

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение
 Отделение материаловедения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование технологического процесса изготовления детали "Фланец "

УДК 621.825.24.002:658.512

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4A51	Даурембеков Асылбек Муратович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ ИНШНПТ	Сорокова С.Н	к.ф-м.н		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОМ ИНШНПТ	Анисимова М.А			

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Скаковская Н.В	к.ф.н		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Скачкова Л. А			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2019 г.

Код результата	Результат обучения
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире; умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции.
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P7	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении.
P8	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
<i>Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств</i>	
P11	Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных и строительно-монтажных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении и строительстве, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.
P12	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа производственных технологий
Направление подготовки (специальность) Машиностроение
Отделение школы (НОЦ) Материаловедение

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) (Дата) Ефременков Е.А.
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

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

Студенту:

Группа	ФИО
4A51	Даурембеков Асылбек Муратович

Тема работы:

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ "ФЛАНЕЦ "	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	3480/с от 06.05.2019

Срок сдачи студентом выполненной работы:	7.06.2019
--	-----------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Чертеж детали «Фланец» Тип производства: мелкосерийное
--	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	Технологическая подготовка производства. Проектирование альтернативного процесса изготовления заданной детали на современных станках с ЧПУ. Разработка принципиальной схемы автоматизированного оборудования. Конструирование специального приспособления.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Чертеж изделия. Технологические карты. Карты наладки. Чертеж приспособления

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Технологическая часть	Анисимова Мария Александровна
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Скаковская Наталья Вячеславовна
Социальная ответственность	Скачкова Лариса Александровна

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	20.12.2018
--	------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ ИНШНПТ	Сорокова С.Н	к.ф-м.н		
Ассистент ОМ ИНШНПТ	Анисимова М.А			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4A51	Даурембеков Асылбек Муратович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 93 с., 10 рис., 25 табл., 20 источников, 5 приложения.

Ключевые слова: технологическая подготовка производства, технологический процесс, фланец, сталь 20, чпу, технологический процесс

Объектом исследования является: деталь типа «Фланец».

Цель работы – технологическая подготовка производства изготовления детали «Фланец» на станках с ЧПУ.

В процессе исследования был проведен анализ технологичности детали, анализ прочности детали, подобрали технологическое оборудование, рассчитали припуски на обработку и условия резания, выполнен анализ размеров точных поверхностей детали. Была дана оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Предложены решения вопросов экологической безопасности и охраны на рабочем месте.

В результате исследований был разработан технологический процесс изготовления детали фланца, разработаны управляющие программы и карты наладки для станков с ЧПУ, спроектировано специальное устройство.

Степень внедрения: мелкосерийное производство. Область применения: машиностроение.

Экономическая эффективность/значимость работы обусловлена автоматизацией обработки резанием детали типа «Фланец» в мелкосерийном производстве с применением станков с ЧПУ.

Оглавление

Введение.....	8
1 Проектирование технологического процесса изготовления детали.....	10
1.1 Анализ технологичности конструкции детали	10
1.2 Обеспечение эксплуатационных свойств детали.....	13
1.3 Выбор исходной заготовки	14
1.4 Проектирование технологического маршрута.....	15
1.5 Проектирование технологических операций	18
1.6 Выбор средств технологического оснащения.....	23
1.7 Назначение допусков на технологические размеры.....	28
1.8 Расчет минимальных припусков	30
1.8.1 Расчет минимальных припусков на технологические размеры	30
1.8.2 Расчет минимальных припусков на осевые размеры	33
1.8.3 Расчет минимальных припусков на диаметральные размеры.....	34
1.9 Расчет режимов резания	36
1.10 Расчет норм времени технологического процесса	40
1.11 Разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ	44
1.12 Размерный анализ технологического процесса	45
1.13 Конструирование приспособления.....	47
1.13.1 Обоснование выбора схемы приспособления.....	47
1.13.2 Расчет приспособления.....	47
2 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение... 52	
2.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	52
2.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	52
2.1.2 Анализ конкурентных технических решений	52
2.1.3 Технология QuaD	54
2.1.4 SWOT-анализ.....	56
2.2 Определение...возможных альтернатив проведения научных исследований	59
2.3 Планирование научно-исследовательских работ.....	61
2.3.1 Структура работ в рамках научного исследования	61
2.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ	63

2.3.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	64
3 Социальная ответственность	73
3.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения Безопасности. Режим труда и отдыха работников, установленный трудовым кодексом.....	73
3.2 Производственная безопасность.....	75
3.3 Анализ вредных и опасных факторов рабочей зоны.....	77
3.3 Экологическая безопасность.....	83
3.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	88
Заключение	91

Введение

С любого года во всем мире наблюдается рост производства сложных изделий, которые используются при проектировании, например, по критериям производства. Сложны, например, как системы машин, так и их системы управления. В то же время с усложнением машин требования к их качеству и дизайну будут расти. Для подготовки машин с лучшими характеристиками важны новые технологии. Любое новое развитие - это сочетание достижений передовой науки и мастерства. Создание новой технологии - сложный процесс, требующий больших знаний, технологий, производства и экономики.

В настоящее время изготовление деталей машин во многом связано с механической обработкой. В зависимости от вида продукции доля переработки составляет 30–70% [1]. Проектирование технологических процессов обработки связано с определенными проблемами: в любом случае необходимо определять многокритериальные задачи практически по всем параметрам. Отключение проектных заданий зависит от большого количества точек, связанных с конкретным назначением продукта, его конструктивными параметрами и производственными параметрами.

Перед отраслью стоят две задачи: крупносерийное и массовое производство должно быть обеспечено с определенной гибкостью при сохранении всех преимуществ полной автоматизации, а мелкосерийное - необходимо произвести комплексную автоматизацию, чтобы, наряду с гибкостью, она приобретала лучшие черты массового производства - непрерывность, ритм, высокая скорость выпуска продукта, стабильность процесса.

Главной задачей подготовки производства является создание и организация выпуска новых конкурентоспособных изделий.

Целью подготовки производства является создание технических, организационных и экономических условий, которые в полной мере гарантируют перевод производственного процесса на более высокий

технический и социально-экономический уровень на основе достижений науки и техники, использование различных инноваций для обеспечения эффективной работы предприятия.

