Интегральный финансовый показатель составил:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}1} = \frac{370\,000}{400\,000} = 0,925$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}2} = \frac{400\,000}{400\,000} = 1,0$$

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 22.

Таблица 22 – 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	5	4
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	4	3
3. Безопасность	0,15	5	5
4. Энергосбережение	0,2	4	3
5. Надежность	0,25	4	4
6. Материалоемкость	0,15	4	4
ИТОГО	1	4,25	3,8

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

$$I_{p-исп2} = 4*0,1 + 3*0,15 + 5*0,15 + 3*0,2 + 4*0,25 + 4*0,15 = 3,8;$$

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

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

$$I_{исп.1} = \frac{4,25}{0,925} = 4,59$$

$$I_{исп.2} = \frac{3,8}{1} = 3,8$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволило определить сравнительную эффективность проекта (таблица 23). Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{ср}$):

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

Таблица 23 – Сравнительная эффективность разработки

/п	Показатели	Разработанный технологический процесс	Базовый технологический процесс
	Интегральный финансовый показатель разработки	0,925	1
	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,25	3,8
	Интегральный показатель эффективности	4,59	3,8
	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	–	1,2

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 «Вал».

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

РАЗДЕЛ 4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

4.1 Описание 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 неспокойной 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) запыленности.

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 +19 до +24, в холодное время года от +17 до +23, относительная влажность не более 60%, скорость движения воздуха не более 0,2 м/с.

Таблица 24 – Допустимые параметры микроклимата

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

Средствами защиты вредных веществ могут служить:

- автоматизация технологического процесса;
- механическая вентиляция помещения;
- герметизация оборудования;
- СИЗ (респираторы, спецодежда, перчатки, защитные очки и др.)

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, спец обуви и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

4.2.4 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) $hc = 0,5$ 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:

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

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:

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

Число светильников в ряду:

$$Nb = \frac{B}{L} = \frac{20}{2,6} = 8$$

Общее число светильников:

$$N = Na \cdot Nb = 6 \cdot 8 = 48$$

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 7 изображен план помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

