

Школа Инженерная школа новых производственных технологий

Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»

Отделение школы (НОЦ) Материаловедение

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
<b>Разработка технологического процесса изготовления детали “Полумуфта”</b>

УДК 621.825.002

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л41	Халкулов Фуркат Бахтиярович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Козлов Виктор Николаевич	К.Т.Н		

Консультант

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

#### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Мелик-Гайказян М. В.	К.Э.Н		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Немцова О. А.			

#### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение	Ефременков Е. А.	К. Т. Н.		

Школа Инженерная школа новых производственных технологий

Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»

Отделение школы (НОЦ) Материаловедение

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП

Ефременков Е. А.

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

## ЗАДАНИЕ

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
З-8Л41	Халкулов Фуркат Бахтиярович

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления детали “Полумуфта”

Утверждена приказом директора  
ИШНПТ (дата, номер)

27.02.2019г. №1543/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

04.06.2019г

<b>Исходные данные к работе</b> (наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).	Чертеж детали, годовая программа выпуска детали полумуфты
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).	Определение типа производства, составление маршрута технологических операций, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и основного времени, конструирование специального приспособления.
<b>Перечень графического материала</b> (с точным указанием обязательных чертежей)	Чертеж детали, размерный анализ, технологический процесс изготовления детали, сборочный чертеж приспособления
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> (с указанием разделов)	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
<b>Технологический и конструкторский</b>	Лещинер Екатерина Георгиевна
<b>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b>	Мелик-Гайказян Мария Вигеновна
<b>Социальная ответственность</b>	Немцова Ольга Александровна
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:</b>	

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	
---	--

#### Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Козлов Виктор Николаевич	к.т.н.		

#### Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л41	Халкулов Фуркат Бахтиярович		

**«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л41	Халкулов Фуркат Бахтиярович

<b>Школа</b>	<b>ИШНПТ</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>материаловедения</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	15.03.01 Машиностроение

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

1. Стоимость затрат технического проекта (ТП)	"Положению об оплате труда ТПУ".
2. Продолжительность выполнения ТП	По приблизительной оценке, продолжительность ТП составляет 97 рабочих дня.

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. Оценка потенциала и перспективности реализации технического проекта (ТП) с позиции ресурсоэффективности	Потенциал и перспективность реализации ТП оценивается проведением SWOT-анализа, а ресурсоэффективность ТП с помощью интегральной оценки ресурсоэффективности.
2. Планирование графика работ по реализации ТП	При использовании графика работ по реализации ТП используется оценка трудоёмкости работ для каждого исполнителя. По полученным данным составляется ленточная диаграмма Ганта.
3. Составление сметы ТП	При составлении сметы ТП используется следующая группировка затрат по статьям; - материальные затраты - полная заработная плата исполнителей - отчисления во внебюджетные страховые фонды - накладные расходы

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

1. Диаграмма Гант
-------------------

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	15.03.2019
---	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент, отделение социально-гуманитарных наук	Мелик-Гайказян Мария Вигеновна	к.э.н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л41	Халкулов Фуркат Бахтиярович		

Томск 2019

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-8Л41	Халкулову Фуркату Бахтияровичу

<b>Школа</b>	<b>ИШНПТ</b>	<b>Отделение (НОЦ)</b>	
<b>Уровень образования</b>	Бакалавр	<b>Направление/специальность</b>	15.03.01 Машиностроение

<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является механо-сборочный цех (МСЦ) АО АГМК Деталь полумуфта, материал ст45, масса детали 0,264кг. Тип производства- мелкосерийный.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства (приводится перечень ГОСТов, СНиПов и др. законодательных документов, использованных в своей работе);
<b>2. Производственная безопасность:</b> 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Параметры анализа: 1. Отклонение параметров микроклимата; 2. наличие вредных веществ; 3. повышение уровня шума; 4. недостаточная освещенность рабочего места; 5. электрическая безопасность; 6. движущиеся машины и механизмы, незащищенные подвижные элементы производственного оборудования
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	– анализ воздействия объекта на окружающую среду (сбросы, выбросы, отходы); – мероприятия по сокращению негативного воздействия на окружающую среду.
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	Защита в чрезвычайных ситуациях: – пожары; – несанкционированное проникновение постороннего на территорию предприятия. – план эвакуации

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

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Ассистент (ООД, ШБИП)	Немцова Ольга Александровна			

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-8Л41	Халкулов Фуркат Бахтиярович		

## РЕФЕРАТ

выпускной квалификационной работы

студента гр. 3-8Л41 Халкулова Фурката Бахтияровича

### **«Проектирование технологического процесса изготовления полумуфта»**

Выпускная квалификационная работа выполнена на 98 с. пояснительной записки, содержит 10 рис., 21 табл., 20 источников.

Ключевые слова: полумуфта, припуск, технологический размер, размерный анализ, режимы резания, технологический процесс, нормирование технологического процесса, специальное приспособление, расчёт приспособления, технологическая себестоимость, социальная ответственность.

Объектом проектирования является технология изготовления детали “Полумуфта”.

Цель работы – подтверждение квалификации «бакалавр техники и технологии» по направлению 15.03.01 «Машиностроение», по профилю подготовки «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств».

В работе был выполнен анализ чертежа и технологичности детали, выбор заготовки, проектирование технологического процесса механической обработки детали “полумуфта”, расчёт припусков на обработку всех поверхностей, размерный анализ технологического процесса и расчёт технологических размеров, расчёт режимов резания и требуемой мощности станков, расчёт времени выполнения каждой операции и всего технологического процесса, проектирование специального приспособления для сверления отверстия, расчёт необходимой силы закрепления, описание конструкции приспособления, расчёт технологической себестоимости изготовления детали, анализ вредных факторов на производстве и решение вопросов безопасности работы, действия при чрезвычайных ситуациях и мероприятия по их предотвращению, анализ влияния производственных факторов на окружающую среду.

В результате проектирования был спроектирован технологический процесс и специальное приспособление, рассчитана технологическая себестоимость изготовления детали, которая составила 124,1 тыс. руб., решены вопросы безопасности работы, разработаны мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций.

Для производства детали «Полумуфта» потребуется оборудование: токарно-винторезный станок 1К62, токарно-винторезный станок 16К20П, вертикально-фрезерный станок 6Р11, вертикально-сверлильный станок 2А125, горизонтально-протяжной станок 7Б523, технологическая оснастка.

Степень внедрения: по результатам защиты работы на государственной аттестационной комиссии будет решено, следует ли рекомендовать разработки к внедрению на производстве.

Область применения: производство машиностроительной продукции.

Экономическая значимость работы достаточно высокая. В будущем планируется участвовать в организации производства детали.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	9
1.1. Этапы разработки технологических процессов .....	11
1.2. Исходные данные для проектирования технологического процесса .....	12
1.3. Анализ чертежа детали.....	12
1.4 Анализ технологичности конструкции детали .....	13
1.5. Выбор заготовки .....	14
1.6. Структура технологического процесса .....	16
1.7 Выбор оборудования и технологической оснастки.....	20
1.8. Размерный анализ технологических процессов .....	28
1.9. Расчет припусков и технологических размеров .....	33
1.10. Расчет режимов резания .....	42
1.11 Нормирование технологического процесса .....	48
2 Конструкторская часть.....	51
2.1 Описание конструкции и принципа действия специального приспособления .....	51
2.2 Выбор привода зажимающего устройства и расчет его параметров.....	55
Глава №3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ .....	57
3.1 SWOT-анализ разработки технологического процесса изготовления детали «Полумуфта».....	57
3.2. Организация работ технического проекта .....	60
3.3. Составление сметы затрат на разработку ТП .....	65
3.4. Определение ресурсоэффективности проекта .....	69
Глава 4. «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ».....	72
4.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	72
4.2. Производственная безопасность. ....	74
4.3. Повышенная запыленность воздуха. ....	75
4.4. Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя .....	80
4.5. Защита гидросферы .....	84
Заключение.....	96
Литература.....	97

## ВВЕДЕНИЕ

Эффективность производства, его технический прогресс, качество выпускаемой продукции во многом зависят от опережающего развития производства нового оборудования, машин, станков, от всемерного внедрения методов техника – экономического анализа, обеспечивающего решение технических вопросов и экономическую эффективность технологических и конструкторских разработок.

Для решения основной задачи повышения производительности труда и качества выпускаемой продукции при минимальных затратах необходимо широкое внедрение однооперационных и многооперационных станков с числовым программным управлением, робототехнических комплексов и гибких производственных систем.

Применение станков с ЧПУ позволяет получить значительный экономический эффект и высвободить большое число универсального оборудования. Эффективность станков с ЧПУ, по отечественным и зарубежным данным, характеризуется ростом производительности, числом заменяемых универсальных станков, сокращением подготовки производства и технологической оснастки, уменьшением брака, обеспечением взаимозаменяемости деталей, сокращением или полной ликвидацией разметочных и слесарно-сборочных работ, внедрением с началом запуска нового изделия расчетно-технических норм и обеспечения, тем самым, существенно уменьшая трудоемкость и повышая производительность труда.

Применение систем автоматизированного проектирования при разработке технологии изготовления деталей позволяет сократить сроки технологической подготовки производства, разрабатывать технологические процессы по упрощенному варианту.

Для того чтобы улучшить условия работы и ускорить процесс создания и редактирования технологических процессов многими фирмами были созданы специальные программы, позволяющие существенно повысить эффективность работы технолога. Поэтому именно использование таких

специализированных программ (T-Flex, Sprut, Gemma-3D, Компас и др.) для разработок технологических процессов и является сейчас наиболее актуальным.

Задачей технолога является выбор метода проектирования, наиболее подходящий в конкретном случае, а также программного обеспечения, которое полностью и с максимальной эффективностью удовлетворяет требованиям задачи, которую необходимо решить.

Одним из основных направлений развития технологии машиностроения является совершенствование и оптимизация и разработка новых энерго- и материалосберегающих технологических процессов изготовления изделий машиностроения, технологии и методов обработки.

В этой связи целью проекта является проектирование технологического процесса изготовления детали «Полумуфта».

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) Разработать технологический процесс механической обработки детали «Полумуфта».
- 2) Спроектировать технологическую оснастку.

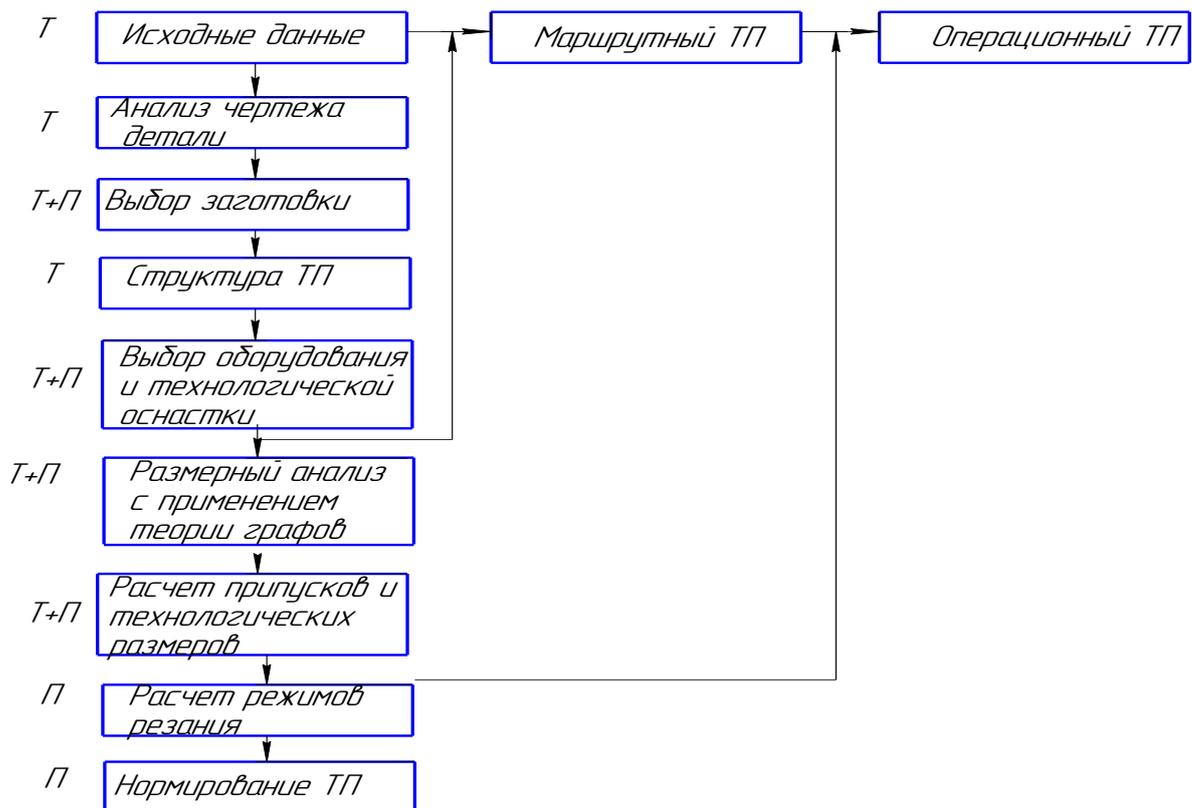
Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»: оценка потенциала и перспективности реализации технического проекта (ТП) с позиции ресурсоэффективности, планирование графика работ по реализации ТП, составление сметы ТП.

Разработать мероприятия по охране труда и безопасности жизнедеятельности.

## 1. Технологическая часть

### 1.1. Этапы разработки технологических процессов

В настоящее время идеальных систем САПР не существует, то есть даже при проектировании ТП в САПР нельзя обойтись без квалифицированной и грамотной работы технолога. Ещё не создана система, в которую закладывались бы знания технолога и которая бы всю работу по определению количества обрабатываемых циклов на станке, необходимых приспособлений, последовательности обрабатываемых элементов, инструмента и режимов для этого необходимых, производила сама система, а не человек! Ниже приведена последовательность проектирования технологических процессов (Рисунок 1.1.), с учетом участия в этапах разработки технолога – Т и программы – П.



(Рисунок 1.1.)

### 1.2. Исходные данные для проектирования технологического процесса

1) рабочий чертеж детали (представлен на рисунок 1.2.)

2) программа выпуска деталей  $N = 300 \text{ шт./год}$

3) справочная и нормативная литература.

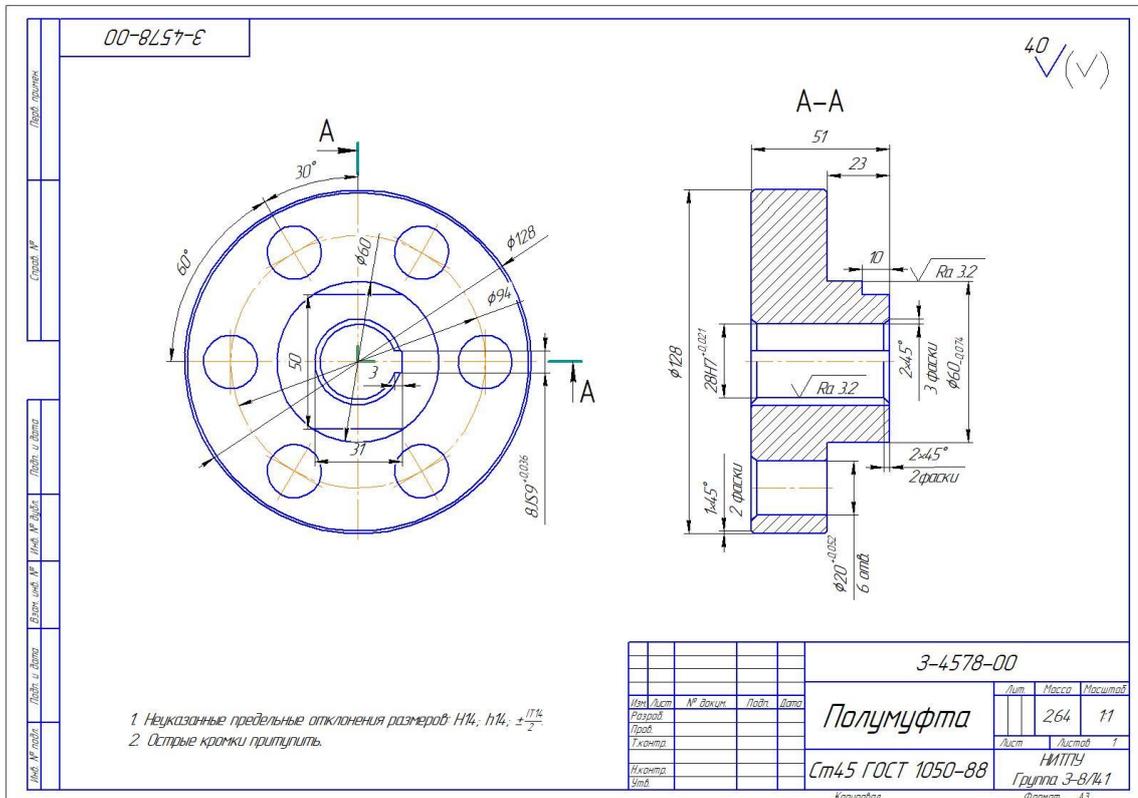


Рисунок 1.2 – Рабочий чертеж детали.