В данной работе рассматривается вопрос технологической подготовки производства детали типа «Фланец (Приложения А), в ходе которого осуществляется создание технологического маршрута, операций, а также средств технологического оснащения. Кроме того, осуществляется разработка управляющих программ для станков с числовым программным управлением (ЧПУ). Так же производятся необходимые расчеты для снижения брака, которые включают в себя размерный и прочностной анализ, для производства данной детали.

1 Проектирование технологического процесса изготовления детали

1.1 Анализ технологичности конструкции детали

Технологический анализ является одним из важных этапов развития технологического процесса (ТП), из которого его основными технико-экономическими факторами являются: металлоемкость, трудоемкий процесс, и это то, чем он является.

Анализ технологии проводится, как правило, в два этапа: качественный и количественный.

Так, элементы типа валов признаются технологическими, если они соответствуют следующим требованиям:

- возможность максимального приближения формы и размеров заготовки к размерам и форме детали;
- возможность обработки режущими инструментами;
- уменьшение диаметров поверхностей от середины до концов вала или от одного конца до другого;
- возможность замены закрытого шпоночного паза открытым.

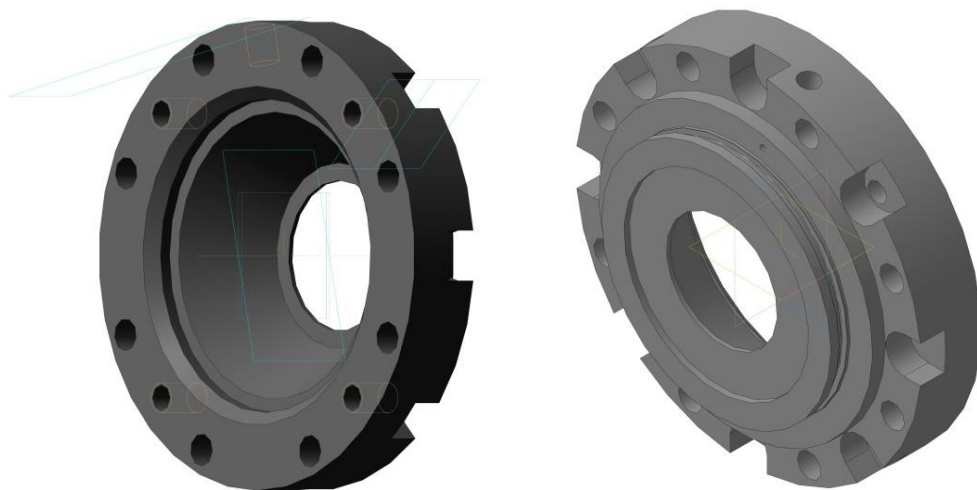


Рисунок 1 – 3D модель фланца

Исходя из рисунка 1, можно сказать о некоторых достоинствах и недостатках данной детали.

Достоинства:

1) конструкция детали обеспечивает свободный подвод и отвод инструмента и смазочно-охлаждающая жидкость (СОЖ) в зону резания и из нее, и отвод стружки;

2) деталь имеет надежные установочные базы, т.е. соблюдается принцип постоянства и совмещения баз;

3) допуски на размеры точных поверхностей не усложняет технологию производства

4) не требует применения фасонного инструмента.

Недостатки:

1) имеет глухие отверстия;

2) имеет сложные геометрические поверхности, что потребует специального приспособления.

Таким образом, данная конструкция детали является технологичной, т.к. удовлетворяет большинству технологических требований. Обработка детали возможна с применением стандартного и стандартизированного режущего и мерительного инструмента (сверла, развертки, калибры и т. п.)

Деталь изготовлена из стали Марки 20 (свойства материала представлены в таблицах 1-3 [1]), ее заменителем являются стали 15 и 20. Данная сталь конструкционная углеродистая качественная. Чаще всего сталь 20 используется для изготовления трубы перегревателей, коллекторов и трубопроводов котлов высокого давления, листы для штампованных деталей, цементируемые детали для длительной и весьма длительной службы при температурах до 350 градусов.[1]

Таблица 1- Химический состав

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As
0.17 - 0.24	0.17 - 0.37	0.35 - 0.65	до 0.25	до 0.04	до 0.04	до 0.25	до 0.25	до 0.08

Таблица 2- Механические свойства при T=200 °C

Сортамент	Размер	Напр.	σ _B	σ _T	δ ₅	ψ	KCU	Термообр.
-	мм	-	МПа	МПа	%	%	кДж / м ²	-
Прокат горячекатан.	до 80	Прод.	420	250	25	55		Нормализация
Пруток		Прод.	480	270	30	62	1450	Отжиг 880 - 900°C,
Пруток		Прод.	510	320	30.7	67	1000	Нормализация 880 – 920 °C

Таблица 3- Физические свойства стали 20

T температура	E 10 ⁻⁵ Модуль упругости	α·10 ⁶ Температура	λ Теплопро- водность	P Плот- ность	C Тепло- емкость	ρ R 10 ⁹
Град	МПа	1/Град	Вт/(м·град)	кг/м ³	Дж/(кг· град)	Ом·м
20	2.13		52	7859		
100	2.03	11.6	50.6	7834	486	219
200	1.99	12.6	48.6	7803	498	292
300	1.9	13.1	46.2	7770	514	381
400	1.82	13.6	42.8	7736	533	487
500	1.72	14.1	39.1	7699	555	601
600	1.6	14.6	35.8	7659	584	758
700		14.8	32	7617	636	925
800		12.9		7624	703	1094
900				7600	703	1135

При проектировании деталей соблюдаются все требования стандартов. Параметры точности размеров и шероховатости соответствуют друг другу.

Технологический контроль чертежа (Приложение А) осуществляется в техническом отделе предприятия. После разработки чертежа проектировщиком проводится технический осмотр, технический контроль. Перед утверждением чертежа он проверяется руководителем отдела, после чего чертеж утверждается главным специалистом надзорного отдела. Блок-схема составляется с выдачей комплекта документов для процесса обработки.