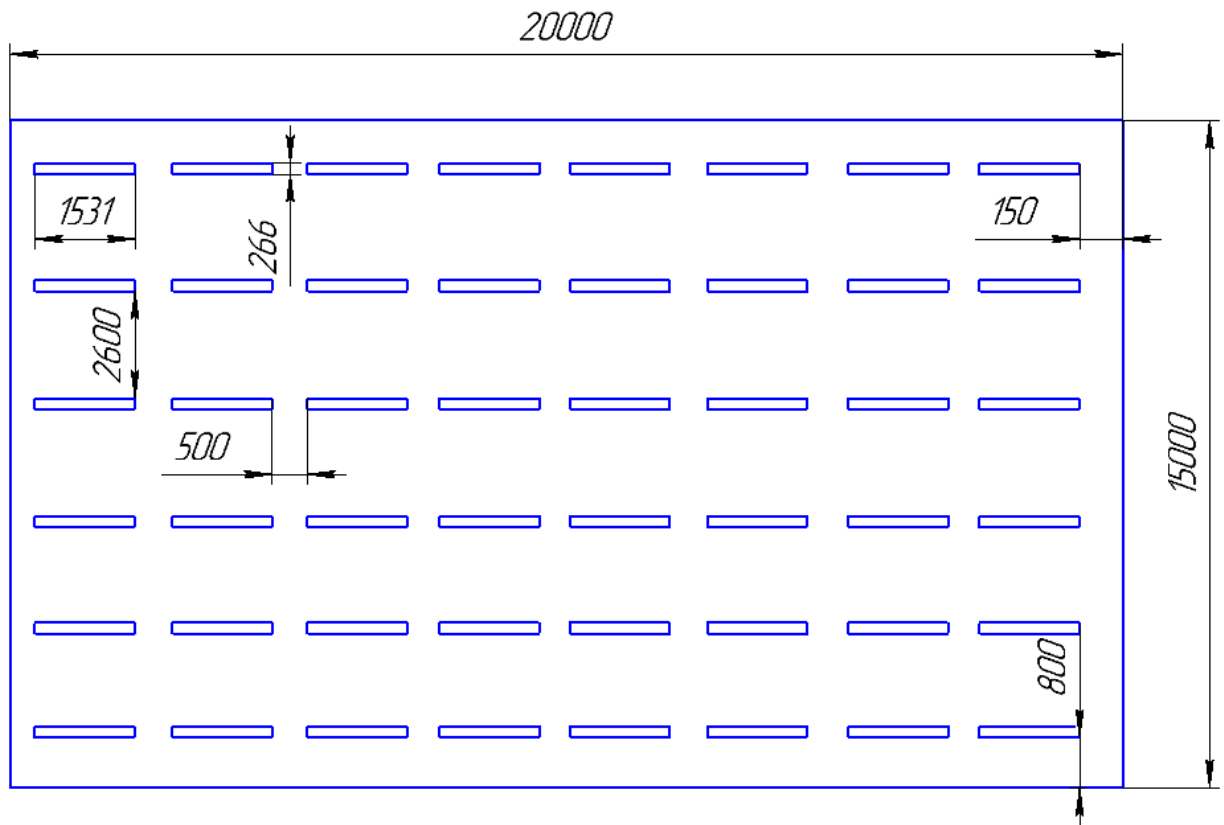


Рис.7 План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

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 $\rho\Pi = 70\%$, $\rho C = 50\%$

и индексе помещения $i = 4,4$ равен $\eta = 0,68$.

Потребный световой поток люминесцентной лампы светильника определяется по формуле:

$$\Phi_{\Pi} = \frac{E*A*B*Kз*Z}{N*n} = \frac{500*20*16.4*1.5*1.1}{96*0.68} = 4145\text{Лм}$$

Делаем проверку выполнения условия:

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

$$-10\% \leq \frac{5000-4145}{5000} 100\% \leq +20\% = 17,1\%$$

Таким образом: $-10\% \leq 17,1\% \leq 20\%$, необходимый световой поток

4.2.5 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".

Мощность экспозиционной дозы мягкого рентгеновского излучения в любой точке на расстоянии 0,05 м от экрана и корпуса ВДТ (на электронно-лучевой трубке) при любых положениях регулировочных устройств не должна превышать 1 мкЗв/ч (100 мкР/ч).

Конструкция ПЭВМ должна обеспечивать возможность поворота корпуса в горизонтальной и вертикальной плоскости с фиксацией в заданном положении для обеспечения фронтального наблюдения экрана ВДТ. Дизайн ПЭВМ должен предусматривать окраску корпуса в спокойные мягкие тона с диффузным рассеиванием света. Корпус ПЭВМ, клавиатура и другие блоки и устройства ПЭВМ должны иметь матовую поверхность с коэффициентом отражения 0,4 - 0,6 и не иметь блестящих деталей, способных создавать

блики.

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.

4.3. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

4.3.1 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.

Основными электробезопасными 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.

Дополнительные электробезопасные средства в электроустановках.

- Дополнительными электробезопасными 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.
- Изолированный инструмент – электрические перчатки, инструмент с изолированными рукоятками, пассатижи, отвертки, указатель 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: $U = 12-36В$, $I = 0,1 А$, $R_{\text{раз}} = 4 \text{ Ом}$.

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 *Ан*, *Бн*, *Вн*, *Гн* и *Дн*.

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.

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.

В соответствии со СНиП II-2-80 все производства делят на категории по пожарной, взрывной и взрывопожарной опасности. Цех, в котором изготавливается вал, относится к категории В, так как в нашем производстве обрабатываются негорючие вещества и материалы в холодном состоянии

Причины возникновения пожара 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 рисунке №2

4.4 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.

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 специальный 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 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.

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.

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

Основными источниками выделения загрязняющих веществ являются основные производства и вспомогательные цеха:

Основные производства;

- Механосборочное производство;
- Производство гальванических и химических покрытий;
- Производство и переработка пластмасс;
- Литейное производство;
- Производство термообработки металлоизделий;
- Производство лакокрасочных покрытий;
- Сварочное производство;

Вспомогательные производства:

- а) РМЦ и инструментальный цех;
- б) Энергоцех;
- в) Транспортный цех;
- г) РСУ.