### 1.3. Анализ чертежа детали

Деталь – Полумуфта. Наружный контур состоит из одной ступени  $\varnothing 128 \varnothing 60$ , Внутренний контур посадочная поверхность  $\varnothing 28H7^{(+0,021)}$  со шпоночным пазом шириной 8JS9. На торце детали имеются шесть сквозных отверстий  $\varnothing 20$ , расположенные на  $\varnothing 94$ . Также в детали выполнены две лыски в размер 50 длиной 10.

Согласно чертежу, деталь «Полумуфта» изготавливается из стали сталь 45 по ГОСТ 1050-88, использование данной стали рационально для изготовления детали, она легко обрабатывается и отвечает всем требованиям, предъявляемым к детали.

Химический состав стали сталь 45 по ГОСТ 1050-88 приведен в таблице 1.1, а механические свойства в таблице 1.2

Таблица 1.1 – Химический состав стали Ст45 по ГОСТ 1050-88

C, %	Mn, %	Si, %	Cr, %	Ni, %	Cu, %	S, %	P, %
0,42...0,5	0,5...0,8	0,17...0,37	до0,25	до0,25	до0,25	до 0,04	до 0,035

Деталь имеет габаритные размеры: длина – 51 мм, диаметр – 128 мм.

Самые точные поверхности:

Посадочный диаметр:  $\varnothing 28H7^{(+0,021)}$  с шероховатостью Ra 3,2.

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

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

#### *1.4 Анализ технологичности конструкции детали*

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

Совокупность свойств изделия, определяющих приспособленность его конструкции к достижению оптимальных затрат ресурсов при производстве и эксплуатации для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ, представляет собой технологичность конструкции изделия [8].

Анализируя технологичность данной детали, можно сказать, что:

– форма детали является правильной геометрической, деталь является телом вращения, деталь симметричная

– значение шероховатостей поверхностей соответствует классам точности их размеров и методам обработки этих поверхностей

- имеется свободный отвод и подвод режущего и мерительного инструмента к обрабатываемым поверхностям
- конфигурация детали обеспечивает легкое удаление стружки
- прутковая заготовка позволяет вести обработку в универсальном трехкулачковом самоцентрирующемся патроне.

Чертеж обрабатываемой детали имеет все необходимые сведения, дающие полное представление о детали, то есть все проекции, разрезы и сечения. На чертеже указаны все размеры с необходимыми отклонениями, требуемая шероховатость обрабатываемых поверхностей. Указаны сведения о материале детали. Обработка детали возможна с применением стандартного и стандартизированного режущего и мерительного инструмента.

При проектировании детали выдержаны все требования стандартов. Технологический контроль чертежа производится в техническом отделе предприятия. После разработки чертежа конструктором проводится проверка, технический контроль, со стороны технолога. До утверждения чертежа проходит проверку у начальника отдела, после чертеж утверждается главным специалистом курирующий отдел. Составляется технологическая карта с выдачей комплекта документов на технологический процесс обработки резанием.

Подводя итог вышесказанному, деталь в целом можно считать технологичной.

#### *1.5. Выбор заготовки*

На выбор заготовки влияют следующие показатели: назначение детали, материал, технические условия, объем выпуска и тип производства, тип и конструкция детали; размеры детали и оборудования, на котором они изготавливаются; экономичность изготовления заготовки, выбранной по предыдущим показателям. Все эти показатели должны учитываться одновременно, так как они тесно связаны. Окончательное решение

принимают на основании экономического расчета с учетом стоимости метода получения заготовки и механической обработки [9].

Существуют три пути получения заготовки;

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

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

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

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

С учетом технологических свойств материала детали (материал детали сталь 45 обладает достаточной пластичностью), её габаритов и массы, требований к механическим свойствам (особых требований нет), а также типом производства (мелкосерийное) выбираем в качестве исходной заготовки – прокат сортовой горячекатаный круглого сечения Ø130 ГОСТ 2590-88 Сталь 45 ГОСТ 1050-88. Заготовка получается при помощи одной заготовительной операции - отрезки проката.

#### *1.6. Структура технологического процесса*

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

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

Факторы, влияющие на структуру технологического процесса:

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

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

Приведем пример обработки поверхности вращения диаметр  $28H7^{(+0,021)}$ . Точные поверхности деталей обрабатываются по следующей схеме (см. таблицу 1.3)

Таблица 1.3 – Схема обработки точных поверхностей

Тех. процесс 1-го приближения	Тех. процесс 2-го приближения	Тех. процесс 3-го приближения
Черновая обработка	Чистовая обработка	Отделочная обработка
$IT_{\text{черн.}}=0,62$	$IT_{\text{чист.}}=0,25$	$IT_{\text{отдел.}}=0,021$
	$\xi=IT_{\text{черн.}}/IT_{\text{чист.}}$ $=0,62/0,25 = 2,48$	$\xi=IT_{\text{чист.}}/IT_{\text{отдел.}}$ $=0,25/0,21 = 1,19$
$\xi_{\Sigma}=IT_{\text{черн.}}/IT_{\text{дет.}}=$ $=0,62/0,021 \approx 29,5$	$\xi = \xi_{\text{черн.}} * \xi_{\text{чист.}} * \xi_{\text{отдел.}} = 2,48 * 1,19 \approx 29,512$	

Где  $\xi$  – уточнение, то есть для получения поверхности  $\varnothing 28H7_{(-0,021)}$  ее необходимо обработать 3 раза.

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

Точность различных параметров получается различными методами на станках. Точность размеров получается по методу неполной взаимозаменяемости (метод регулирования или метод компенсации (пробных стружек). Точность формы и расположения, получается по методу полной взаимозаменяемости и зависит только от точности оборудования.

Анализируя чертеж, можно заметить, что допуски формы и расположения поверхностей, то есть допуски цилиндричности, круглости, плоскостности не заданы и, следовательно, в нашем случае точность размеров получается по методу не полной взаимозаменяемости.

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

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

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

Предлагаемый технологический процесс является интегрированным, исходя из программы выпуска – *300шт./год*.

На число этапов обработки может влиять и необходимость выполнения термической обработки, которая может вытекать не только из требований чертежа, но и из условий улучшения обрабатываемого материала. Термическая обработка вызывает деформации заготовки в целом и коробление отдельных её поверхностей, поэтому для уменьшения их влияния на точность предусматривают дополнительные механические операции. Термообработка занимает место в технологическом процессе в зависимости от вида, например:

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

В нашем технологическом процессе термообработка не предусмотрена. Контроль может быть по ходу технологического процесса или только в конце обработки. Выбираем контроль в конце технологического процесса и, соответственно, вводим контрольную операцию.

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

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

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

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

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

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

1) возможность подвода режущего инструмента к поверхностям, подлежащим обработке, и желательно ко всем таким поверхностям

2) удобство установки и снятия заготовки

3) надежность и удобство ее закрепления в выбранных местах приложения сил закрепления

4) исключение деформации изгиба заготовки от выбранной схемы ее закрепления.

Технологические базы у простых и сложных деталей разные. Искомую деталь будем обрабатывать так:

На первой операции в качестве технологической базы выбираем наружную цилиндрическую поверхность вращения с наибольшими габаритами  $\varnothing 130(\pm 0,5)$  – [размер прутка, согласно сортаменту] и необработанный торец прутка – это черновые базы, и обтачиваем поверхность  $\varnothing 128$ , которая в дальнейшем будет технологической базой, от черновой базы. Остальные поверхности обрабатываем с установкой на различные последовательно сменяемые чистые базы. Маршрут строится по принципу обработки сначала грубых, а затем более точных поверхностей. Наиболее точные поверхности обрабатываются в последнюю очередь.

В конце маршрута выполняются и второстепенные операции (сверление малых отверстий, протягивание шпоночного паза, снятие фасок, заусениц и так далее).

На сверлильной операции базирование ведем по схеме: короткий цилиндр и плоскость. Для получения данной детали используется маршрутный технологический процесс, представленный в таблице 1.4

Таблица 1.4 – Маршрутная технология базового технологического процесса

Номер операции	Наименование Операции	Оборудование
005	Заготовительная	Отрезной круглопильный станок 8Г661
010	Токарная	Токарно-винторезный станок 1К62
015	Токарная	Токарно-винторезный станок 16К20П
020	Фрезерная	Вертикально-фрезерный станок 6Р11
025	Сверлильная	Вертикально-сверлильный станок 2А125
030	Горизонтально-протяжная	Горизонтально-протяжной станок 7Б523
035	Слесарная	Верстак
040	Моечная	Моечная машина
045	Контрольная	Контрольный стол

#### *1.7 Выбор оборудования и технологической оснастки.*

При выборе станков учитывают следующие факторы:

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

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

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

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

Выбор приспособлений обусловлен следующими факторами:

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

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

а) **универсальные** – применяются в мелкосерийном и индивидуальном производстве, часто являются принадлежностью станка, например тиски, патроны, люнет и т.д.

б) **универсально – сборочные** применяются в мелко и среднесерийном производстве, приспособления собираются из набора нормализованных деталей и узлов, допускающих многократную перекомпоновку собираемых конструкций

в) **специальные** – для их использования наиболее благоприятно массовое производство, предназначены для выполнения определенных технологических операций и представляют собой приспособления одноцелевого использования [4].

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

Для нашего технологического процесса выбираем универсальные приспособления, руководствуясь программой выпуска, кроме операции 025

035 (вертикально – сверлильная), для которой спроектируем специальное приспособление специализированный переналаживаемый кондуктор.

Проектируемые приспособления должны обеспечить: точную установку и надежное закрепление крышки, а также постоянное во времени положение заготовки относительно режущего инструмента, с целью получения необходимой точности размеров и их положений относительно других поверхностей заготовки; удобство установки, закрепления и снятия заготовок.

При выборе станка и приспособления для каждой операции необходимо определить и режущий инструмент. Резание металла производится за счет относительного движения инструмента и детали, которое осуществляется на станках. Многообразие видов обработки (точение, растачивание, сверление, фрезерование, протягивание, шлифование и так далее.) породило еще большее разнообразие режущих инструментов. Кроме того различают нормализованный инструмент и специальный. Предпочтение отдается нормализованному инструменту, который изготавливается в соответствии с ГОСТами или нормами на специализированных заводах.

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

1. При выборе режущего инструмента необходимо учитывать
2. Материал обрабатываемой детали и его физическое состояние
3. Материал режущей части инструмента
4. Оптимальные геометрические параметры режущей части инструмента
5. Оптимальное использование режимов резания
6. Возможность приобретения инструмента

Материал обрабатываемой детали может быть легкообрабатываемым, вязким, твердым, со сливной стружкой или вообще не обрабатываемым. Материал режущей части инструмента должен обладать следующими свойствами;

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

### **Группы инструментальных материалов.**

**Углеродистые стали**, стали с большим содержанием углерода (У7А-У13А)

Содержание углерода от 0.7 до 1.3% , высокая поверхностная твердость при мягкой сердцевине, работа при температуре 150 – 200<sup>0</sup>С, допустимые скорости резания 15 – 20 $\frac{м}{мин}$ , красностойкость 200-250<sup>0</sup>С. Применяются для слесарных инструментов ( топоры, стамески, напильники, метчики, развертки, ножовки, хирургические инструменты так далее)

**Легированные стали**, содержащие легирующие элементы: хром, вольфрам, молибден, ванадий др. (низколегированные не выше 3% легирующих элементов, среднелегированные стали от 3 до 5.5 % легирующих элементов, высоколегированные свыше 5,5% легирующих элементов) 9ХС, Х6ВФ, 9ХВГ, Х12, Х12Ф1, 9ХС, ХГС, ХВГ, Х12ТФ, скорость резания,

$$V=25-30\frac{м}{мин}$$

Состав химический для группы небольшой прокаливаемости:

Хром (0.2 – 0.7%)

Ванадий (0,15–0,3%)

Вольфрам (до4%)

Состав химический для группы повышенной прокаливаемости: Хром (0,8 – 1,7%) , марганец, кремний, вольфрам.

**Быстрорежущие стали** – работа при температуре 600 – 650<sup>0</sup>С, твердость HRC 68 – 70, скорость резания в 2 – 4 раза больше чем у инструментов 1,2 групп, скорость резания

$$V = 30 - 60 \frac{M}{мин}$$

Стали нормальной теплостойкости, ванадия не более 2% : P9, P18, P6M5. P – быстрорежущая сталь, 6% вольфрама, 5% молибдена.

Стали повышенной теплостойкости, более высокое содержание ванадия и кобальт. P18Ф3, P6M5Ф3, P18K5Ф2, P9K5, P6M5K5, P9M4K8 и др. Безвольфрамовые стали 11M5ФЮС с 1% алюминия.

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

Работа при температуре 900 – 1000<sup>0</sup>С, твердость HRC80 – 92,

$$V=100-300 \frac{M}{мин}$$

Вольфрамовые BK3, BK4, BK6, BK8, BK10, BK15.

Титановые T5K10, T5K12, T14K8, T15K6, T14K8, T30K4.

Титанотанталовые TT17K12, TT8K6, TT8K6, TT10K8, TT20K6.

Химический состав:

T15K6 (15% – карбида титана, 6% – кобальта, остальное 79% – карбид вольфрама)

BK8 (8%– кобальта , 92% – карбид вольфрама)

TT7K12 (7% – карбид титана и карбида тантала, 12% – кобальта, остальное карбид вольфрама 71%)

В 1923г в Германии был получен твердый сплав, в России в1929г.

**Сверхтвердые материалы:** алмазы натуральные и искусственные, нитрид бора, оксид алюминия Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, цирконид ZrO<sub>3</sub> , нитрид кремния ТСС.

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

В некоторых случаях необходимо использование вспомогательного инструмента. Вспомогательный инструмент – устройство, в которое устанавливается и закрепляется режущий инструмент.

Качества, которыми должен обладать вспомогательный инструмент, следующие:

- а) быстродействие
- б) совершенство конструкции
- в) прочность
- г) безопасность.

Выбор вспомогательного инструмента обусловлен конструкцией станка и инструментом.

Также необходимо назначить измерительный инструмент, необходимый для определения размеров и других параметров точности. На выбор измерительного инструмента влияют:

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

4.Наличие или возможность приобретения. Учитывая все вышеизложенные факторы, произведем выбор оборудования и технологической оснастки.

Итоги работы по данному этапу занесем в таблицу 1.5

Таблица 1.5 – Выбор средств технологического оснащения

№ опе р.	Наименован ие оборудовани я	Приспособлени е	Режущий инструмент	Марка режущего инструмент а	Измерительный инструмент
11	2	3	4	5	6
005	Отрезная Отрезной круглопильт ый станок 8Г661	Призмы установочные	Фреза $\varnothing 250$ 2253- 0044-Р6М5 ГОСТ 2679-73;	Р6М5	ШЦ-I -125-0,1 ГОСТ 166–89
010	Токарно- винторезны й станок 1К62	Патрон 3-х кулачковый 7100-0035 ГОСТ 2675- 80ГОСТ 2675– 80 Патрон сверлильный 8-В12 ГОСТ8522-79	Резец 2100-2069 ГОСТ 26611-85	T15K6	ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166–89 ШЦ-I-250-0,1 ГОСТ 166–89 УГЛОМЕР УН ГОСТ 5378-66
			Резец проходной 2100-0565 ГОСТ 26611-85	T15K6	
			Сверло спиральное 15 2301-0050 Р6М5- Н ГОСТ10903-77	Р6М5	
			Сверло спиральное 23 2301-0079 Р6М5- Н ГОСТ 10903- 77	Р6М5	
015	Токарно- винторезная 16К20П	Патрон 3-х кулачковый 7100-0035 ГОСТ 2675-80	Резец подрезной 2100-2069 ГОСТ 26611-85-T15K6;	Тв.спл. пластина T15K6 ГОСТ 19062-80	ШЦ- -125-0,1 ГОСТ 166-80 Микрометр МК- 75 ГОСТ 6507-78 Угломер УН ГОСТ 5378-66
			Резец проходной 2100-1565 ГОСТ 26611-85-T15K6;	Тв.спл. пластина T15K6 ГОСТ 19062-80	
			Резец 2101-0643 ГОСТ 20872-80- T15K6,	Тв.спл. пластина T15K6 ГОСТ 19062-80	
			Резец расточной специальный фасонный	T15K6	

Продолжение таблицы 1.5

020	Фрезерная Вертикально- фрезерный 6P11	Делительная головка	Фреза $\varnothing 36$ 2223-4361- P6M5 ГОСТ 23248-78	P6M5	ШЦ-I-125-0.05 ГОСТ 166-80; ШЦ-I-125-0.1 ГОСТ 166-80
025	Сверлильная Вертикально- сверлильный станок 2A125	Кондуктор Приспособление специальное	Сверло $\varnothing 20$ 2301-0069 P6M5-Н ГОСТ 10903-77	P6M5	Пробка 8133- 0934-Н14 ГОСТ 14810-69; угломер УН ГОСТ 5378-66; Глубиномер микр. ГМ-100 ГОСТ 7470-78
			Зенковка $\varnothing 40$ 2353- 0137 ГОСТ 14 953-80		
030	Горизонтально- протяжная Горизонтально- протяжной станок 7Б523		Протяжка шпоночная 8JS9 2405- 1057 ГОСТ 18217-90	P6M5	ШЦ-III-125-0,1 ГОСТ 166-80; калибр на глубину паза; калибр на смещение паза
035	Контрольная	Стол контролера			Ш,Ц-I-125-0.1 ГОСТ 166-80 Ш,Ц-II-150-0.1 ГОСТ 166-80 Пробка 8133- 0929-Н14 ГОСТ 14810-69 Пробка 8133- 0929-Н14 ГОСТ 14810-69 Ш,Ц-I-125-0.05 ГОСТ 166-80 Угломер УН ГОСТ 5378-66 Микрометр МК- 75 ГОСТ 6507-78 Пробка 8133- 0941-Н14 ГОСТ 14810-69 Пробка 8133- 0934-Н14 ГОСТ 14810-69 Пробка 8133- 0934-Н14 ГОСТ 14810-69

## *1.8. Размерный анализ технологических процессов*

### *1.8.1. Применение теории графов в размерных расчетах*

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

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

1. множество перекрестков в плане города
2. множество команд в футбольном состязании
3. множество поверхностей, возникающих при сборке и при обработке детали, и так далее.