1.2 Обеспечение эксплуатационных свойств детали

Эксплуатационные свойства детали определяют ее технические возможности при ее эксплуатации. Они в значительной мере определяются качеством их рабочих поверхностей, формируемым при изготовлении. Поэтому задача технологического обеспечения качества поверхностного слоя деталей является одной из важнейших при решении проблемы повышения надежности и ресурса машин.

Эти свойства зависят от ряда факторов: геометрические размеры детали, толщина стенок, форма детали: цилиндрическая, квадратная и т.д; материал детали; нанесение покрытий; термическое воздействие и т.д.

Определение этих свойств очень важно для оценки надежности и долговечности детали. В настоящее время возможно определить работоспособность детали с помощью CAE – системы.

Программный комплекс САПР «SolidWorks» позволяет определить величину возникающих напряжений и деформацию детали при заданном силовом воздействии. Для данной детали было проведено её моделирование с графическим отображением деформации детали. На рисунке 2 видно, что наиболее напряженная область – это основание отверстия.

Фланец имеет достаточную прочность, но низкую коррозионную стойкость, для предотвращения этого наносится хромовое покрытие. Для того, чтобы определить, как будет работать деталь при 16 воздействиях внешних нагрузок на детали, необходимо производить прочностной анализ, таким образом, сокращая затраты на опытное производство партии. Проверка работоспособности конструкции деталей выполняется с помощью САЕ-системы.

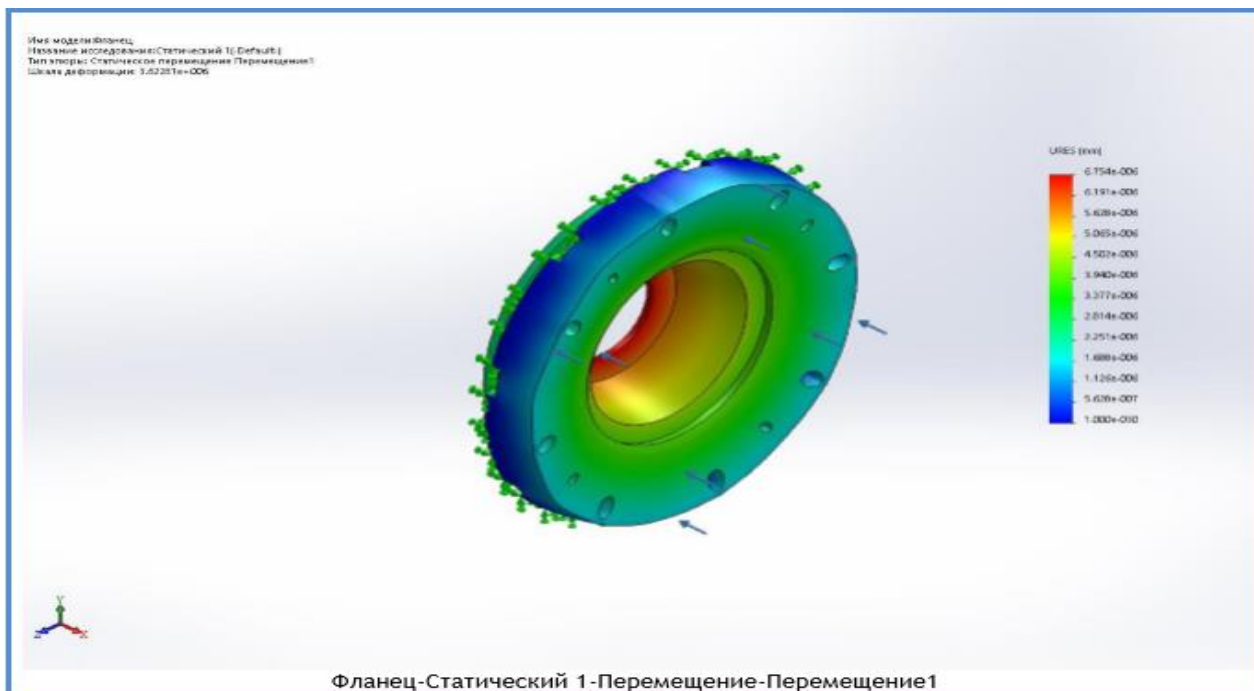


Рисунок 2 – Напряженная модель детали

1.3 Выбор исходной заготовки

В зависимости от характера материала, назначения детали, необходимой точности ее изготовления и т. д. Заготовки изготавливаются литьем, ковкой, штамповкой, высадкой, прокаткой, волочением и другими методами.

В данном случае целесообразно рассмотреть три способа получения заготовки:

- 1) получение заготовки из прутка;
- 2) штамповки;
- 3) литье.

В настоящее время в производстве применяются исключительно стальные заготовки для фланцев, так как их эластичность и эксплуатационное удобство намного выше.

С учетом технологических свойств материала детали (материал детали сталь 20), её габаритов, формы и массы, требований к механическим свойствам (термообработка), а также типом производства (мелкосерийное) получаем заготовку из прутка, так как это экономически выгодно по сравнению со штамповкой и ковкой.

1.4 Проектирование технологического маршрута

Проектирование технологического маршрута – это выбор последовательности технологических операций, в которых происходит последовательное изменение форм и размеров детали в соответствие с требуемыми условиями и размерами. Учитывая анализ технологичности конструкции детали, необходимые эксплуатационные свойства, получение заготовки из круглого прута для данной детали был разработан технологический маршрут, состоящий из следующих операций:

- 1) заготовительная
- 2) токарная с ЧПУ
- 3) фрезерная
- 4) сверлильная
- 5) слесарная
- 6) промывочная
- 7) гальваническая
- 8) консервация.

В токарной операции с ЧПУ 010, в установе А (рисунок 3) подрезается торец 1, поверхность которого является базовой. Далее точится поверхность 2, где удаляется основной слой металла. Поверхность 2 в последующих операциях является основной базирующей поверхностью. Затем точится поверхность 3. После образуется канавка 4. Центруется и затем сверлится отверстие 5. В конце растачивается отверстие 6

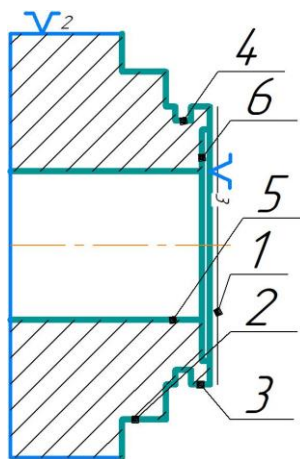


Рисунок 3 – Эскиз токарной операции 010

В токарной операции с ЧПУ 010, в установе В (рисунок 4), заготовка базируется по наружному диаметру. В ходе операции подрезается торец 1, затем точится поверхность 2. Затем растачивается конус 3, точится отверстие 4, растачивается фаска 5.