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

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.

4.4.1 Защита 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.Сильные морозы

Во время сильные морозы своевременно надо провести качественную термоизоляцию трубопроводов теплосети и системы водоснабжение. Всегда держать резервные транспортные средства в рабочем состоянии. В случае

перемерозки труб должны быть предусмотрены запасные обогреватели (дизельные станции, калориферы и т.д). Их количество и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась.

2. Предполагаемая диверсия.

Для предупреждения вероятности осуществления диверсии предприятие необходимо оборудовать системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи, а также исключения распространения информации о системе охраны объекта (закрытой внутренней сетью интернет и введением режима секретности), расположении помещений и оборудования в помещениях, системах охраны, сигнализаторах, их местах установки и количестве. На предприятии должна быть создана служба гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям, способная быстро и правильно реагировать на любые возможные ЧС на предприятии.

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.

4.5 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

2) Пути эвакуации

Рисунок 8



Список литературы

1. Режимы резания металлов. Справочник. Под ред. Ю.В. Барановского. Изд. 3-е, перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1972г.
2. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1985г.
3. Допуски и посадки: Справочник. В 2-х ч. В.Д. Мягков, М.А. Палей и др. - 6-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение. Ленинградское отделение, 1982г.
4. Анурьев В.И. Справочник конструктора — машиностроителя: В 3-х т. - 5-е изд., перераб и доп. - М.: Машиностроение, 1980г.
5. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник - 7-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1979г., 303 стр., ил.
6. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков - 4-е изд., исправл. доп. - Л.: Машиностроение. Ленинградское отделение, 1975г.
7. Егоров М.Е. и др. Технология машиностроения. Учебник для вузов. Изд. 2-е, доп. М., “Высш. школа”, 1976., 534 стр., ил.
8. Технология машиностроения: В 2 т. Т. 1. Основы технологии машиностроения:
9. Учебник для вузов / Под ред. А. М. Дальского. – М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 1999г. – 564 с., ил.
10. 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.
11. Станочные приспособления: Учебное пособие/ А.Г.Схирладзе, В.Ю. Новиков, Г.А. Мелетьев – Йошкар-Ола, ГТУ ,1998г. – 170 с.
12. Станочные приспособления: Справочник Том 1 - т./Под ред. Б.Н. Вардашкина, А.А.Шатилова - М.: Машиностроение, 1984 г. – 592 с., ил.

13. Станочные приспособления: Справочник Том 2 - т./Под ред. Б.Н. Вардашкина, А.А.Шатилова - М.: Машиностроение, 1984 г. – 592 с., ил.
14. 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.
15. Современные конструкции инструментов для сверления и растачивания глубоких отверстий. Кирсанов С.В. , Инженерный журнал. Справочник с приложением. №2(95), 2005 г.
16. Смазочно-охлаждающие технологические средства, применяемые при обработке глубоких отверстий. Кирсанов С.В. , Инженерный журнал. Справочник с приложением. №6(51), 2001 г.
17. Мотузко Ф.Я. Охрана труда. – М.: Высшая школа, 1989. – 336с.
18. Безопасность жизнедеятельности. /Под ред. Н.А. Белова - М.: Знание, 2000 - 364с.
19. Самгин Э.Б. Освещение рабочих мест. – М.: МИРЭА, 1989. – 186с.3
20. Справочная книга для проектирования электрического освещения. / Под ред. Г.Б. Кнорринга. – Л.: Энергия, 1976.
21. Борьба с шумом на производстве: Справочник / Е.Я. Юдин, Л.А. Борисов; Под общ. ред. Е.Я. Юдина – М.: Машиностроение, 1985. – 400с., ил.
22. Зинченко В.П. Основы эргономики. – М.: МГУ, 1979. – 179с.
23. Методические указания к курсовой работе по экономике фирмы. – Томск: Изд. ТПУ, 2000г.