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

Особым видом графов являются так называемые "деревья".

**Деревом** — называется связный граф, не имеющий циклов. Построение дерева воспроизводит процесс роста дерева. Многие нециклические процессы природы могут быть описаны деревьями. К нециклическим процессам относятся все необратимые процессы, в которых возникновение каждого элемента множества не может быть осуществлено дважды, то есть к

одному и тому же элементу нельзя подойти разными путями, если бы был такой путь, то был бы и цикл и тогда процесс был бы циклическим. Технологические процессы изготовления деталей и сборки изделия являются не циклическими и могут быть изображены граф – деревом.

### ***1.8.2. Последовательность построения графа технологических связей ТП***

***1. Определение структуры технологического процесса (количество и последовательность операции, установок и переходов).***

2. Определение технологических баз и технологических размеров.

3. Построение комплексной схемы обработки детали, которая включает все поверхности, возникающие в процессе обработки (поверхности заготовки, припуски и поверхности готовой детали).

4. Нумерация поверхностей на комплексной схеме по порядку номеров слева направо.

5. Построение граф-дерева технологических связей по ходу технологического процесса, начиная с размеров заготовки или базирующей поверхности на первой операции. Вершинами граф-дерева будут поверхности обрабатываемой детали, а ребрами – технологические размеры. Полученное граф-дерево не должно иметь циклов и разрывов (специальная проверка правильности простановки технологических размеров количественная)

6. Нанесение на граф-дерево конструкторских размеров и припусков другим видом линий (прерывистая, волнистая или другим цветом). Полученный граф является совокупностью технологических размерных цепей, в которых конструкторские размеры будут исходными звеньями, а припуски замыкающими.

7. Расчет технологических размерных цепей может быть автоматизирован. Рассчитываются технологические размеры по известным конструкторским размерам и предварительно рассчитанным припускам. Расчет удобнее проводить по средним размерам и проставлять их на технологических эскизах, предварительно округлив. Знаки звеньев в

размерных цепях назначаются по правилу : если обход звена производится от меньшего номера к большему (положительное направление оси X), то знак +, например  $+A_{1,2}$ , а если обход звена производится от меньшего номера к большему (отрицательное направление оси X), то знак  $-$ , например  $-A_{2,1}$ .

Если анализируется получение размеров в радиальном направлении или диаметров, то взаимосвязь между операциями производится по осям базирующих поверхностей и строится граф-дерево несомности, в котором вершинами будут оси поверхностей вращения, а ребрами расстояние между ними несомность.

Цель размерного анализа состоит в оценке качества технологических процессов. При таком анализе проверяется, будет ли обеспечена точность и качество поверхности детали, заданное на ее чертеже.

Руководствуясь изложенной выше последовательностью, для размерного анализа составим комплексную схему обработки детали (см. рис.1.3, рис. 1.4 ).

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

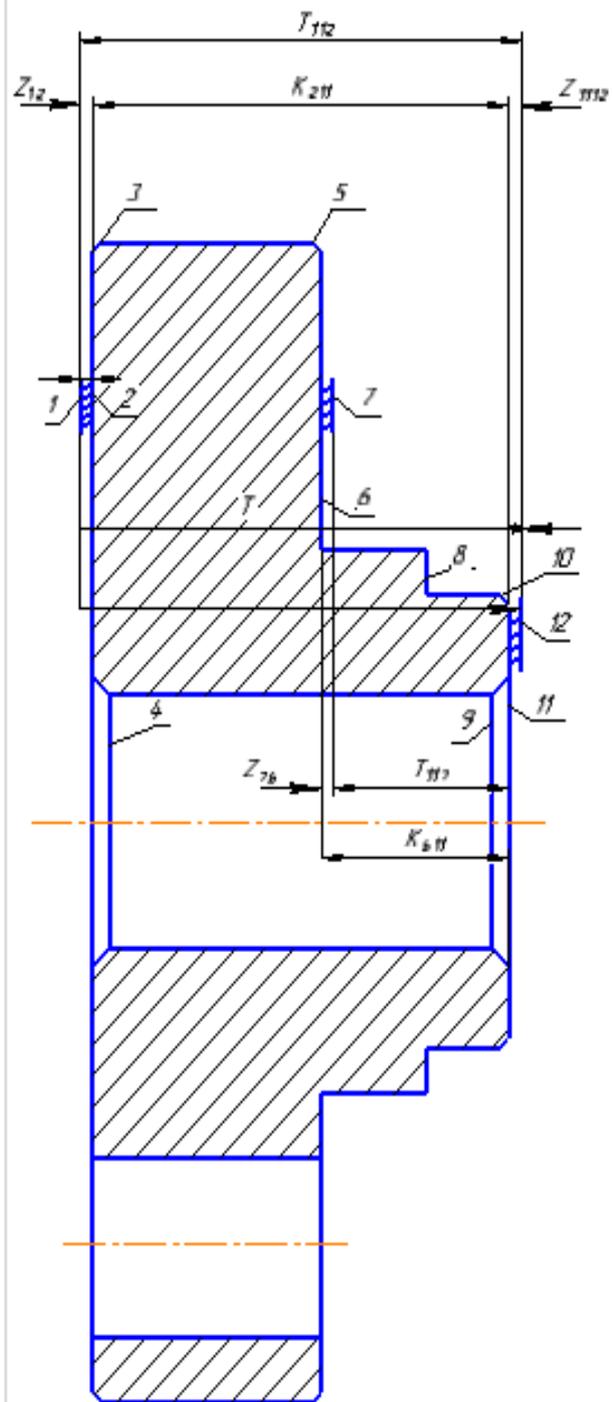


Рисунок 1.3 – Комплексная схема в осевом направлении.

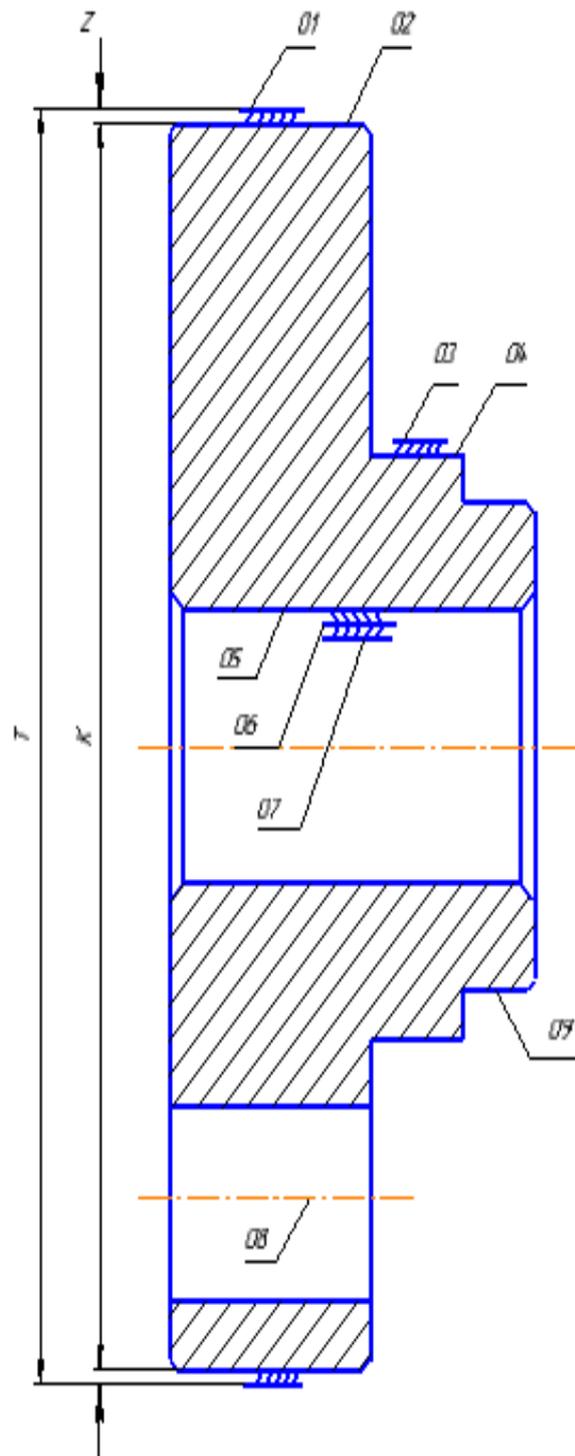


Рисунок 1.4 – Комплексная схема в радиальном направлении.

Для наглядного изображения размерных цепей, построим граф в осевом направлении (рис. 1.5.) и нанесем на него конструкторские размеры и припуски, построение ведём употребляя изложенную выше последовательность.

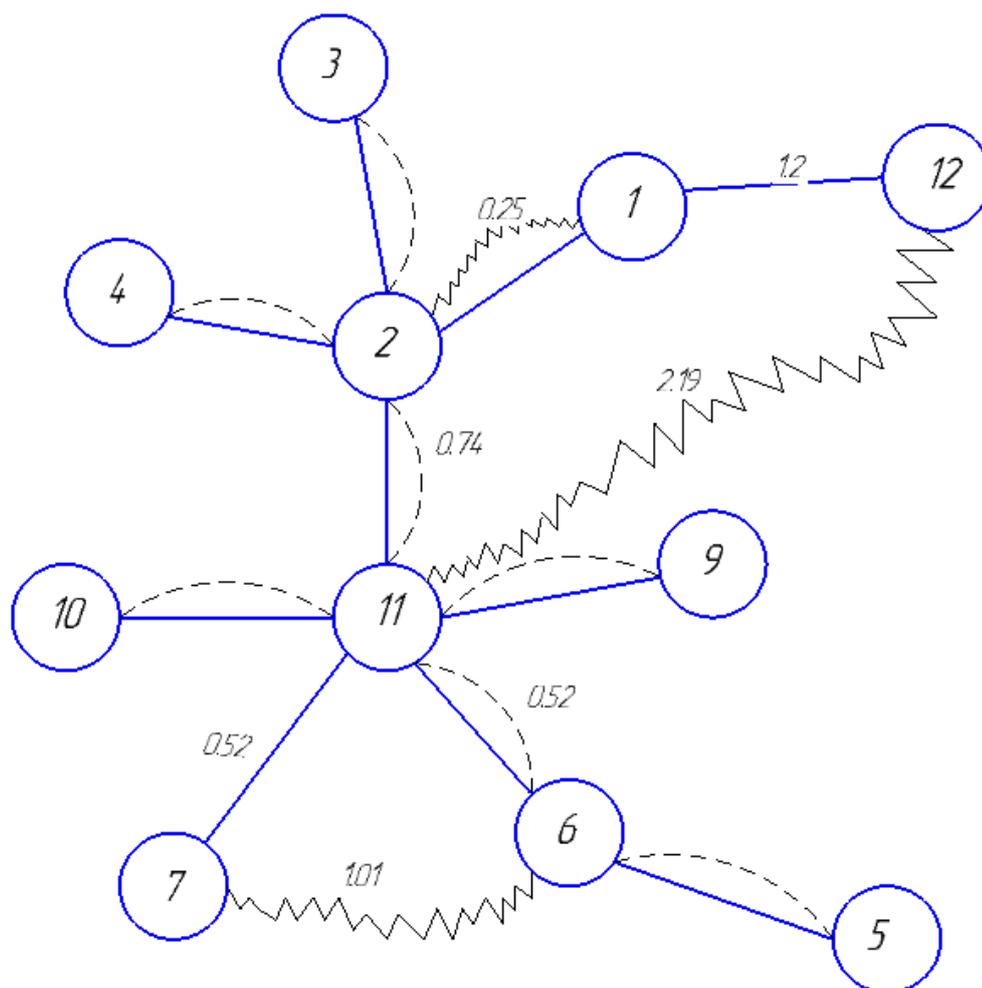


Рисунок 1.5 - Граф в осевом направлении

### 1.9. Расчет припусков и технологических размеров

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

Припуск определяется тремя методами:

1.Опытно – статистический основан на использовании уже известных данных.

2.Расчетно-аналитический основан на анализе различных условий обработки.

3.Вероятностно – статистический является дальнейшим развитием расчётно-аналитического, но в основу исследования расчета припусков и размеров заготовок положен вероятностный подход.

В данной работе будем придерживаться расчетно-аналитического метода.

Определяем припуск по следующим формулам:

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

$$Z_{max} = Z_{min} + JT_{Z, мм} \quad (2)$$

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

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

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

$T_{i-1}$  – дефектный слой предшествующей обработки

$\rho_{i-1}$  – пространственное отклонение (погрешность расположения поверхности)

$\xi_i$  – погрешность установки на данной операции

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

$JT_Z$  – допуск припуска

$\Delta_Z$  – среднее отклонение поля допуска припуска.

Приведем пример расчета припуска, например, после подрезки торца черновой ( $Z_{1-2}$ )

$$Z_{min}_{1-2} = R_{Z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \xi_i^2} = 50 + 50 + \sqrt{150^2 + 250^2} =$$

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

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

$$\Delta_Z = \frac{JT_Z}{2} = \frac{0,87}{2} = 0,435 \text{ мм}.$$

При расчете припусков данные  $R_z$ ,  $T$ ,  $\rho$ ,  $\xi$ , данные берем из справочной литературы [6], а допуск на припуск  $IT_z$  – из графа (приведен ниже). Остальные припуски рассчитываем по аналогии, результаты представим в виде таблицы 1.6.

Таблица 1.6.– Расчет припусков

Индекс	Состояние поверхности	$R_z$ , мкм	$T$ , мкм	$\rho$ , мкм	$\xi$ , мкм	$Z_{min}$ , мм	$IT_z$ , мм	$Z_{max}$ , мм	$Z_c$ , мм
$Z_{1-2}$	После отрезки	200	120	200	250	0,77	+0,25	1,262	1
$Z_{7-6}$	После черновой Подрезки торца	50	50	150	250	0,541	1.01	1.551	0.7755
$Z_{11-12}$	После отрезки	200	120	200	250	0,77	2.19	2,96	1.865

Для расчета размерных цепей нам также необходимы средние значения конструкторских размеров. Расчет конструкторских размеров также сведем в таблице 1.7

Таблица 1.7 – Конструкторские размеры

Индекс	Предельный размер, мм	Допуск, мм	Среднее отклонение, мм	Средний размер, мм
$K_{02}$	128 <sub>. 1</sub>	1	-0,5	127,5
$K_{04}$	60 <sub>-0,074</sub>	0,074	-0,037	59,963
$K_{05}$	28 <sub>-0,021</sub>	0,021	+0,0105	28,0105

Рассчитаем технологические размеры с помощью размерных цепей выявленных на графе.

1) Установление геометрических и кинематических связей между размерами деталей, расчет номинальных значений, отклонений и допусков размеров звеньев.

2) Анализ правильности простановки размеров и отклонений на рабочих чертежах деталей.

3) Расчет межоперационных размеров, припусков и допусков, пересчет конструктивных размеров на технологические.

4) Обоснование последовательности технологических операций при изготовлении и сборке изделий.

5) Выбор измерительных и технологических баз деталей.

Основное уравнение размерной цепи.