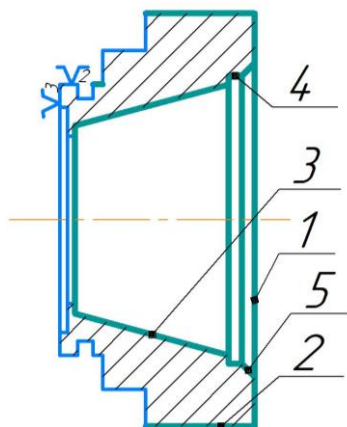


Рисунок 4– Эскиз токарной операции 010(установ В)

Во фрезерной операции с ЧПУ 020, (рисунок 5) базирующей поверхностью является наружный диаметр. Фрезеруется 8 карманов 1. Затем центруется и сверлятся 12 отверстий 2,3,4,5.

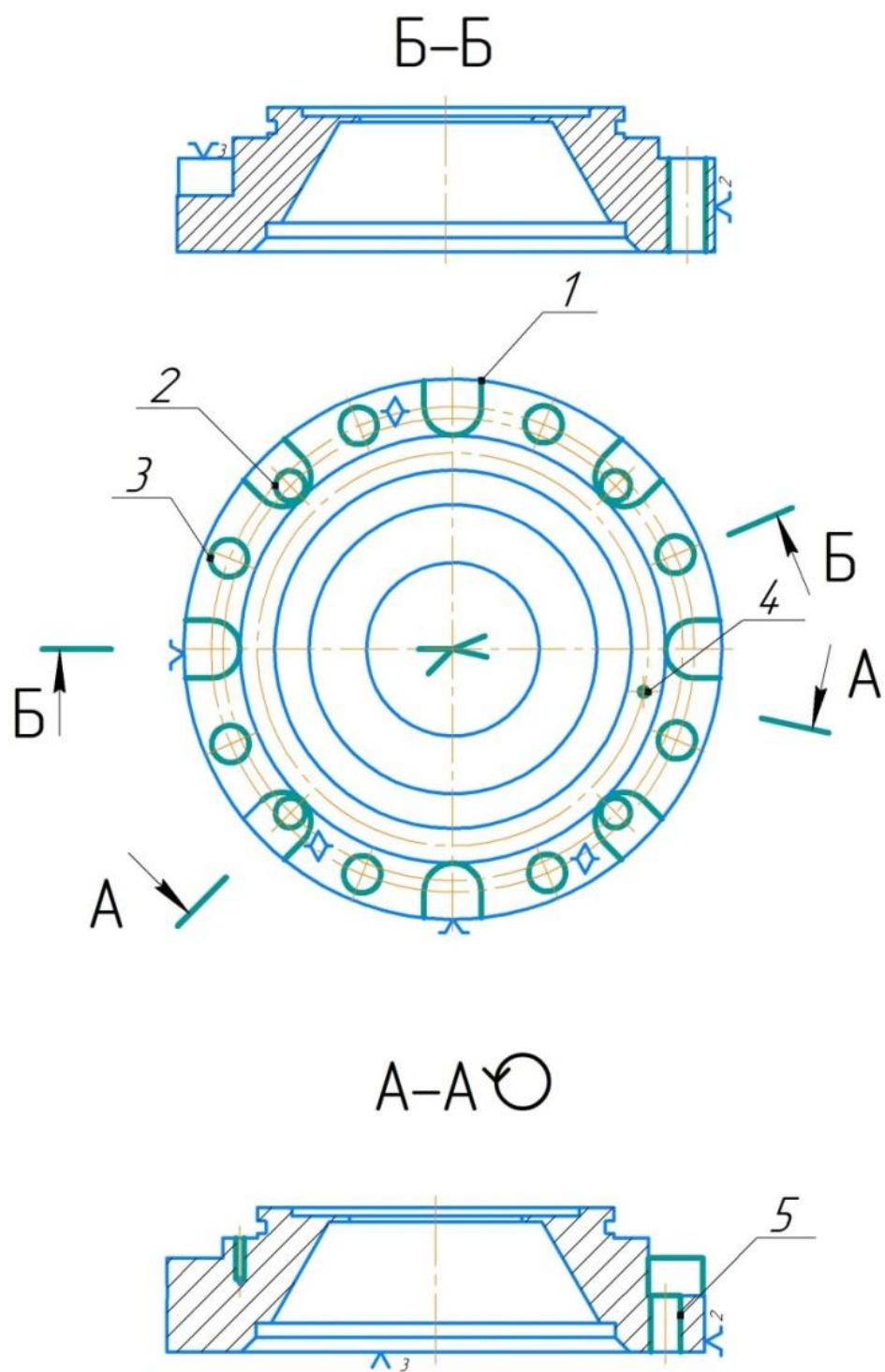


Рисунок 5 – Эскиз фрезерной операции 020

Следующим этапом механической обработки будет - сверлильная операция (рисунок 6). На сверлильной операции центруется, а затем сверлится отверстие 1.

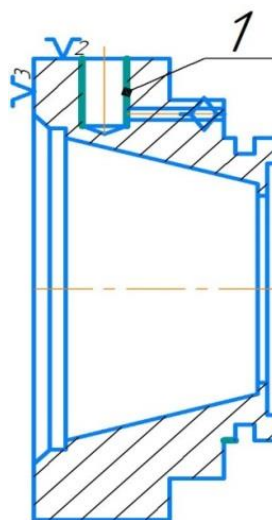


Рисунок 6 – Эскиз сверлильной операции 030

В слесарной операции 035 (рисунок 7) притупляем острые кромки и снимаем заусенцы. Затем нарезается резьба М12 в 4 полученных отверстиях 2. Так же нарезается резьба М12 1.

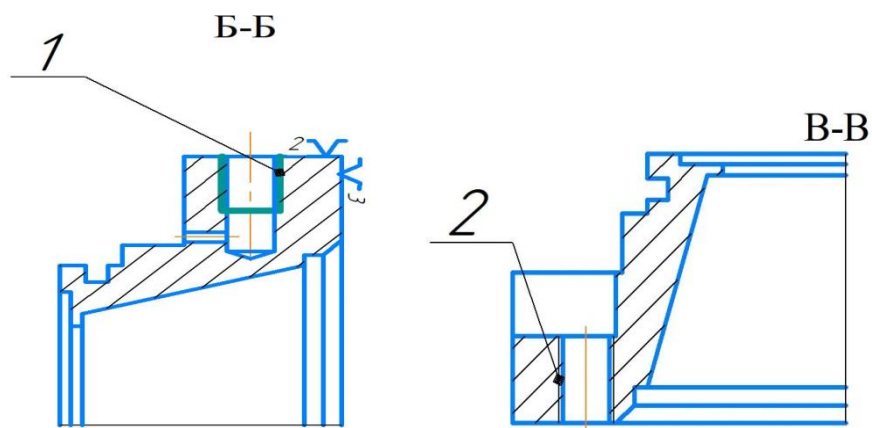
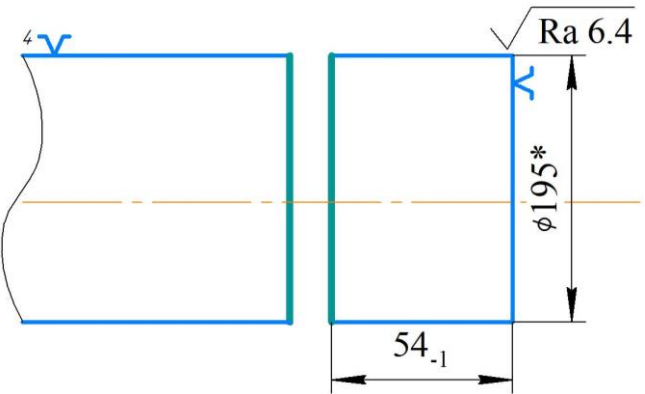
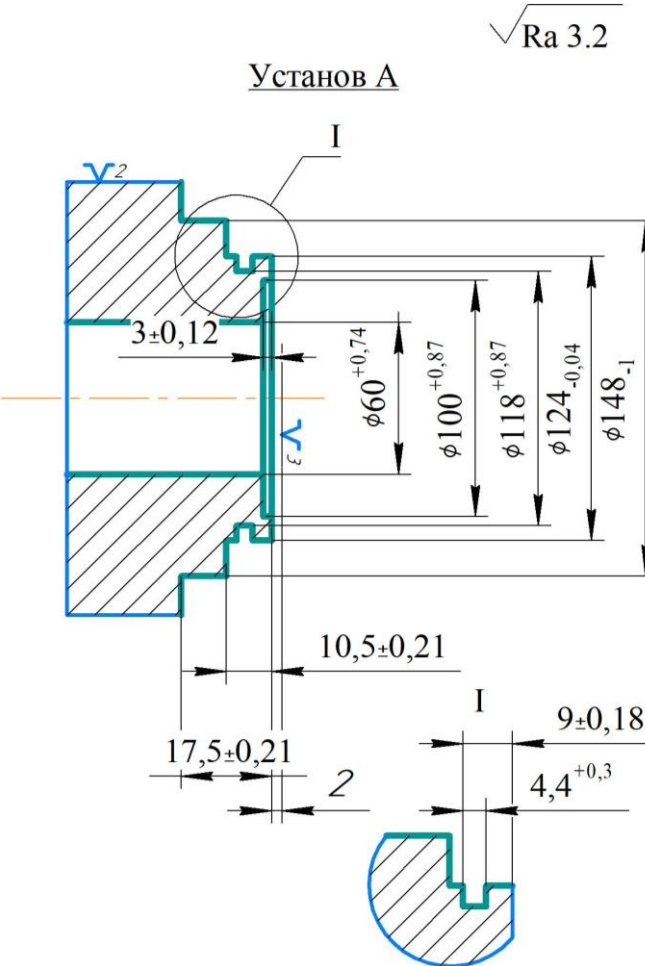


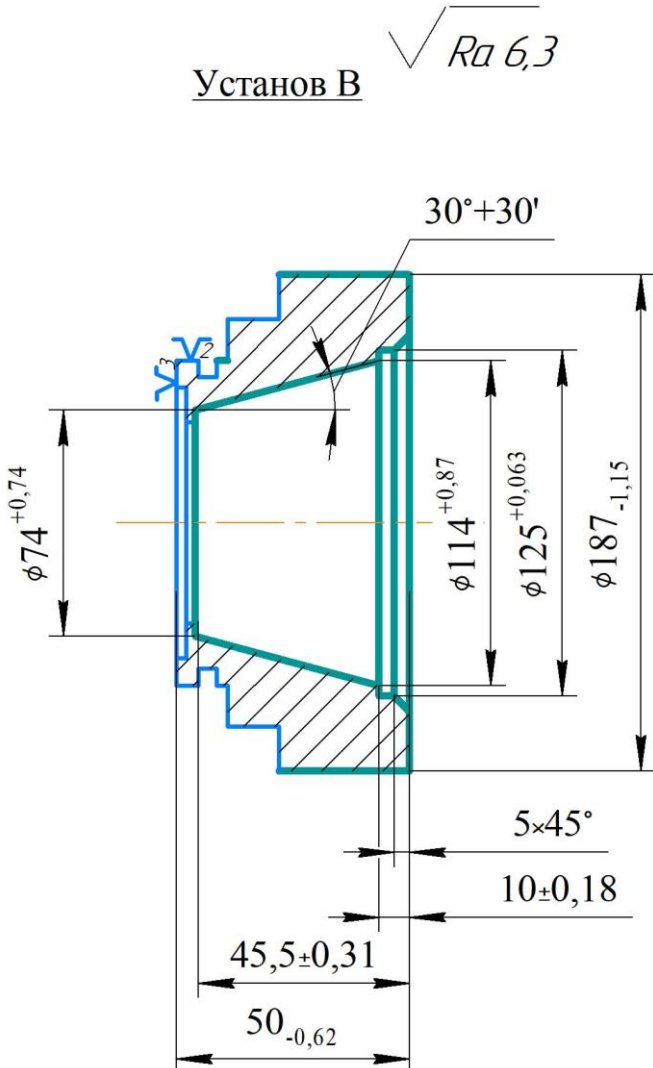
Рисунок 7 – Эскиз слесарной операции 040