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

$$\xi A_{\Delta_{cp}} + \sum^n \xi A_{i_{cp}} = 0$$

Основное уравнение расписывается на два уравнения уравнение номиналов:

$$\xi A_{\Delta_n} + \sum^n \xi A_{i_n} = 0$$

уравнение средних отклонений:

$$\xi \Delta_{\Delta} + \sum^n \xi \Delta_i = 0$$

Уравнение допусков:

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

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

1) Уменьшение допусков каждого из составляющих звеньев;

2) Сокращение числа звеньев в размерной цепи.

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

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

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

Расчеты размерных цепей могут производиться двумя методами:

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

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

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

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

$K$  – коэффициент, учитывающий способ распределения погрешности;

$K=1.2$  если способ распределения не известен,  $K=1.7$  для несоосностей.

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

- 1) Полной взаимозаменяемости;
- 2) Неполной взаимозаменяемости;
- 3) Группового подбора (селективная сборка)
- 4) Пригонка;
- 5) Регулирование.

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

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

При несовпадении технологического размера с конструкторским необходимо выявить размерную цепь, в которую входит рассматриваемый конструкторский размер и технологические размеры, необходимые для его выполнения. В этом случае замыкающими звеньями в технологических

размерных цепях являются конструкторские размеры, и припуски на обработку.

Так как для конструкторского размера заданы номинальный размер и отклонения, то такие размеры являются исходными, то есть исходя из них требуется рассчитать номинальные размеры и отклонения технологических размеров. Мы последовательно рассматриваем размерные цепи с одним неизвестным технологическим размером и рассчитываем номинальный размер и отклонения этого звена.

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

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

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

Если условие (5) не выполняется, то необходимо уменьшить величины допусков всех составляющих звеньев (или нескольких, или, может быть, достаточно только одного звена), то есть обрабатывать размеры с большей точностью или расширить допуск конструкторского размера. Если данная операция не дает желаемого результата, то дальнейшее ужесточение (уменьшение) допусков нецелесообразно, поскольку приведет к существенному повышению себестоимости изготовления детали. Если после снижения точности условие неравенства (5) выполняется, значит задачу по определению номинальных размеров и отклонений звеньев составляющих (технологических размеров) решить можно. В нашем случае конструкторские размеры выдерживаются.

Замыкающими звеньями будут припуски – они собирают погрешность.

Допуск припуска считаем как допуск замыкающего звена:

$$JTz = \sum_{i=1}^n |JT_i|,$$

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

Составим уравнение номиналов:

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

$$-T_{12-1} + T_{1-2} + K_{2-11} + Z_{11-12} = 0$$

$$T_{12-1} = Z_{1-2} + K_{2-11} + Z_{11-12}$$

$$T_{12-1} = 1 + 50,63 + 1,865 = 53,495$$

принимаем размер  $T_{12-1} = 54 \pm 0.6$

$$-T_{11-7} - Z_{7-6} + K_{6-11} = 0$$

$$T_{11-7} = Z_{7-6} + K_{6-11}$$

$$T_{11-7} = -0.7755 + 22.74 = 21.96$$

принимаем размер  $T_{11-7} = 22 \pm 0.26$ .

Технологические размеры проставляем технологические карты.

3. Уравнение допусков:

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

$$IT_{11-12} = 2,19$$

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

На это граф дерево наносятся конструкторские несоосности и припуски, получатся циклы, которые будут размерными цепями несоосности, в которых конструкторские несоосности-исходные звенья, несоосность

припусков замыкающие звенья, а технологическая несоонность составляющие звенья.

Граф в радиальном направлении представлен на Рисунке 1.6.

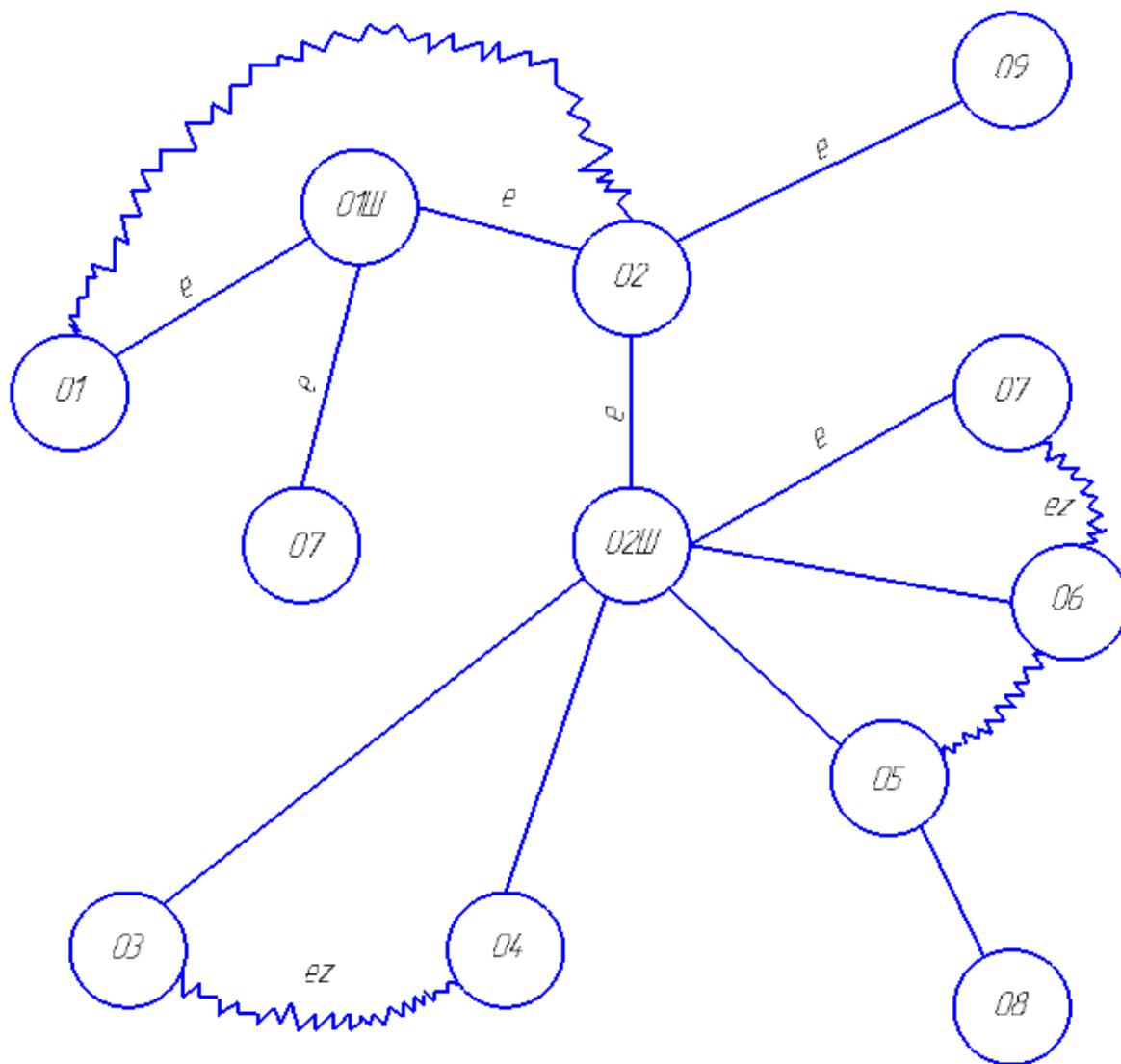


Рисунок 1.6 – Граф в радиальном направлении

Таблица 1.6 – Расчет припусков радиальном направлении

Индекс	Состояние поверхности	$R_z$ , мкм	$T$ , мкм	$\rho$ , мкм	$E$ , мкм	$Z_{min}$ , мм	$IT_z$ , мм	$Z_{max}$ , мм	$Z_c$ , мм
$Z_{01-02}$	После проката	200	300	100	400	1	1	2	1,5
$Z_{03-04}$	После черновой проточки	150	100	100	20	0,351	0,407	0,758	0,5545
$Z_{07-06}$	После черновой расточки	80	100	100	20	0,281	0,52	0,801	0,541
$Z_{06-05}$	После чистой расточки	25	30	60	10	0,115	0,2705	0,3855	0,25

Индекс	Предельный размер	Допуск	Среднее отклонение	Средний размер
$K_{2-11}$	$51_{-0,74}$	0,74	-0,37	50,63
$K_{6-11}$	$23_{-0,52}$	0,52	-0,26	22,74

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

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

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

Приведем пример расчёта диаметра  $D_{01}$ .

$$T_{01} = K_{02} + Z_{02-01}$$

$$T_{01}=127.5+1.5 * 2 = 130.5 \pm 0.5$$

$$T_{03}=K_{03} + Z_{03-04}$$

$$T_{03}=59.963+0.5545 * 2 = 61.072 \approx 61 \pm 0.37$$

$$T_{06}=K_{05} - Z_{05-06}$$

$$T_{06}=28.0105-0.25 * 2 = 27.5105 \approx 27.5 \pm 0.26$$

$$T_{07}=K_{06} - Z_{06-07}$$

$$T_{07}=27.5105-0.541 * 2 = 26.4285 \approx 26.5 \pm 0.26$$

*T<sub>0,1</sub>- Технологический размер-диаметр заготовки*

*K<sub>02</sub>-Конструкторский размер-диаметр 128-1*

*Z<sub>02</sub>-Припуск на обработку диаметра 128*

Рассчитанное технологические размеры проставляется  
технологический карты

#### *1.10. Расчет режимов резания*

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

Элементы режима резания для обычно устанавливают в порядке, указанном ниже.

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

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

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

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

Мощность резания определяется по формуле:

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

Рассчитаем режимы резания для токарной и сверлильной операций.

Предлагается для расчета режимов на токарных станках воспользоваться рекомендациями по расчету режимов резания, изложенными в Карт Т-1[5]

1. Назначаем глубину резания  $t$ .

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

а) определение рекомендуемой подачи по нормативам

б) уточнение подачи по паспорту станка.

3. Определение стойкости инструмента по нормативам  $T_p$  в *мин*.

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

а) определение рекомендуемой скорости резания по нормативам,

б) расчет рекомендуемого числа оборотов шпинделя станка:

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

Где  $V$  – скорость, *м/мин*

$d$ - диаметр обрабатываемой поверхности, *мм*

в) уточнение числа оборотов шпинделя по паспорту станка

г) уточнение скорости резания по принятому числу оборотов

шпинделя.

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

Рассчитаем режимы резания на операцию чернового точения аналитическим методом.

Операция 010 Токарная. Черновое точение поверхности  $\varnothing_{128-0,1}$

Станок – токарный модели 1К62. Мощность привода главного движения  $N = 10$  кВт.

Глубина резания – 1 мм.

Выберем инструмент и материал режущей части резца.

Резец проходной:  $\varphi = 90^\circ$ ,  $\varphi_1 = 10^\circ$ ,  $\gamma = 10^\circ$ ,  $\lambda = 0^\circ$ ,  $\alpha = 10^\circ$ , радиус при вершине резца  $r = 0,5$  мм. Материал режущей части резца – твердый сплав ВК6.

Сечение державки резца 16×16 мм.

Назначим подачу.

Табличная подача при черновом точении  $S_T = 0,63$  мм/об.

Рассчитаем подачу с учетом твердости обрабатываемого материала:

$$S = S_T \cdot K_{си} \cdot K_{сп} \cdot K_{sd} \cdot K_{sp} \cdot K_{s\varphi} \cdot K_{см},$$

Где  $K_{си}$  – поправочный коэффициент на инструментальный материал;

$K_{сп}$  – поправочный коэффициент на состояние поверхности заготовки;

$K_{sd}$  – поправочный коэффициент на диаметр обработки;

$K_{sp}$  – поправочный коэффициент на тип конструкции резца;

$K_{s\varphi}$  – поправочный коэффициент на геометрию резца;

$K_{см}$  – поправочный коэффициент на механические свойства обрабатываемого материала;

$$S_o = 0,63 \cdot 1,15 \cdot 1,0 \cdot 0,6 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,85 = 0,39 \text{ мм/об.}$$

По паспорту станка принимаем подачу  $S_o = 0,39$  мм/об (регулирование бесступенчатое).

Рассчитаем скорость резания:

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

где  $C_V$  – постоянная в формуле скорости резания,  $C_V = 350$ ;

$m, x, y$  – показатели степени,  $m = 0,2$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,35$ ;

$T$  – период стойкости резца,  $T = 45$  мин – среднее значение при одноинструментальной обработке;

$K_V$  – поправочный коэффициент на скорость резания.  $K_V = K_{M_V} \cdot K_{n_V} \cdot K_{i_V} \cdot K_{\phi_V}$

Где  $K_{M_V}$  – поправочный коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала,

$K_{n_V}$  – поправочный коэффициент, зависящий от состояния поверхности заготовки,  $K_{n_V} = 0,9$ .

$K_{i_V}$  – поправочный коэффициент, зависящий от марки материала резца,  $K_{i_V} = 1$ .

$K_{\phi_V}$  – поправочный коэффициент, зависящий от угла в плане  $\phi$   $K_{\phi_V}$

$$K_{M_V} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^n = 0,8 \cdot \left( \frac{750}{980} \right)^1 = 0,6$$

Где  $K_{\Gamma}$  – коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости,  $K_{\Gamma} = 0,8$ ;

$n$  – показатель степени,  $n = 1$ .

$$K_V = 0,6 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,8 = 0,44.$$

$$V = \frac{350}{45^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,41^{0,35}} \cdot 0,44 = 92,9 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 92,9}{\pi \cdot 128} = 230,4 \text{ мин}^{-1}.$$

По паспорту станка принимаем  $n = 200 \text{ мин}^{-1}$

Действительная скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{\pi \cdot 128 \cdot 200}{1000} = 80,6 \text{ м/мин.}$$

Рассчитаем силу резания  $P_z$ :

$$P_z(y, x) = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p,$$

Где  $C_p$  – постоянная в формуле силы резания,  $C_p = 300$ .

$n, x, y$  – показатели степени,  $x=1$  ;  $y=0,75$  ;  $n=-0,1$ ;

$K_p$  – поправочный коэффициент на силу резания:

$$K_p = K_{M_p} \cdot K_{\phi_p} \cdot K_{\gamma_p} \cdot K_{\lambda_p},$$

Где  $K_{M_p}$  – поправочный коэффициент на обрабатываемый материал;

$K_{\phi_p}$  – поправочный коэффициент на угол в плане  $\phi$ ,  $K_{\phi_p} = 0,89$ ;

$K_{\gamma P}$  – передний угол  $\gamma$ ,  $K_{\gamma P} = 1$ ;

$K_{\lambda P}$  – угол наклона режущей кромки  $\lambda$ ,  $K_{\lambda P} = 1$ .

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{980}{750}\right)^{0,75} = 1,22;$$

$$K_{PZ} = 1,22 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 = 1,08.$$

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 1 \cdot 0,41^{0,75} \cdot 80,6^{-0,1} \cdot 1,08 = 1605 \text{ Н.}$$

По известной силе  $P_Z$  и скорости резания  $V$  произведем проверку по мощности привода главного движения станка необходимо, чтобы мощность затрачиваемая на резание была меньше мощности привода станка. Мощность затрачиваемая на резание:

$$N_{PEZ} = \frac{P_Z \cdot V}{1020 \cdot 60},$$

$$N_{рез} = \frac{1605 \cdot 80,6}{1020 \cdot 60} = 2,11 \text{ кВт,}$$

Проверка по мощности выполняется  $2,11 \text{ кВт} < 10 \text{ кВт}$ .

Рассчитаем режимы резания для **сверлильной операции - сверление отверстий  $\varnothing 20$  мм**, материал сверла – Р6М5 (т.к. сверлится сталь 45).

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

Тогда для сверления отверстия  $\varnothing 20$  мм глубина резания  $t = 10$  мм

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

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

1. Назначаем глубину резания  $t = 0,5D = 10 \text{ мм}$

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

3.  $T = 77 \text{ мин.}$  [5].

4. Расчет скорости резания  $V$  в м/мин

$$V_{табл.} = 23 \text{ м/мин.}$$

Рассчитаем скорость резания по формуле (13)

$$V = V_{табл.} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 = 23 \cdot 0,9 \cdot 1,09 \cdot 1,0 = 22,5 \text{ м/мин.}$$

$K_1$  – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;  
 $K_2$  – коэффициент, зависящий от стойкости инструмента;  
 $K_3$  – коэффициент, зависящий от отношения длины резания к диаметру.

$$K_1 = 0,9 [5].$$

$$K_2 = 1,09 [5].$$

$$K_3 = 1,0 [5].$$

Рассчитаем рекомендуемое число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * d} = \frac{1000 * 22,5}{3,14 * 20} = 480 \text{ об/мин}$$

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

Уточняем скорость резания по принятому числу оборотов шпинделя:

$$v = \frac{\pi * d * n}{1000} = \frac{3,14 * 20 * 475}{1000} = 21,8 \text{ м/мин.}$$

Определим силу резания  $P_z$  [5].