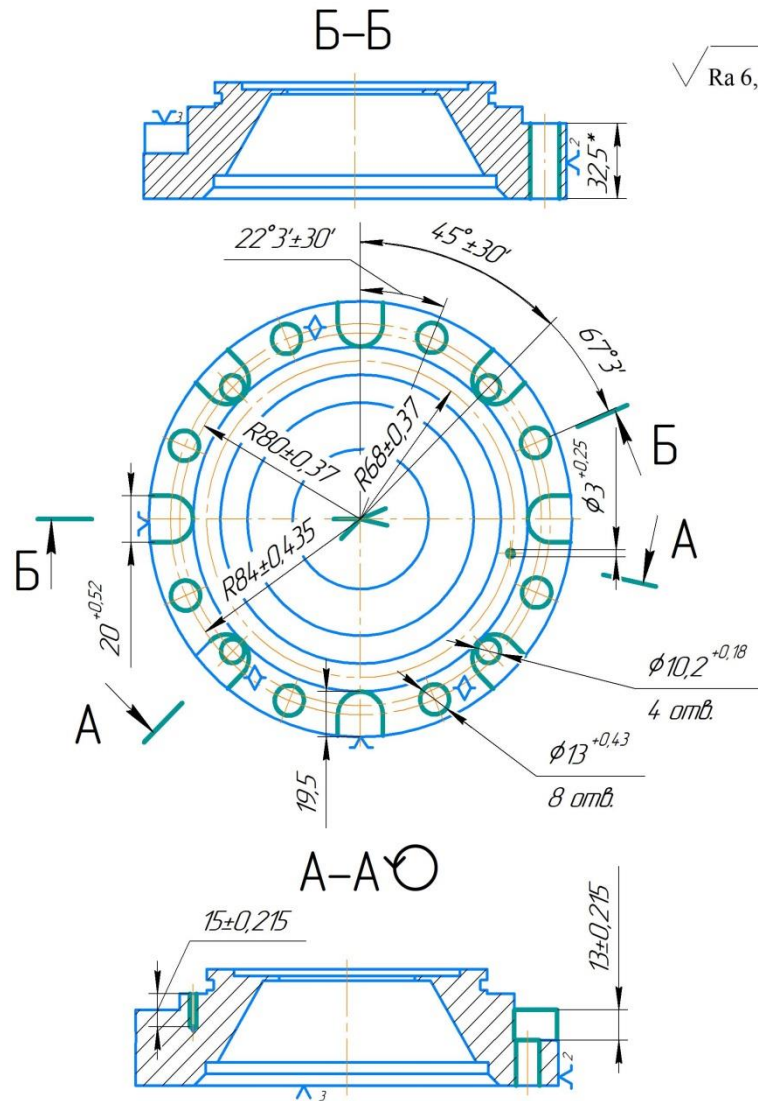
1.5 Проектирование технологических операций

На основании анализа технологичности, выбора способа получения заготовки и изученной технологии изготовления детали в условиях производства, намечаем допустимую последовательность обработки поверхностей детали[9].

Таблица 4 - Технологический процесс изготовления детали «Фланец»

	005 Заготовительная Закрепить заготовку в тиски База: торец и наружный диаметр Отрезать заготовку, выдерживая размеры 54_{-1} мм
	010 Токарная с ЧПУ А. Установить заготовку в расточенные кулачки База: торец и наружный диаметр Подрезать торец, сняв припуск 2 мм. Точить наружный диаметр, выдерживая размер $\phi 148_{-1}$ и $17,5 \pm 0,21$ мм. Точить наружный диаметр, выдерживая размер $\phi 124_{-0,04}$ и $10,5 \pm 0,21$ мм. Точить канавку, выдерживая размер $\phi 118^{+0,87}$, $9 \pm 0,18$ и $4,4^{+0,3}$ мм Центровать отверстие $\phi 60^{+0,74}$ мм. Сверлить сквозное отверстие $\phi 60^{+0,74}$ мм Расточить отверстие, выдерживая размер $\phi 100^{+0,87}$ и $3 \pm 0,12$ мм

Установ В $\sqrt{Ra\ 6,3}$ 	Установ В Переустановить заготовку в расточенные кулачки База: торец и наружный диаметр Подрезать торец, выдерживая размер $50_{-0,62}$ мм Точить поверхность, выдерживая размер $\phi 187$ мм Расточить отверстие, выдерживая размеры $\phi 74^{+0,74}$ под углом 30° (конус) на длину $45 \pm 0,31$ мм. Расточить отверстие, выдерживая размеры $\phi 125^{+0,063}$ и $10 \pm 0,18$ мм Точить фаску, выдерживая размер $5 \times 45^\circ$ мм
015 Контрольная 1.Контролировать размеры, полученные на операции 010	



Фрезерная с ЧПУ 020

Установить и закрепить заготовку в специальное приспособление. База: наружный диаметр, торец

Фрезеровать 8 карманов $\varnothing 20^{+0.52}$ мм, выдерживая размер 19,5 мм согласно эскизу

Центровать 4 отверстий $\varnothing 2,5$ мм, выдерживая размер 5 мм

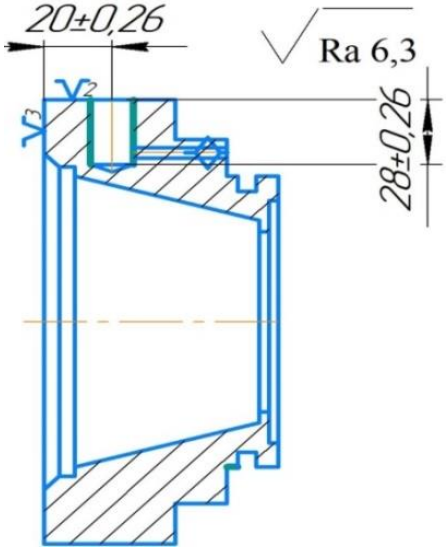
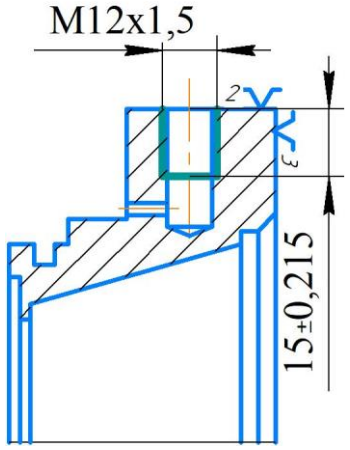
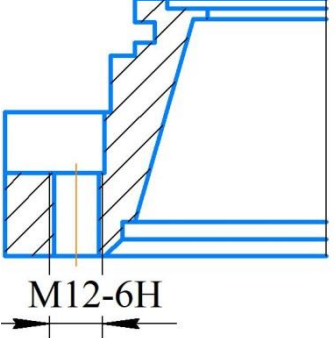
Сверлить 4 отверстия $\varnothing 10,2^{+0.18}$ мм, выдерживая размер 19,5 мм согласно эскизу.

Центровать 8 отверстий $\varnothing 4,5$ мм, выдерживая размер 6.5 мм

Сверлить 8 отверстий $\varnothing 13^{+0.43}$ мм, выдерживая размер $32,5 \pm 0,31$ мм согласно эскизу.

Центровать отверстий $\varnothing 3^{+0.25}$ мм, выдерживая размер $15 \pm 0,215$

Сверлить отверстие $\varnothing 3^{+0.25}$ мм, выдерживая размер $15 \pm 0,215$ мм согласно эскизу.

	030 Сверлильная Установить заготовку трехкулачковый парон с делительной головкой. База наружный диаметр и торец Центровать отверстие, выдерживая размер $28 \pm 0,26$ мм согласно эскизу. Сверлить отверстие, выдерживая размер $28 \pm 0,26$ мм согласно эскизу
Б-Б 	040 Слесарная Установ А Установить и закрепить заготовку в тиски База: наружный диаметр, торец Нарезать резьбу M12x1,5, выдерживая размер $15 \pm 0,215$ мм в полученных отверстиях.
В-В 	Установ В Переустановить деталь на оправку База: наружный диаметр и торец. Притупить острые кромки, снять заусенцы Нарезать резьбу M12 в 4 полученных отверстиях, выдерживая размер $19,5 \pm 0,26$ мм согласно чертежу
045 Контрольная 1.Контролировать размеры полученных поверхностей.	

050 Промывочная 1. Промыть детали по ТТП 01279-00001, опер. 001.
055 Гальваническая 1. Покрытие: Хим. Окс. прм
045 Контрольная 1.Контролировать размеры полученных поверхностей.
060 Консервация 1. Консервировать детали по ТТП 60270-00001, в.1.

1.6 Выбор средств технологического оснащения

Выбор станков для проектируемого технологического процесса производится после того, как каждая операция предварительно разработана. Модель станка необходимо выбрать на основании таких данных, как метод обработки, шероховатость, расположение и размеры обрабатываемой поверхности или габаритные размеры детали.

Наиболее часто в мелкосерийном производстве применяются следующие типы металлорежущих станков: токарные, фрезерные, сверлильные, шлифовальные станки с ручным управлением, автоматы фасонно-продольного точения, токарно-револьверные автоматы, станки с ЧПУ.

Станки должны обеспечивать заданное качество при обработке деталей, точность изготовления, иметь достаточную жесткость.

Заготовительная операция

Для заготовительной операции выбираем станок: Ленточнопильный станок Triod BSM 300-400.

Краткое описание станка. Ленточнопильный станок BSM 300-400 предназначен для высокопроизводительной резки материала любого типа,

используемого в современном машиностроении, включая высоколегированные и жаропрочные стали, труднообрабатываемые сплавы. За счет уменьшения ширины пропила, использование станков такого типа позволяет снизить расход материала при резке, увеличить производительность и снизить расходы за потребляемую электроэнергию. Данное оборудование не требует длительного и дорогостоящего процесса ввода в эксплуатацию на производстве, что делает операцию резки материалов ленточными пилами одной из самых быстро окупаемых технологий обработки.

Ленточнопильный станок широко используется в условиях мелкосерийного производства, в ремонтных цехах, в слесарных и столярных мастерских, на складах и т.п.

Станок предназначен для работы в сухих помещениях, где температура не опускается ниже $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ и не поднимается выше $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ (станок не предназначен для работы в помещениях с повышенной влажностью) [2]. Технические характеристики станка указаны в таблице 5.

Таблица 5 -Технические характеристики

Характеристика	Значение
Напряжение	0,4 Квт
Потребляемая мощность	1500Вт.
Макс. диаметр разрезаемого материала	90°-254мм, 45°-170мм
Макс. размер разрезаемого материала	90°-127x457мм, 45°-150x190мм
Скорость резания	26,50,73,95 м/мин.
Привод	Ремённая передача

Размер ленточного полотна	27x0,9x3280мм
Масса	310/385кг
Размеры упаковки (ДхШхВ)	1830x830x1150мм

Токарная операция с ЧПУ

Для токарной операции выбираем токарной станок: Токарно обрабатывающий центр HYPERTURN HT45

Краткое описание. Обрабатывающие центры HYPERTURN нового поколения реализуют возможность комплексной обработки сложных деталей с максимальной производительностью. Станки серии HYPERTURN объединяют все передовые технологии в области токарной обработки. Жесткая станина с основанием из композиционного материала HYDROPOL®, охлаждаемый мотор-шпиндель, противощиндель, возможность оснащения тремя revolverными головами, каждая из которых может иметь ось Y, и высокопроизводительная система ЧПУ SIEMENS 840D с диалоговым программированием Shop Turn делают возможности станка практически безграничными [3]. Технические характеристики станка показаны в таблице 6.

Таблица 6- Технические характеристики станка.