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

Где  $K_P$  - коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

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

$$K_P = 1,0 [5]$$

$$P_z = 410 * 1,0 = 410 \text{ кГ.}$$

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

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

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

$$N_{\text{табл.}} = 1,65$$

$K_N$  - коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала [5].

$$K_N = 1$$

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

Мощность электродвигателя главного привода станка 2А125 2,2 кВт, она является достаточной для выполнения данной операции.

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

### 1.11 Нормирование технологического процесса

Общемашиностроительные нормативы предназначены для расчета технически обоснованных норм времени.

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

Определение штучного времени  $T_{шт}$  :

$$T_{шт} = T_0 + T_B + T_{тех} + T_{орг} + T_{от} \quad (17),$$

где  $T_0$  – основное время;

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

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

$T_{от}$  – время на отдых.

Определение основного времени

$$T_0 = \frac{L_{р.х.} * i}{S_0 * n} \quad (14),$$

Где  $L_{р.х.}$  - длина рабочего хода, мм;

$i$  – количество рабочих ходов;

$S_0$  - подача, мм/об;

$n$  – число оборотов шпинделя, об/мин.

1. Расчет длины рабочего хода суппорта.

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

где  $L_{рез}$  - длина резания, мм;

$y$  - подвод, врезание и перебег инструмента, мм;

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

Определение вспомогательного времени  $T_B$ :

$$T_B = T_{y.c} + T_{3.o} + T_{y.п} + T_{и.з} \quad (16),$$

где  $T_{y.c}$  – время установки и снятия детали;

$T_{3.o}$  – время закрепления и открепление детали;

$T_{y.п}$  – время на управления станком;

$T_{и.з}$  – время на измерение.

Рассчитаем вспомогательное время при помощи таблиц

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

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

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

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

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

Определение штучно-калькуляционного времени:

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

где  $T_{н.з}$  – подготовительно – заключительное время;

n – число деталей в пробной партии;

N – годовая программа, шт.

$$n = N/12 = \frac{500}{12} = 42. \quad (23)$$

Нормативы времени берем для мелкосерийного производства.

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

$$T_0 = \frac{L_{p.x.} * i}{S_o * n} = \frac{70 * 1}{0,41 * 475} = 0,35 \text{ мин.}$$

$$L_{p.x.} = L_{рез} + y + L_{дон.} = 65 + 5 = 70 \text{ мм, где}$$

$$L_{рез} = 65 \text{ мм,}$$

$$y = 5 \text{ мм, [5]}$$

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

$$T_B = T_{y.c} + T_{3.o} + T_{y.п} + T_{и.з} = 0,24 + 0,0435 + 0,032 + 0,047 = 0,36 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = T_O + T_B + T_{тех} + T_{орг} + T_{от} = 0,35+0,36+0,13+0,13+0,013=$$

$$=1,1 \text{ мин.}$$

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{п.з.}}{n} = 1,1 + \frac{10}{42} = 1,52 \text{ мин.}$$

$$T_{ус.} = 0,24 \text{ мин. [2]}$$

$$T_{уп} = 0,0435 \text{ мин. [2]}$$

$$T_{зо} = 0,032 \text{ мин. [2]}$$

$$T_{из.} = 0,047 \text{ мин. [2]}$$

$$T_o = 0,35 \text{ мин.}$$

$$T_{п.з.} = 10 \text{ мин. [3]}$$

Рассчитаем нормативы времени для операции - сверление отверстия Ø12 мм (операция 010).

$$T_o = \frac{L_{р.х.} * i}{S_o * n} = \frac{28}{0,25 * 475} = 0,24 \text{ мин.}$$

$$L_{р.х.} = L_{рез} + y + L_{дон.} = 28 + 6,7 = 34,7 \text{ мм, где}$$

$$L_{рез} = 28 \text{ мм (длина отверстия),}$$

$$y = 6,7 \text{ мм, [5]}$$

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

$$T_B = T_{ус} + T_{зо} + T_{уп} + T_{из} = 0,25 + 0,066 + 0,01 + 0,054 = 0,378 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = T_o + T_B + T_{тех} + T_{орг} +$$

$$T_{от} = 0,24 + 0,38 + 0,047 + 0,047 + 0,305 = 1,019 \text{ мин}$$

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{п.з.}}{n} = 1,019 + \frac{10}{42} = 1,44 \text{ мин.}$$

$$T_{ус.} = 0,25 \text{ мин. [2]}$$

$$T_{уп} = 0,01 \text{ мин. [2]}$$

$$T_{зо} = 0,066 \text{ мин. [2]}$$

$$T_{из.} = 0,054 \text{ мин. [2]}$$

$$T_o = 0,52 \text{ мин}$$

$$T_{п.з.} = 10 \text{ мин. [3]}$$



Наладка состоит из подставки 8, прижимной втулки 9, кондукторной плиты 6 (в которой установлено шесть постоянных кондукторных втулки 14), и откидной шайбы 18. Устанавливается наладка на верхней плоскости поворотной части приспособления, а центрируется по хвостовику плунжера 7. Спроектированное приспособление работает следующим образом: наладка вместе с деталью закрепляется при помощи рукоятки 16, поворачивающей вал-эксцентрик 5, конец которого входит в паз плунжера, при повороте рукоятки 16 плунжер перемещается вниз и вместе с ним перемещается тяга 4, которая с помощью шайбы 18, закрепляет деталь и наладку на приспособлении.

С помощью рукоятки 15 поворотная часть кондуктора устанавливается в требуемое положение и затем закрепляется на подставке.

Для съема заготовки поворотом рукоятки 16 открепляем деталь, снимаем откидную шайбу 18 и кондукторную плиту.

Плиту приспособления крепят с помощью четырех болтов к столу станка.

Расстояние от установочной поверхности приспособления до головки тяги 4 позволяет изменять высоту наладки вместе с деталью от 40 до 120 мм.

## 2.2 Расчет сил зажима

Разрабатываем принципиальную расчетную схему (рис. 2.2), учитывающую тип, число и размеры установочных и зажимных устройств, вид и конструкцию направляющих элементов.

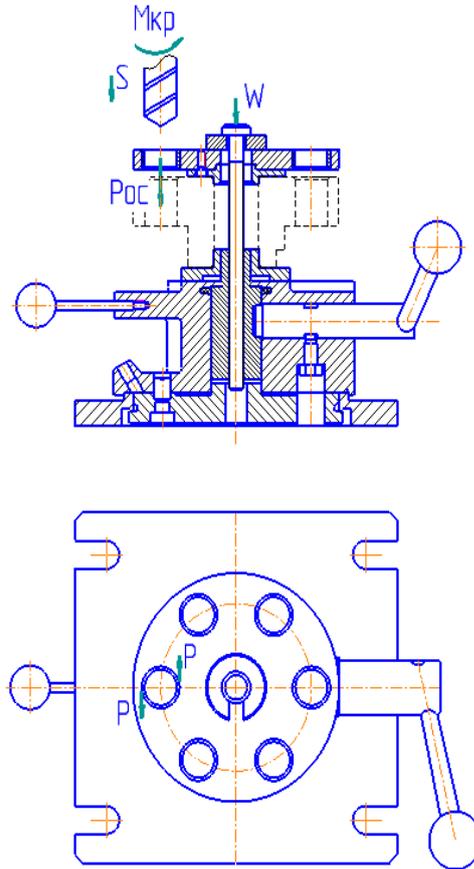


Рисунок 2.2 – Принципиальная расчетная схема для сверления отверстий.

По полученной схеме определяем силу зажима заготовки по следующей формуле:

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

Здесь  $k$  – коэффициент запаса,

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \quad [10]$$

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

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

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

$k_3=1,0$  – учитывает увеличение сил резания при прерывистом резании;  
 $k_4=1,3$  – характеризует постоянство силы зажимного механизма;  
 $k_5=1,0$  – характеризует эргономику немеханизированного зажимного механизма;

$k_6=1,0$  – учитывает наличие моментов стремящихся повернуть заготовку.  
 $K = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 = 1,5 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,3 \cdot 1,0 = 2,54$

$n = 1$  – число одновременно обрабатываемых отверстий;

$f = 0,16$  – коэффициент трения [10].

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

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

Определим крутящий момент для сверления отверстий  $D = 20\text{мм}$  в соответствии с рекомендациями, изложенными в [7]:

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

Здесь:  $C_M = 0,0345$ ;  $q = 2,0$ ;  $y = 0,8$  – коэффициенты, учитываемые при определении крутящего момента [5].

$D_1 = 20\text{мм}$  – диаметр обрабатываемых отверстий;

$s_1 = 0,21\text{мм/об}$  – подача при сверлении (см приложение, карта тех. процесса)

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

Тогда:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 20^2 \cdot 0,21^{0,8} \cdot 0,4 = 15,8\text{Н} \cdot \text{м};$$

Рассчитаем усилия зажимов:

$$W = \frac{2 \cdot k \cdot n \cdot M_{кр}}{3 \cdot f \cdot d_{отв}} = \frac{2 \cdot 2,54 \cdot 1 \cdot 15,8}{3 \cdot 0,16 \cdot 0,035} = 4778\text{Н};$$

Дальнейший выбор привода зажимного устройства и расчет его параметров будем производить для случая наиболее неблагоприятного, то есть для требуемого усилия зажима  $W = 4778\text{Н}$ .

## 2.2 Выбор привода зажимающего устройства и расчет его параметров

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

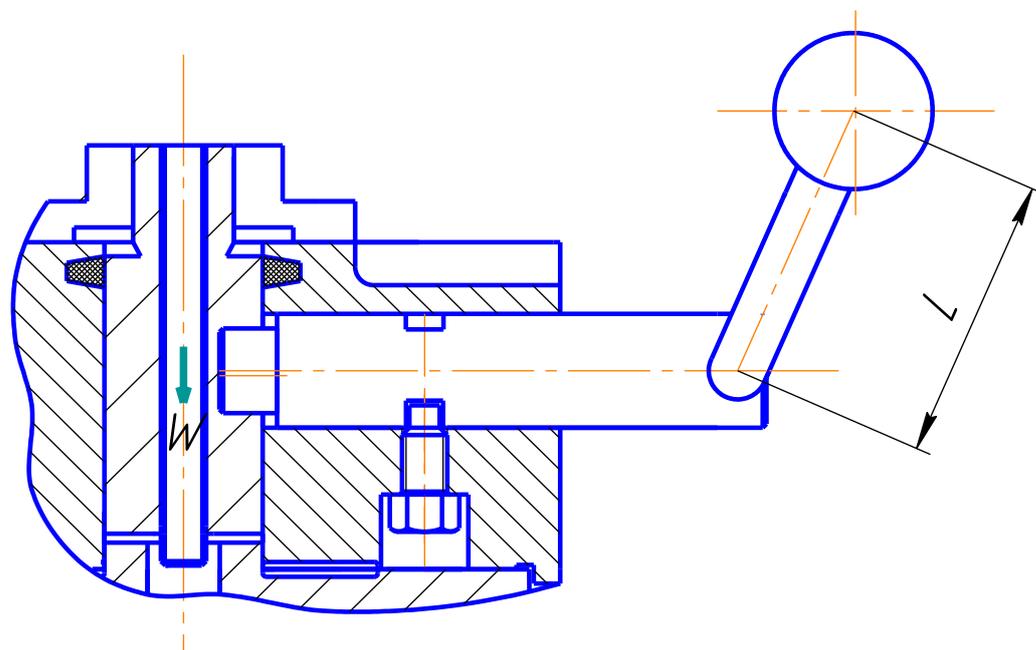


Рисунок 2.3 – Схема расчета ручного эксцентрикового зажимного устройства.

Исходные данные при проектировании:

$\Delta$  - отклонение размера заготовки( см чертеж )

$W$ - сила закрепления заготовки, Н

Определяем эксцентриситет:

$$e = \Delta + \Delta_{gap} + \frac{W}{I} = 0.62 + 0.2 + \frac{4778}{14700} = 1.15 \text{ мм}$$

Определяем диаметр цапфы:

$$d_y \geq 0,226\sqrt{W} = 0.226\sqrt{4778} = 15.62 \text{ мм}$$

принимаем  $d_{ц}=16$  мм, тогда наружный диаметр эксцентрикового кулачка:

$$D \geq 2(e + 1.2d_y) = 2 \cdot (1.15 + 1,2 \cdot 16) = 40.7 \text{ мм},$$

принимаем  $D=40$ мм

Проверяем эксцентриковый кулачок на самоторможение, должно выполняться условие:

$$D \geq 16 \cdot e$$

Условие выполняется  $40 \geq 16 \cdot 1,15$ , то есть эксцентриковый кулачок самотормозящий.

Вычислим ширину эксцентрикового кулачка, воспользовавшись формулой:

$$B \geq 0.037 \frac{W}{D} = 0.037 \frac{4778}{40} = 4.42 \text{ мм.}$$

Момент на рукоятке эксцентрикового кулачка

$$M = 2 \cdot e \cdot W = 2 \cdot 1.15 \cdot 4778 = 10989 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Длина рукоятки эксцентрикового кулачка:

$$L \geq \frac{M}{F} = \frac{10989}{196} = 65 \text{ мм.}$$

Принимаем  $L=70$  мм.

## ЗАДАНИЯ ДЛЯ РАЗДЕЛА

### Глава №3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Целью данного раздела является обоснование целесообразного использования технического проекта, выполняемого в рамках выпускной квалификационной работы, при этом детально рассматриваются планово-временные и материальные показатели процесса проектирования

Достижение цели обеспечивается решением следующих задач:

Составление SWOT-анализа Полумуфты

Планирование технико-конструкторских работ.

Определение ресурсоэффективности проекта.

#### *3.1 SWOT-анализ разработки технологического процесса изготовления детали «Полумуфта»*

SWOT-анализ является инструментом стратегического менеджмента и представляет собой комплексное исследование технического проекта [14].

Задача анализа – описать ситуацию, для решения которой нужно принять какое-либо решение.

Для проведения SWOT-анализа составляется матрица SWOT, в которую записываются слабые и сильные стороны проекта, а также возможности и угрозы.

При составлении матрицы SWOT удобно использовать следующие обозначения [15].

*С* – сильные стороны проекта

*Сл* – слабые стороны проекта

*В* – возможности

*У* – угрозы

Матрица SWOT приведена в.( таблице 3.1.)

На основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надежность его реализации. При построении интерактивных матриц

используются обозначения аналогичные самой матрицы SWOT с дополнением знаков (+ , -) для подробного представления наличия возможностей и угроз проекта («+» – сильное соответствие; «-» – слабое соответствие).

Интерактивные матрицы возможностей и угроз представлены в таблицах 3.2 и 3.3, соответственно

Таблица 3.1 – Матрица SWOT

	<b>Сильные стороны проекта:</b> C1: Высокий уровень заготовительные операции C2: Большой монтажный период C3: Высококвалифицированный персонал	<b>Слабые стороны проекта:</b> Cл1: Низкий коэффициент использования материала Cл2: Наличие вращающихся частей станков
<b>Возможности:</b> B1: Увеличение производительности продукции B2: Автоматизация технологического процесса B3: Снижение затрат на заготовки готовой продукции B4: Снижение затрат на себестоимость продукции	B1C1; C2; C3; C4; B2C1; C2; C4; B3C1; C3; C5; B4C1; C2; C5.	B1Cл1; Cл2; B2Cл2; B4Cл2.
<b>Угрозы:</b> У1: Отсутствие спроса на технологии производства У2: Ограничения на экспорт материала У3: Введения дополнительных государственных требований к стандартизации и сертификации продукции У4: Угрозы выхода из строя сложного рабочего органа	У1C1; C5; У3C1; У4C1; C2.	У1Cл1; Cл3; У4Cл1; Cл3.

Таблица 3.2 – Интерактивная матрица возможностей

Возможности	Сильные стороны проекта				
	С1	С2	С3	С4	С5
В1	+	+	+	+	-
В2	+	+	+	+	-
В3	+	+	+	-	+
В4	+	+	+	-	+

Возможности	Слабые стороны проекта				
	Сл1	Сл2	Сл3	-	-
В1	-	-	-		
В2	-	+	-		
В3	-	-	-		
В4	-	+	-		

Таблица 3.3 – Интерактивная матрица угроз

Угрозы	Сильные стороны проекта				
	С1	С2	С3	С4	С5
У1	-	-	-	-	+
У2	-	-	-	-	-
У3	+	-	-	-	-
У4	+	+	-	-	-
Угрозы	Слабые стороны проекта				
	Сл1	Сл2	Сл3	-	-
У1	-	-	+		
У2	-	-	-		
У3	-	-	-		
У4	-	+	-		

При разработке технологического процесса изготовления детали, предприятия инженер нацелен на проектирование с возможно большим внедрением сильных сторон. Это влияет, прежде всего, на качество и востребованность продукции.

Несмотря на то, что для данного анализа сильных сторон, не исключен случай, когда какая-либо одна из слабых сторон окажется наиболее сильным фактором, негативно влияющим на разработку технологического процесса изготовления детали, чем все вместе взятые сильные стороны. Для данного случая таким фактором может быть Сл2 – «Высокая цена материала». К примеру, при любом проектировании систем с

использованием более простых универсальных электрических и конструктивных систем внутризаводской и внутрицеховой сети всегда будет присутствовать сложность в эксплуатации, ввиду наличия высокой ответственности и сложности технической системы для персонала и для потребителей. Но именно для этого разрабатываются и совершенствуются разработки универсальных, простых и безопасных систем с использованием автоматизированного управления, что позволит нам минимизировать влияние слабых сторон.

### *3.2. Организация работ технического проекта*

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках технического проектирования
- определение участников каждой работы
- установление продолжительности работ
- построение графика проведения проектирования.

#### *3.2.1. Структура работ в рамках технического проектирования*

Для выполнения проектирования формируется рабочая группа, в состав которой входят научный руководитель и дипломник. Составлен перечень этапов и работ в рамках проведения проектирования и произведено распределение исполнителей по видам работ.

Номерам этапов соответствуют следующие виды выполняемых работ, представленные в (Таблице 3.4):

№ 1 – составление и утверждение технического задания – включает в себя изучение первичной информации об объекте, формулировку требований к техническому проекту, составление задания и плана на работу

№ 2 – Подбор и изучение материалов по теме – ознакомление с предметом работы, изучение различных источников, касающихся различных сторон технического проекта

№ 3 – Проведение анализа разработок технологических процессов изготовления деталей

№ 4 – Выбор рационального способа получения исходной заготовки

№ 5 – Расчет оптимальных режимов резания

№ 6 – Расчет норм времени

№ 7 – Оценка эффективности полученных результатов – проверка соответствия выполненного проекта исходным требованиям с учетом ресурсо – и энергоэффективности

№ 8 – Составление пояснительной записки – оформление результатов проектной деятельности

№ 9 – Проверка выпускной квалификационной работы руководителем – в рамках учебно-практической работы, включает в себя окончательную проверку руководителем и устранение недочетов дипломником

№10 – Подготовка к защите ВКР – подготовка презентации и согласование с преподавателем для защиты перед аттестационной государственной комиссией.

Таблица 3.4.– Перечень этапов работ и распределение исполнителей

Основные этапы	аб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания		Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель
Выбор направления технического проектирования завода		Подбор и изучение материалов по теме	Дипломник
Разработка технологического процесса изготовления детали «Полумуфта»		Проведение анализа разработок технологических процессов изготовления деталей;	Дипломник
		Выбор рационального способа получения исходной заготовки;	Дипломник, Научный руководитель
		Расчет оптимальных режимов резания;	Дипломник, Научный руководитель
		Расчет норм времени.	
Обобщение и оценка результатов		Оценка эффективности полученных результатов	Дипломник, Научный руководитель
Оформление отчета по техническому проектированию		Составление пояснительной записки	Дипломник
		Проверка выпускной квалификационной работы руководителем	Научный руководитель
Сдача выпускной квалификационной работы	0	Подготовка к защите ВКР	Дипломник, Научный руководитель

### 3.2.2. Определение трудоемкости выполнения ТП

Трудоемкость выполнения технического проекта оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости  $t_{ожі}$  используется следующая формула:

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

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

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

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

В таблице 3.5. приведены ожидаемая трудоемкость и время выполнения работ.

Таблица 3.5 – Расчёт продолжительность работ чел–дн

	Название работы	Трудоёмкость работ, рабочие дни								
		минимально возможная трудоемкость			максимально возможная трудоемкость			Ожидаемая трудоемкость выполнения		
		Н	Р	Д	Н	Р	Д	Н	Р	Д
ауч.		ипломник	ауч.		ипломник	ауч.		ипломник		
	Составление и утверждение технического задания		1	-		1	-			
	Подбор и изучение материалов по теме		-	2		-	5			
	Проведение анализа разработок технологических процессов изготовления деталей;		-	2		-	2		6	
	Выбор рационального способа получения исходной заготовки;		1	2		1	2		4	
	Расчет оптимальных режимов резания;		1	2		1	2		4	
	Расчет норм времени.		-	1		-	3			
	Оценка эффективности полученных результатов		1	4		1	6			
	Составление пояснительной записки		-	5		-	1			
	Проверка выпускной квалификационной работы руководителем		1	-		1	-			
0	Сдача и защита выпускной квалификационной работы		2	3		2	4			

### 3.2.3. Разработка графика проведения технического проекта

Наиболее удобным и наглядным в данном случае является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных

Таблица 3.6.– Диаграмма Ганта

	Вид работ	Исп-ли	р <sup>и</sup> аб. дн.	Продолжительность выполнения работ											
				Ф евр.		Март			Апре ль		Май			И юнь	
	Составление и утверждение технического задания	Руководитель		-											
	Подбор и изучение материалов по теме	Дипломник		-											
	Проведение анализа разработок технологических процессов изготовления деталей;	Дипломник	6		—	—	—								
	Выбор рационального способа получения исходной заготовки;	Руководитель													
		Дипломник	4				—	—	—						
	Проведение анализа разработок технологических процессов изготовления деталей;	Руководитель													
		Дипломник	4						—	—	—				
	Проведение графических построений и обоснований	Дипломник												-	
	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель												-	
		Дипломник												—	
	Составление пояснительной записки	Дипломник												—	
	Проверка выпускной квалификационной работы руководителем	Руководитель												-	
0	Сдача и защита выпускной квалификационной работы	Руководитель												-	
		Дипломник												—	

График строится для ожидаемого по длительности исполнения работ в рамках технического проекта, с разбивкой по месяцам и декадам за период времени подготовки ВКР [15]. На основе таблицы 3.5. строим план-график проведения работ (таблица 5.6). Исходя из составленной диаграммы, продолжительность выполнения технического проекта составит 118 календарных или 97 рабочих дней. Из них:

7 – рабочих дней у научного руководителя

95 – рабочих дней у инженера дипломника

### 3.3. Составление сметы затрат на разработку ТП

Смета затрат включает в себя следующие статьи.

- материальные затраты;
- полная заработная плата исполнителей технического проекта;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

#### 3.3.1. Расчет материальных затрат

В материальные затраты включаются затраты на канцелярские принадлежности, и т.п.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:[12]

$$Z_m = \sum_{i=1}^m \Pi_i \cdot N_{\text{расх}i} ,$$

Где  $m$  – количество видов материальных ресурсов

$N_{\text{расх}i}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию (натур.ед.)

$\Pi_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./натур.ед.).

Значения цен на материальные ресурсы установлены по данным, размещенным на сайте канцелярского магазина ТД Канцелярский мир”.

Таблица 3.6. – Материальные затраты

Наименование	Количество	Цена за ед.,руб.	Затраты на материалы, руб.
Бумага	100	2,5	250
Ручка	2	84	168
Скоросшиватель	1	82	82
Степлер	1	200	200
Флеш-карта	1	350	350
Распечатка	100	2,5	250
Итого			1300

### 3.3.2. Расчет полной заработной платы исполнителей темы

Полная заработная плата включает основную и дополнительную заработную плату и определяется как:

$$Z_{полн} = Z_{осн} + Z_{доп},$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата исполнителя рассчитывается исходя из трудоемкости работ и квалифицированных исполнителей по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p,$$

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

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

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дн.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_{тс} \cdot Z_{р.к.}}{F_d}$$

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

$Z_{р.к.}$  – районная доплата, руб.;

$F_d$  – количество рабочих дней в месяце (26 при 6-дневной рабочей неделе)

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 5.7.

Таблица 3.7 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	Оклад	Месячный основной оклад работника руб.	Средняя заработная плата работника руб.	Продолжительность работ, выполняемых работником м.р.дн.	Основная заработная плата одного работника руб.
Руководитель	33664	43764	1683	7	11780
Бакалавр	12300	16000	615	95	58425
Итого :					70205

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

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

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

Расчёт полной заработной платы приведён в таблице 3.8.

Таблица 3.8. – Расчет полной заработной платы

Исполнитель.	коэффициент дополнительной заработной платы. $k_{\text{доп}}$ , руб.	Основная заработная плата одного работника $З_{\text{осн}}$ , руб.	Дополнительная заработная плата $З_{\text{доп}}$ , руб.	Полная заработная плата $З_{\text{п}}$ , руб.
Руководитель	15%	11780	1720	13500
Бакалавр	12%	58425	6975	65400
Итого:		70205	8695	78900

### 3.3.3. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

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

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

На 2019 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30,2 %.

Отчисления во внебюджетные фонды составят:

$$Z_{\text{внеб}} = 0,302 \cdot 78,9 = 23,8 \text{ тыс.руб}$$

### 3.3.4. Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не включенные в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Величина накладных расходов принимается в размере 16% от общей суммы затрат.

### 3.3.5. Формирование сметы затрат технического проекта

Рассчитанная величина затрат технического проекта является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при заключении договора с заказчиком защищается организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку технической продукции. Определение сметы затрат на технический проект приведен в ,(Таблице 3.8)

Таблица 3.8. – Смета затрат технического проекта

Наименование статьи	Сумма, тыс. руб.	Структура затрат %
1. Материальные затраты ТП	1,3	1,0
2. Затраты по полной заработной плате исполнителей темы	8,9	63,7
3. Отчисления во внебюджетные фонды	23,8	19,2
4. Накладные расходы	20,0	16,0
5. Итого	124,0	100,0

В ходе выполнения данного параграфа была рассчитана продолжительность выполнения технического проекта, общая продолжительность выполнения 118 календарных дней для рабочих для руководителя. Составлен календарный график выполнения работ. Смета затрат

на разработку технического проекта составляет 124,0 тыс. руб, из которых более половины (64%) составляют затраты на оплату труда. Все результаты проекта оказались ожидаемы и могут быть реализованы.

#### 3.4. Определение ресурсоэффективности проекта

Определение ресурсоэффективности проекта можно оценить с помощью интегрального критерия ресурсоэффективности по формуле:[21]

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

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности;

$a_i$  – весовой коэффициент разработки;

$b_i$  – балльная оценка разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

Оценку характеристик проекта проведем на основе критериев, соответствующих требованиям к системе электроснабжения промышленных предприятий:

- 1) Экономичность: экономика значительных средств.
- 2) Гибкость: возможность частых перестроек технологии производства и развития предприятия.
- 3) Безопасность: обеспечение безопасности работ для рабочего персонала;
- 4) Обеспечение надлежащего качества изготовленной детали.
- 5) Удобство в эксплуатации: возможность использования персоналом более доступного, автоматизированного и адаптивного по конструкции техническим характеристикам оборудования на предприятии.
- 6) Энергоэффективность: использование меньшего количества энергии для обеспечения установленного уровня потребления энергии в зданиях либо при технологических процессах на производстве.

Критерии ресурсоэффективности и их количественные характеристики приведены в (Таблице 5 9)

Таблица 3.9. – Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Балльная оценка разработки
1. Экономичность	0,15	4
2. Гибкость	0,10	4
3. Безопасность	0,15	5
4. Обеспечение надлежащего качества электроэнергии	0,18	5
5. Удобство в эксплуатации	0,07	5
6. Энергоэффективность	0,15	4
Итого:	1,00	32

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности технического проекта составит:

$$I_{pi\_исп1} = 4*0,15 + 4*0,1 + 5*0,15 + 5*0,18 + 5*0,07 + 5*0,15 + 4*0,15 = 3,99$$

Показатель ресурсоэффективности проекта имеет достаточно высокое значение (по 5–балльной шкале), что говорит об эффективности использования технического проекта. Высокие баллы надежности и помехоустойчивости позволяют судить о надежности системы.

В результате выполнения поставленных задач по данному разделу, можно сделать следующие выводы:

В результате проведения SWOT–анализа были выявлены сильные и слабые стороны выбора технического проекта. Установлено, что технический проект имеет несколько важных преимуществ, обеспечивающих повышение производительности, безопасности экономичности технического производства.

При планировании технических работ был разработан график занятости для двух исполнителей, составлена ленточная диаграмма Ганта, позволяющая оптимально скоординировать работу исполнителя.

–составление сметы технического проекта позволило оценить первоначальную сумму затрат на реализацию технического проекта.

–оценка ресурсоэффективности проекта, проведенная по интегральному показателю, дала высокий результат (4,6 по 5-балльной шкале), что говорит об эффективности реализации технического проекта.

Реализация данного технического проекта, позволяет увеличить эффективность производств путем улучшения энергоэффективности, энергосбережения при внедрении более универсального оборудования, требующего меньше затрат.

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА ГЛАВА 4. «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

### **Введение**

Объектом выпускной квалификационной работы является проектирование процесса изготовления «полумуфта», в работе будет рассмотрено воздействие вредных факторов на человека и окружающую среду в процессе производства детали.

В процессе обработки детали возможны действие следующих вредных и опасных факторов, если станок не оснащён необходимыми средствами безопасности. Станочник подвергается опасности травмироваться стружкой, обрабатываемым изделием, режущим инструментом, поражением электрическим током. В течении вспомогательного времени происходит основное физическое напряжение рабочего, вызываемое многочисленными повторяющимися ручными операциями, особенно при работе на универсальном оборудовании. К вредным факторам, возникающим в цеху можно отнести: превышенный уровень шума, недостаточную освещённость рабочей зоны, загрязнённый воздух, негативное воздействие СОЖ, отклонение показателей микроклимата.

Воздействие опасных производственных факторов может привести к травме или внезапному резкому ухудшению здоровья.

#### *4.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности*

Рабочее помещение должно оборудоваться системами отопления, кондиционирования воздуха или эффективной приточно-вытяжной вентиляцией.

Площадь на одно рабочее место с компьютером и другими приборами для взрослых пользователей должна составлять не менее 6 м<sup>2</sup>, а объем не менее -20 м<sup>3</sup>.

Помещения должны иметь естественное и искусственное освещение.

Расположение рабочих мест за мониторами и другими приборами для взрослых пользователей в подвальных помещениях не допускается.

Для внутренней отделки интерьера помещений должны использоваться диффузно-отражающие материалы с коэффициентом отражения для потолка — 0,7-0,8; для стен — 0,5-0,6; для пола — 0,3-0,5.

Тара из-под нефтепродуктов (керосина, бензина и т. д.) перед сваркой должна быть тщательно промыта раствором каустической соды и продута паром.

Поверхность пола в рабочем помещении должна быть ровной, без выбоин, нескользкой, удобной для очистки и влажной уборки, обладать антистатическими свойствами. Полы и стены помещений, в которых производится сварка, должны быть изготовлены из несгораемого материала. В помещении должны находиться аптечка первой медицинской помощи. Взрывоопасные и легковоспламеняющиеся материалы должны находиться на расстоянии не менее 5 м от места сварки; их необходимо закрывать огнестойкими материалами (асбест и т. д.).

На работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением, выдаются прошедшие обязательную сертификацию или декларирование соответствия средства индивидуальной защиты в соответствии с типовыми нормами, утвержденными в порядке, установленном Правительством Российской Федерации Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ

Для предупреждения заболеваний, связанных с работой на станке необходима рациональная организация труда и отдыха, которая нормируется в соответствии с санитарными правилами.

К средствам индивидуальной защиты относятся специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты (изолирующие костюмы, средства защиты органов дыхания, средства защиты рук, средства защиты головы, средства защиты лица, средства защиты органа слуха, средства защиты глаз, предохранительные приспособления)

#### 4.2. Производственная безопасность.

Табл.1. Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1. Недостаточная освещенность рабочей зоны		+	+	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*[59].
2. Отсутствие или недостатков естественного света	+	+	+	
3. Отклонение параметров микроклимата	+	+	+	1. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микро-климату производственных помещений.
4. Повышенный уровень шума на рабочем месте УЗД=97дБА ПДУ=80дБА		+	+	ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация.
5. Повышенная запыленность воздуха рабочей зоны		+	+	ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
6. Незащищенные подвижные элементы производственного оборудования		+	+	ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
7. Опасный уровень напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека		+	+	ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.
8. Повышенный уровень вибрации		+	+	СН 2.2.4/2.1.8.566–96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий.

##### 4.2.1. Недостаточная освещенность рабочей зоны.

Оценка освещенности рабочей зоны необходима для обеспечения нормативных условий работы в помещениях и проводится в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03.

Правильно спроектированное и рационально выполненное освещение производственных помещений оказывает положительное воздействие на работающих, способствует повышению эффективности и безопасности труда, снижает утомление и травматизм, сохраняет высокую работоспособность.

Освещенность рабочего стола должна быть не менее 300÷500 лк [по СанПиН 23-05-95], что может достигаться установкой местного освещения. Местное освещение не должно создавать бликов на экране, для этого необходимо ограничить отраженную блёскость на рабочих поверхностях (экран, стол, клавиатура) за счет правильного выбора и расположения светильников, яркость бликов на экране не должна превышать 40 кд/м<sup>2</sup>. Светильники местного освещения должны иметь не просвечивающий отражатель.

#### *4.2.2. Повышенный уровень вибрации*

Основными причинами возникновения вибрации является работа Токарного станка с ЧПУ Comrac 330, фрезерного станка с ЧПУ HAAS VF-1; фрезерного станка 6P81Г; которые производят основной сьем металла. Причинами возбуждения вибраций являются возникающие при работе станков неуравновешенные силовые воздействия, которые могут возникать из-за неоднородности материала обрабатываемой детали, несовпадение центра массы детали и оси ее вращения, а также вибрации, вызываемые транспортными средствами при их движении по неровному пути.

Основные меры защиты от вибрации:

1. Средства виброизоляции (виброизолирующие опоры; упругие прокладки; конструкционные разрывы)
2. Средства демпфирования (элементы с сухим трением; элементы с вязким трением; элементы с внутренним трением)
3. Применение принудительного смазывания трущихся поверхностей;
4. Рациональная организация труда и отдыха;
5. Исключение взаимодействия поверхностей контакта, вызывающие вибрацию, с руками работающих

#### *4.3. Повышенная запыленность воздуха.*

Содержание вредных веществ в воздухе регламентируется ГОСТ 12.1.005-88. Выделение вредных веществ при выполнении различных работ дано в (Таблицах 4.3 , 4.4.).

Пыль оказывает на организм человека преимущественно фиброгенное действие, вызывая раздражение слизистых оболочек дыхательных путей и оседая в легких, практически не попадая в круг кровообращения вследствие плохой растворимости в биологических средах (крови, лимфе). В основном- это пыли металлов (железная и др.),наждачная, карборундная пыли и др. Эти пыли образуются при металлообработке, при работе шлифовальными, полировальными кругами, лентами. В результате действия вредных веществ могут возникать профессиональные заболевания; так, при длительном вдыхании пыли- пневмокониозы. Бензин, ацетон, нитроэмали являются в разной степени токсичными и при проникновении их в организм человека могут возникать различной степени отравления. Попадая на слизистые оболочки они могут нарушать работу нервной и сердечнососудистой систем. При попадании на кожу человека эти вещества вызывают сухость, трещины, дерматиты, и экземы. Исходя из вышеперечисленного следует, что попадание химических веществ на кожный покров и слизистые оболочки человека является не допустимым.

**Таблица 4.1. – Состояние воздушной среды при промывке и использование СОЖ**

	Наименование вредных веществ	ПДК мг/м <sup>3</sup>	фактическое мг/м <sup>3</sup>
Промывка станков	Керосин	300	120
Смазка станков, В качестве СОТС	Масло	5,0	0,8
СОЖ	углевод	150 ... 940	
	аэрозоли масел	7 ... 45	
	Загрязнение одежды	800...900 мг/дм <sup>2</sup>	
Моечная машина	щелочи	0,5	0,2
	хромпик. калиевый	0,01	0,0004

**Таблица 4.2. – Выделение пыли при механической обработке.**

Участок	Объем атсорб. возд., 10 м <sup>3</sup> /ч	Пыль	Конц. пыли в возд., г/м <sup>3</sup>	Диам. частиц, мкм	Средне квадр. отклон.	Плотн. частиц, г/см <sup>3</sup>	ПДК г/м <sup>3</sup>
шлифовки	7	2- раз.+ металл	Аб 0 ,2-0,5	4 4-66	1 ,9-4,0	3,4-4,8	0,9
заточной	5-6,5	М металл+ горелая смесь	0 ,1-0,4	1 4-60	2 ,0-2,5	3,4-4,8	0,8

#### **4.3.1. Отклонение параметров микроклимата**

Существенное влияние на состояние организма человека, его работоспособность оказывает микроклимат (метеорологические условия) в производственных помещениях - климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности, скорости движения воздуха и теплового излучения нагретых поверхностей. Микроклимат производственных помещений, в основном, влияет на тепловое состояние организма человека и его теплообмен с окружающей средой. Несмотря на то, что параметры микроклимата производственных помещений могут значительно колебаться, температура тела человека остается постоянной (36,6 °С). Параметры микроклимата оказывают также существенное влияние на производительность труда и на травматизм. Профессиональное заболевание – заболевание, вызванное воздействием вредных условий труда. Острое профессиональное заболевание – заболевание, возникшее после однократного (в течение не более одной рабочей смены) воздействия вредных профессиональных факторов. Под профессиональной заболеваемостью понимается число лиц с впервые установленным заболеванием в текущем календарном году, отнесенное к числу работающих (на конкретном предприятии, отрасли, министерства, и т.д.).

Хроническое профессиональное заболевание – заболевание, возникшее после многократного и длительного воздействия вредных производственных факторов.

Групповое профессиональное заболевание – заболевание, при котором одновременно заболело (пострадало) два и более человек. Единой классификации профессиональных заболеваний нет. Наиболее принята классификация, основанная на этиологическом принципе. Выделяют следующие профессиональные заболевания, вызываемые воздействием:

- промышленной пыли;
- химических производственных факторов;
- физических производственных факторов;
- биологических производственных факторов;

перенапряжением.

Многие профессиональные факторы в современных условиях оказывают комплексное воздействие.

#### ***4.3.2. Наличие вредных веществ.***

Вещества, применяемые и образующиеся в технологическом процессе на предприятиях отрасли, при неправильной организации труда и несоблюдении определенных профилактических мероприятий способны оказывать вредное воздействие на здоровье работающих, приводить к острым или хроническим отравлениям и профессиональным заболеваниям, называются вредными веществами. Методы защиты работников от влияния вредных и опасных факторов в силу их большого разнообразия также многочисленны. Несмотря на это, методы защиты работников могут быть классифицированы по определенным принципам, и один и тот же метод может служить для защиты работников одновременно от нескольких вредных и опасных факторов производственной среды и трудового процесса.

Одними из главных мероприятий по достижению оптимального микроклимата и состава воздуха в производственных цехах являются правильный воздухообмен в помещении.

При проектировании систем отопления и вентиляции механических цехов основными вредными производственными факторами являются пары смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) и технологических смазок (ТС), абразивная и металлическая пыль, выделяющиеся в процессе станочной обработки металлов резанием.

Отопление механических цехов следует предусматривать водяное, паровое, воздушное или с нагревательными приборами.

Местные вытяжные системы, удаляющие от станков пыль и аэрозоль СОЖ, должны быть отдельными и снабжены сепараторами с дренажными устройствами.

Средствами защиты вредных веществ могут служить:

-Автоматизация и дистанционное управление технологическими процессами

-Рациональная вентиляция, отопление и кондиционирование воздуха.

-механическая вентиляция помещения;

-герметизация оборудования;

-СИЗ (респираторы, спецодежда, перчатки, защитные очки и др.)

#### ***4.3.3. Электробезопасность.***

Для защиты персонала от поражающего действия электрического тока применяют специальные защитные средства.

-Основные способы и средства электрозащиты:

-изоляция токопроводящих частей и ее непрерывный контроль;

-установка оградительных устройств;

-предупредительная сигнализация и блокировки;

-использование знаков безопасности и предупреждающих плакатов;

- использование малых напряжений;

-электрическое разделение сетей;

- защитное заземление;
- выравнивание потенциалов;
- зануление;
- защитное отключение;
- средства индивидуальной электрзащиты.
- изоляция токопроводящих частей и ее непрерывный контроль;
- установка оградительных устройств;
- предупредительная сигнализация и блокировки;
- использование знаков безопасности и предупреждающих плакатов;
- использование малых напряжений;

К средствам защиты от воздействия механических факторов относятся устройства:

- оградительные;
- автоматического контроля и сигнализации;
- предохранительные;
- дистанционного управления;
- тормозные; знаки безопасности.

#### *4.4. Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя*

##### 1) Мероприятия по снижению шума:

- применение звукоизоляции
- использование материалов, имеющих хорошие звукопоглощающие свойства

свойства

- ежедневное проветривание помещения

##### 2. Мероприятия по обеспечению электробезопасности:

- зануление корпусов всех установок через нулевой провод;
- покрытие металлических поверхностей инструментов надежной изоляцией;
- организация безопасной эксплуатации оборудования;
- недоступность токоведущих частей.

3. Мероприятия по предотвращению производственного травматизма: • вводный инструктаж, который проводится перед началом работы по теме;

- обеспечение спецодеждой (халатом);
- медосмотр, проводимый перед поступлением на работу и каждый последующий год.

Весь персонал обязан знать и строго соблюдать правила техники безопасности. Обучение персонала технике безопасности и производственной санитарии состоит из вводного инструктажа и инструктажа на рабочем месте ответственным лицом.

#### ***4.4.1. Экологическая безопасность, защита атмосферы***

В 2018 году АО «Алмалыкский ГМК» выполнила следующие мероприятия, направленные на снижение вредного воздействия производства на окружающую среду:

- работы по очистке технологического отстойника на площадке Механо-сборочного цеха;
- на обогатительной фабрике продолжено использование «хвостов» для создания намывных дамб;
- продолжена реализация проекта «Обогатительная фабрика. Узел отгрузки концентрата»;
- продолжена реализация мероприятий по очистке шахтных вод рудника «Калмакир».

#### ***4.4.2. Основные загрязнители атмосферного воздуха***

Основными загрязнителями атмосферного воздуха, образующимися как в процессе хозяйственной деятельности человека, так и в результате природных процессов, являются диоксид серы  $SO_2$ , диоксид углерода  $CO_2$ , оксиды азота  $NO_x$ , твердые частицы – аэрозоли. Их доля составляет 98% в общем объеме выбросов вредных веществ. Помимо этих основных загрязнителей, в атмосфере наблюдается еще более 70 наименований вредных веществ: формальдегид, фенол, бензол, соединения свинца и других тяжелых металлов, аммиак, сероуглерод и др.

#### 4.4.3. Средства защиты

Для защиты атмосферы от негативного антропогенного воздействия используются следующие основные меры.

##### 1. Экологизация технологических процессов:

1.1. создание замкнутых технологических циклов, малоотходных технологий, исключающих попадание в атмосферу вредных веществ;

1.2. уменьшение загрязнения от тепловых установок: централизованное теплоснабжение, предварительная очистка топлива от соединений серы, использование альтернативных источников энергии, переход на топливо повышенного качества (с угля на природный газ);

1.3. уменьшение загрязнения от автотранспорта: использование электротранспорта, очистка выхлопных газов, использование каталитических нейтрализаторов для дожигания топлива, разработка водородного транспорта, перевод транспортных потоков за город.

##### 2. Очистка технологических газовых выбросов от вредных примесей.

3. Рассеивание газовых выбросов в атмосфере. Рассеивание осуществляется с помощью высоких дымовых труб (высотой более 300 м). Это временное, вынужденное мероприятие, которое осуществляется вследствие того, что существующие очистные сооружения не обеспечивают полной очистки выбросов от вредных веществ.

4. Устройство санитарно-защитных зон, архитектурно-планировочные решения.

*Санитарно-защитная зона (СЗЗ)* – это полоса, отделяющая источники

промышленного загрязнения от жилых или общественных зданий для защиты населения от влияния вредных факторов производства. Ширина СЗЗ

устанавливается в зависимости от класса производства, степени вредности и количества выделенных в атмосферу веществ (50–1000 м).

*Архитектурно-планировочные решения* – правильное взаимное размещение источников выбросов и населенных мест с учетом направления ветров, сооружение автомобильных дорог в обход населенных пунктов и др.

Оборудование для очистки выбросов:

- устройства для очистки газовых выбросов от аэрозолей (пыли, золы, сажи);
- устройства для очистки выбросов от газо- и парообразных примесей (NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub> и др.)

**4.4.4. Устройства для очистки технологических выбросов в атмосферу от аэрозолей.**

- Сухие пылеуловители (циклоны)
- Мокрые пылеуловители (скрубберы)
- Фильтры
- Электрофильтры

**4.4.5. Способы очистки от газо-и парообразных примесей**

• Очистка от примесей путем каталитического превращения. С помощью этого метода превращают токсичные компоненты промышленных выбросов в безвредные или менее вредные вещества путем введения в систему катализаторов (Pt, Pd, Vd):

- каталитическое дожигание CO до CO<sub>2</sub>;
- восстановление NO<sub>x</sub> до N<sub>2</sub>.

Абсорбционный метод основан на поглощении вредных газообразных примесей жидким поглотителем (абсорбентом). В качестве абсорбента, например, используют воду для улавливания таких газов как NH<sub>3</sub>, HF, HCl.

Адсорбционный метод позволяет извлекать вредные компоненты из промышленных выбросов с помощью адсорбентов – твердых тел с ультрамикроскопической структурой (активированный уголь, цеолиты,  $Al_2O_3$ ).

#### *4.5. Защита гидросферы*

##### **4.5.1. Основные источники загрязнения гидросферы**

Загрязнение вод проявляется в изменении физических и органолептических свойств, увеличении содержания сульфатов, хлоридов, нитратов, токсичных тяжелых металлов, сокращении растворенного в воде кислорода, появлении радиоактивных элементов, болезнетворных бактерий и других загрязнителей. Подсчитано, что ежегодно в мире сбрасывается более  $420 \text{ км}^3$  сточных вод.

Основными источниками загрязнения гидросферы являются:

- промышленные сточные воды;
- хозяйственно-бытовые сточные воды;
- дренажные воды с орошаемых земель;
- сельскохозяйственные поля и крупные животноводческие комплексы;
- водный транспорт.

Все загрязнители сточных вод подразделяются на три группы:

- биологические загрязнители: микроорганизмы – вирусы, бактерии; растения – водоросли; дрожжи, плесневые грибки;
- химические загрязнители: наиболее распространенными загрязнителями являются нефть и нефтепродукты, СПАВ, пестициды, тяжелые металлы, диоксины, фенолы, аммонийный и нитритный азот и др.
- физические загрязнители: радиоактивные элементы, взвешенные твердые частицы, шлам, песок, ил, тепло и др.

##### **4.5.2. Виды загрязнения воды**

Химическое загрязнение может быть органическим (фенолы, пестициды), неорганическим (соли, кислоты, щелочи), токсичным (ртуть,

мышьяк, кадмий, свинец), нетоксичным. Эвтрофикация – явление, связанное с поступлением в водоемы большого количества биогенных элементов (соединений азота и фосфора) в виде удобрений, моющих веществ, отходов животноводства.

В России концентрации загрязняющих веществ превышают ПДК во многих водных объектах (табл. 6). При осаждении на дно водоемов вредные вещества сорбируются частицами пород, окисляются – восстанавливаются, выпадают в осадок. Однако, как правило, полного самоочищения не происходит.

Бактериальное загрязнение выражается в появлении в воде патогенных бактерий, вирусов, простейших, грибов и т.д.

Физическое загрязнение может быть радиоактивным, механическим, тепловым.

Очень опасно содержание в воде радиоактивных веществ даже в малых концентрациях. Радиоактивные элементы попадают в поверхностные водоемы при сбрасывании в них радиоактивных отходов, захоронении отходов и т.д. В подземные воды радиоактивные элементы попадают в результате их выпадения с осадками на поверхность земли и последующего просачивания вглубь земли, либо в результате взаимодействия подземных вод с радиоактивными горными породами. Механическое загрязнение характеризуется попаданием в воду различных механических примесей (шлам, песок, ил и др.), которые могут значительно ухудшать органолептические показатели.

Тепловое загрязнение связано с повышением температуры природных вод в результате их смешивания с технологическими водами. Температура сточных вод ТЭС, АЭС выше температуры окружающих водоемов на 10°C. При повышении температуры происходит изменение газового и химического состава в водах, что ведет к размножению анаэробных бактерий, выделению ядовитых газов –  $H_2S$ ,  $CH_4$ . Происходит цветение воды, ускоренное развитие микрофлоры и микрофауны.

### **4.5.3. Экозащитные мероприятия**

Для защиты поверхностных вод от загрязнения предусматриваются следующие экозащитные мероприятия.

- Развитие безотходных и безводных технологий, внедрение систем оборотного водоснабжения – создание замкнутого цикла использования производственных и бытовых сточных вод, когда сточные воды все время находятся в обороте, и попадание их в поверхностные водоемы исключено.

- Очистка сточных вод.

- Очистка и обеззараживание поверхностных вод, используемых для водоснабжения и других целей.

*Главный загрязнитель поверхностных вод* – сточные воды, поэтому разработка и внедрение эффективных методов очистки сточных вод является актуальной и экологически важной задачей.

#### **Способы очистки сточных вод**

Механическая очистка

Физико-химическая очистка

Биологическая очистка

Механическая очистка

Используется для удаления из сточных вод взвешенных веществ (песок, глинистые частицы, волокна и т.д.). В основе механической очистки лежат четыре процесса:

процеживание,

отстаивание,

обработка в поле действия центробежных сил,

фильтрование.

Процеживание реализуют в решетках и волокнуловителях. Применяют для удаления из сточных вод крупных и волокнистых включений (сточные воды целлюлозно-бумажной и текстильной промышленности). Ширина зазоров составляет 10–20 мм.

Отстаивание основано на свободном оседании примесей с плотностью  $\rho > \rho$  воды или всплывании примесей с  $\rho < \rho$  воды. Процесс реализуется в песколовках, отстойниках, жируловителях.

Песколовки используют для очистки сточных вод от частиц металла и песка размером более 250 мкм.

Отстойники используют для очистки сточных вод от более мелких взвешенных частиц или жировых веществ, нефтепродуктов. Очистка сточных вод в поле действия центробежных сил осуществляется в гидроциклонах и центрифугах. Механизм действия аналогичен механизму действия газоочистных циклонов.

Фильтрование используют для очистки сточных вод от тонкодисперсных примесей с малой их концентрацией. В основном используется два типа фильтров: зернистые – в качестве фильтроматериала применяют кварцевый песок, дробленый шлак, гравий, сульфуголь и др.; тканевые – фильтровальные перегородки изготавливаются из хлопчатобумажных материалов, шерстяных, керамических.

#### ***4.5.4. Физико-химические методы очистки***

Применяются для удаления из сточных вод растворимых примесей, а в ряде случаев – для удаления взвешенных веществ. Флотация заключается в обволакивании частиц примесей (маслопродуктов, мелкодисперсных взвесей) мелкими пузырьками воздуха, подаваемого в сточную воду, и поднятии их на поверхность, где образуется слой пены. В случае электрофлотации пузырьки газа образуются в результате электролиза воды при пропускании электрического тока (водород, кислород). Коагуляция – это физико-химический процесс укрупнения мельчайших коллоидных и дисперсных частиц под действием сил молекулярного притяжения. В качестве коагулянтов применяют сульфат алюминия, хлорид железа. Если необходимые для коагулирования ионы алюминия или железа получают электрохимическим путем (электролизом), то такой процесс называют электрокоагуляцией.

Реагентный метод заключается в том, что обработка сточных вод проводится химическими веществами – реагентами, которые, вступая в химическую реакцию с растворенными токсичными примесями, образуют нетоксичные или нерастворимые осадки. Например, для очистки фторсодержащих вод применяют гидроксид кальция, хлорид кальция. В результате химической реакции с токсичными соединениями фтора образуется плохо растворимый фторид кальция  $\text{CaF}_2$ , который может быть удален из воды отстаиванием. Нейтрализация – разновидность реагентного метода, предназначена для снижения концентрации свободных  $\text{H}^+$  или  $\text{OH}^-$ -ионов до установленных значений, соответствующих  $\text{pH} = 6,5-8,5$ . Нейтрализация кислых сточных вод осуществляется добавлением растворимых щелочей  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , а щелочных – добавлением кислот (соляной, серной). Экстракция основана на перераспределении примесей сточных вод в смеси двух взаимонерастворимых жидкостей (сточной воды и органической жидкости). Используется для выделения фенолов, жирных кислот, цветных металлов – меди, никеля, цинка, кадмия и др. Ионообменная очистка заключается в пропускании сточной воды через ионообменные смолы, которые содержат подвижные и способные к обмену ионы – катионы (чаще  $\text{H}^+$ ) или анионы (чаще  $\text{OH}^-$ ). При прохождении сточной воды через смолы подвижные ионы смолы заменяются на ионы токсичных примесей соответствующего знака. В последние годы активно разрабатываются новые эффективные методы очистки сточных вод:

озонирование,

мембранные процессы очистки (ультрафильтрация, электродиализ)

электроразрядные методы обработки воды,

магнитная обработка и др.

#### **4.5.5. Биологическая очистка**

Биологическая очистка сточных вод основана на способности микроорганизмов использовать растворенные и коллоидные органические и некоторые неорганические соединения ( $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NH}_3$ , нитриты и др.) в качестве

источника питания в процессах своей жизнедеятельности. При этом органические соединения окисляются до воды и углекислого газа. Биологическую очистку ведут в естественных условиях (поля орошения, поля фильтрации, биологические пруды) или в специальных искусственных сооружениях – аэротенках, биофильтрах. Аэротенки – это открытые резервуары, через которые медленно протекают сточные воды, смешанные с активным илом. Биофильтр – сооружение, заполненное загрузкиочным материалом (шлак, щебень, керамзит, гравий и т.п.), на поверхности которого развивается биологическая пленка из микроорганизмов.

#### *4.5.6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.*

Чрезвычайные ситуации относятся к совокупности опасных событий или явлений, приводящих к нарушению безопасности жизнедеятельности. Основными причинами возникновения чрезвычайных ситуаций являются, во-первых, внутренние, к которым относятся: физический и моральный износ оборудования, низкая трудовая и технологическая дисциплина, проектно конструкторские недоработки, сложность технологий, недостаточная квалификация персонала. Во-вторых, внешние чрезвычайные ситуации, - это стихийные бедствия, неожиданное прекращение подачи электроэнергии, воды, технологических продуктов, терроризм, войны. Одними из наиболее вероятных и разрушительных видов ЧС являются взрыв или пожар на рабочем месте.

Пожарная безопасность представляет собой единый комплекс организационных, технических, режимных и эксплуатационных мероприятий по предупреждению пожаров и взрывов. ГОСТ Р 22.0.01-2016. Безопасность в ЧС. Основные положения. На основании рекомендаций определяем категорию помещения по пожар опасности ФЗ-123. В данном случае помещение относится к категории Г- производства, связанного с процессом обработки негорючих веществ и материалов в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, который сопровождается выделением лучистой теплоты, искр и пламени.

Причиной возгорания в кабинете могут быть следующие факторы:  
возгорание устройств искусственного освещения.

возникновение короткого замыкания в электропроводке вследствие неисправности самой проводки или электросов единений и электрораспределительных щитов;

возгорание устройств вычислительной аппаратуры вследствие нарушения изоляции или неисправности самой аппаратуры;

возгорание мебели или пола по причине нарушения правил пожарной безопасности, а также неправильного использования дополнительных бытовых электроприборов и электроустановок;

Пожарная профилактика основывается на исключении условий, необходимых для горения, и использования принципов обеспечения безопасности. При обеспечении пожарной безопасности решаются следующие задачи:

возгорание;

локализация возникших пожаров;

защита людей и материальных ценностей;

предотвращение пожаров;

тушение пожара.

Пожаром называют неконтролируемое горение во времени и пространстве, наносящее материальный ущерб и создающее угрозу жизни и здоровью людей.

Предотвращение пожара достигается исключением образования горючей среды и источников зажигания, а также поддержанием параметров среды в пределах, исключающих горение.

Для профилактики возникновения пожаров необходимо проводить

Следующие пожарно-профилактические мероприятия:

Организационные мероприятия:

противопожарный инструктаж обслуживающего персонала;

обучение персонала правилам техники безопасности;

издание инструкций, плакатов, планов эвакуации.

Эксплуатационные мероприятия:

соблюдение противопожарных мероприятий при устройстве электропроводок, оборудования, систем отопления, вентиляции и освещения. В кабинете имеется порошковый огнетушитель типа ОП–5 и находится пожарный щит, установлен рубильник, обесточивающий всю аудиторию, на двери аудитории приведен план эвакуации в случае пожара;

соблюдение эксплуатационных норм оборудования;

содержание в исправности изоляции токоведущих проводников.

профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования.

обеспечение свободного подхода к оборудованию. В рассматриваемом тех. бюро места размещены так, что расстояние между рабочими местами с видеотерминалами составляет более 4,07 м, расстояния между боковыми поверхностями порядка 1 м, что соответствует нормам, а поэтому дополнительных мер защиты не требуется;

Технические мероприятия:

Так же необходимо предусмотреть наличие эвакуационных выходов для персонала. Число эвакуационных выходов из здания с каждого этажа должно быть не менее двух. Ширину эвакуационного выхода (двери) устанавливают в зависимости от общего количества людей, эвакуирующихся через этот выход, но не менее 0.8 м. Высота прохода на эвакуационных путях должна быть не менее 2 м.

#### ***4.5.7. Пожарная безопасность***

Согласно ГОСТ 12.1.033 – 81 понятие пожарная безопасность означает состояние объекта, при котором с установленной вероятностью исключается возможность возникновения и развития пожара и воздействия на людей опасных факторов пожара, а также обеспечивается защита материальных ценностей.

Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

а) халатное неосторожное обращение с огнем (курение, оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);

б) самовоспламенение и самовозгорание веществ.

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

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

а) сотрудники лаборатории должны пройти противопожарный инструктаж;

б) сотрудники обязаны знать расположение средств пожаротушения и уметь ими пользоваться;

в) необходимо обеспечить правильный тепловой и электрический режим работы оборудования;

г) пожарный инвентарь и первичные средства пожаротушения должны содержаться в исправном состоянии и находиться на видном и легко доступном месте.

Все производства подразделяются по пожароопасности на 5 основных категорий согласно ГОСТ 12.1.004-91 «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования», для большинства помещений рабочего места установлена категория «В». В помещении, где идет монтаж и наладка привода, установлен пожарный щит. Установлены огнетушители типа ОУ – 8, ОВП – 10 имеется пожарный кран и емкости с песком.

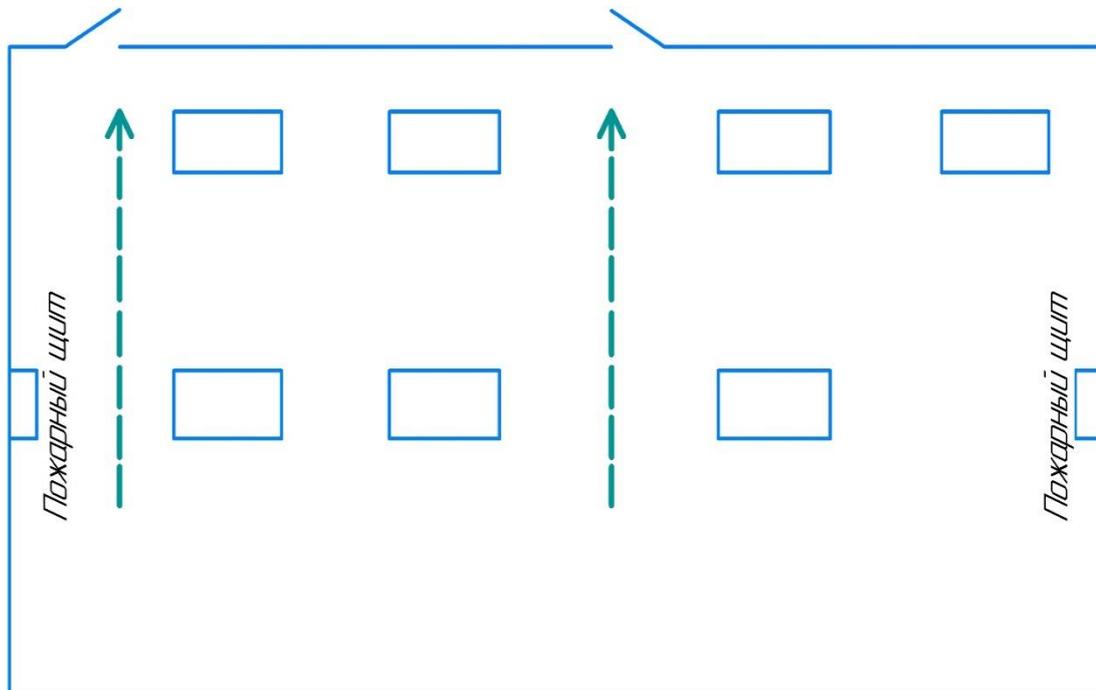


Рисунок 4.5.7 – План эвакуации при пожаре  
механосборочного цеха (МСЦ)

## Список литературы

1) Белов, Сергей Викторович. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) : учебник для академического бакалавриата / С. В. Белов. - 5-е изд., перераб. и доп.. - Москва: Юрайт ИД Юрайт, 2015. - 703 с. Ссылка на электронный каталог НТБ ТПУ - <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C315981>

2) Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда: учебное пособие для вузов / П.П. Кукин и др. - 5-е изд., стер. - М.: Высшая школа, 2009. - 335 с. <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C164153>

3) [Беспалов, Валерий Иванович](#). Надзор и контроль в сфере безопасности. Радиационная защита : учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / В. И. Беспалов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 4-е изд. — Москва: Юрайт, 2016. — 508 с.: ил. — Университеты России. — Библиография в конце лекций. — Предметный указатель: с. 505-507.

<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C338567>

4) Давыдов, Борис Ильич. Биологическое действие, нормирование и защита от электромагнитных излучений / Б. И. Давыдов, В. С. Тихончук, В. В. Антипов. — Москва: Энергоатомиздат, 1984. — 177 с.: ил.: 21 см.

<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C319317>

5) Авраамов, Ю. С. Защита человека от электромагнитных воздействий / Ю. С. Авраамов, Н. Н. Грачев, А. Д. Шляпин. — Москва: Изд-во МГИУ, 2002. — 232 с.: ил. — Это важно знать!. — Библиогр.: с. 227-231. <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C113470>

б) Грачёв, Николай Николаевич. Защита человека от опасных излучений / Н. Н. Грачёв, Л. О. Мырова. — Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. — 317 с.: ил. — Библиогр.: с. 316-317.

<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C94748>

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В результате разработки выпускной квалификационной работы было проведено полное исследование технологического процесса получения заготовки в готовую деталь. Важнейшим этапом проектирования технологии является назначение маршрутного техпроцесса обработки, выбор оборудования, режущего инструмента и станочных приспособлений.

В данной работе выбрана наиболее рациональная заготовка для получения детали, проведен размерный анализ, рассчитаны припуски аналитическим способом на поверхность имеющую наивысшую точность, рассчитаны режимы резания и нормы времени.

Спроектировано и рассчитано по всем параметрам станочное приспособление.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Н. Н. Остапенко, Н.П. Кириллов, В. В. Данилевский. Общая технология металлов. Изд. 3-е, переработанное и дополненное. –М.: Изд-во Профтехиздат, 1960г.
2. Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени и времени на обслуживание рабочего места на работы, выполняемые на металлорежущих станках.-М.: Изд-во Экономика, 1988 г.
3. Общемашиностроительные укрупненные нормативы времени на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Часть II. -М.: экономика, 1988 г.
4. Основы конструирования приспособлений в машиностроении. Корсаков В. С. – М.: Машиностроение, 1971 г.- 288 с.
5. Режимы резания металлов. Справочник. Изд. 3-е, переработанное и дополненное./ Под ред. Ю.В. Барановского. -М.: Машиностроение, 1972 г.
6. Справочник технолога – машиностроителя. Том 1 - т./Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова.-М.: Машиностроение, 1985 г.
7. Справочник технолога – машиностроителя. Том 2 - т./Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова.-М.: Машиностроение, 1985 г.
8. Технология машиностроения: В 2 т. Т. 1.Основы технологии машиностроения: Учебник для вузов / Под ред. А. М. Дальского. – М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 1999г. – 564 с., ил.
9. Технология машиностроения: В 2 кн. Кн. 1.Основы технологии машиностроения: Учеб. пособие для вузов / Под ред. С. Л. Мурашкина. – М.: Высш. школа, 2003г. – 278 с., ил.
10. Станочные приспособления: Учебное пособие/ А.Г.Схирладзе, В.Ю. Новиков, Г.А. Мелетьев – Йошкар-Ола, ГТУ ,1998г. – 170 с.
11. Станочные приспособления: Справочник Том 1 - т./Под ред. Б.Н. Вардашкина, А.А.Шатилова - М.: Машиностроение, 1984 г. – 592 с., ил.

12. Станочные приспособления: Справочник Том 2 - т./Под ред. Б.Н. Вардашкина, А.А.Шатилова - М.: Машиностроение, 1984 г. – 592 с., ил.
13. Руководство пользователя КОМПАС-АВТОПРОЕКТ, Аскон
14. Дубовцев В.А. Безопасность жизнедеятельности. / Учеб. пособие для дипломников. - Киров: изд. КирПИ, 1992.
15. Мотузко Ф.Я. Охрана труда. – М.: Высшая школа, 1989. – 336с.
16. Безопасность жизнедеятельности. /Под ред. Н.А. Белова - М.: Знание, 2000 - 364с.
17. Самгин Э.Б. Освещение рабочих мест. – М.: МИРЭА, 1989. – 186с.
18. Справочная книга для проектирования электрического освещения. / Под ред. Г.Б. Кнорринга. – Л.: Энергия, 1976.
19. Борьба с шумом на производстве: Справочник / Е.Я. Юдин, Л.А. Борисов; Под общ. ред. Е.Я. Юдина – М.: Машиностроение, 1985. – 400с., ил.
20. Зинченко В.П. Основы эргономики. – М.: МГУ, 1979. – 179с.