Технические характеристики	Значение
Рабочая зона	
Расстояние между центрами	720 мм.
Макс. диаметр точения	Ø300 мм.
Макс. длина точения	480 мм.
Диаметр прутка	Ø45 мм.
Перемещение по осям X1/X2/X3	160/150 мм.
Перемещение по осям Z1/Z2/Z3	510/510 мм.

Перемещение по осям Y1/Y2/Y3	+40/-30 мм.
Перемещение противопинделя	510 мм.
Скорость перемещения по осям X/Y/Z	30/15/45 м/мин.
Макс. скорость вращения шпинделя	0-7000 об/мин.
Макс. крутящий момент	100 Нм.
Мощность	15 кВт.
Количество инструментов / из них приводных	2х12/2х12 поз.
Скорость вращения приводного инструмента	0-6000 об/мин.
Макс. крутящий момент	16 Нм.
Мощность	4 кВт.
Масса станка	4200 кг.

Фрезерная с ЧПУ

Для фрезерной операции выбираем фрезерный станок EMCOMILL E350[3]

Таблица 7-Технические характеристики станка

Технические характеристики	EMCOMILL E350
Рабочая зона	
Перемещение по оси X	350 мм
Перемещение по оси Y	250 мм
Перемещение по оси Z	300 мм
Мин. расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности стола	120 мм
Макс. расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности стола	420 мм
Размеры зажимной поверхности стола	500 x 300 мм

Продолжение таблицы 7

Т-образные зажимные пазы: кол-во/ ширина/ расстояние между пазами	5 x 45 x 100 мм
Макс. нагрузка на стол	100 кг
Расстояние от пола до рабочей поверхности стола	880 мм
Главный шпиндель	
Число оборотов	50...10000 об/мин
Макс. мощность	8,5 кВт (S6)
Макс. крутящий момент	41 Нм (S6)
Главный шпиндель	
Размер инструментального конуса (DIN69871)	ISO 30
Привода	Прямой привод
Система смены инструментов	
Количество позиций	20
Система кодирования мест	переменная (RANDOM)
Макс. диаметр инструмента (при занятых соседних местах / при свободных соседних местах)	63 мм (80 мм)
Макс. длина инструмента	200 мм
Макс. вес инструмента	5кг
Время смены инструмента (инструмент/ инструмент)	2.5 с
Общие данные	
Потребляемая мощность	9 кВА
Габаритные размеры (ДхШхВ)	1600 x 1700 x 2200 мм

1.7 Назначение допусков на технологические размеры.

Назначение допусков на осевые технологические размеры[4]:

1) Размер A_{01} :

$$TA_{01} = \omega_c = 2\text{мм.},$$

где ω_c –статистическая погрешность обработки на универсальном токарном станке;

ρ_0 – погрешность формы, полученная на предыдущей операции.

2) Размер A_{11} :

$$TA_{11} = \omega_c + \rho_0.$$

где ω_c –статистическая погрешность обработки на станке;

ρ_0 – погрешность формы, полученная на предыдущей операции.

$$TA_{11} = \omega_c + \rho_0 = 0,12 + 1 = 1,12\text{мм}$$

4) Размер A_{12} :

$$TA_{12} = \omega_c + \rho_0 = 0,12 + 0,06 \cdot 1 = 1,18\text{мм}$$

5) Допуск на размер A_{13}

$$TA_{13} = \omega_c = 0,2\text{мм}$$

6) Допуск на размер A_{14}

$$TA_{14} = \omega_c = 0,2\text{мм}$$

6) Допуск на размер A_{15}

$$TA_{15} = TK_{15} = 0,12\text{мм}$$

7) Размер A_{21}

$$TA_{21} = TK_{21} = 0,62\text{мм}$$

8) Размер A_{23}

$$TA_{23} = TK_{23} = 0,21\text{мм}$$

9) Размер A_{24}

$$A_{24} = TK_{24} = 0,31\text{мм}$$

10) Размер A_{25}

$$A_{25} = TK_{25} = 0,18\text{мм}$$

Назначение допусков на диаметральные технологические размеры

1) Размер D_{01} :

$$TD_{0.1} = TK_{0.1} = 195\text{мм}$$

2) Размер D_{21}

$$D_{21} = TDK_{21} = 1\text{мм}$$

где ω_c – статистическая погрешность обработки на станке[4];

ρ_0 – погрешность формы, полученная на заготовительной операции.

3) Размер $D_{1.4}$:

$$TD_{1.4} = TDK_9 = 60\text{мм}$$

4) Размер $D_{1.6}$:

$$TD_{1.6} = TDK_{10} = 74\text{мм}$$

5) Размер $D_{2.2}$:

$$TD_{2.2} = TDK_{13} = 148\text{мм}$$

6) Размер $D_{2.3}$:

$$TD_{2.3} = TDK_{14} = 124\text{мм}$$

7) Размер $D_{2.4}$:

$$TD_{2.4} = \omega_c = 0,20\text{мм}$$

8) Размер $D_{2.5}$:

$$TD_{2.5} = TDK_8 = 100\text{мм}$$

Размерный анализ детали типа «Фланец» представлен в Приложении Б

1.8 Расчет минимальных припусков

1.8.1 Расчет минимальных припусков на технологические размеры

В нормативном методе значения $z_{\min}$ находятся непосредственно из таблиц, которые составляются путем обобщения и систематизации производственных данных. Этот метод благодаря своей простоте широко используется в машиностроении. Основным недостатком нормативного метода является неполное рассмотрение специфики конкретной операции (перехода). Значения припусков, определяемые нормативным методом, обычно завышены.

При расчетно-аналитическом методе $z_{\min}$ находят путем суммирования отдельных составляющих, что позволяет наиболее полно учесть конкретные условия обработки [4].

Одной из важнейших задач, решаемых в рамках технологического проектирования, является обеспечение требуемого качества деталей и машин при минимальных затратах ресурсов. В условиях высокой стоимости материалов проблема снижения материалоемкости производства особенно актуальна. Одним из путей снижения материалоемкости является уменьшение припусков на обработку. Припуск на обработку — слой материала, удаляемый с поверхности заготовки в процессе ее обработки для обеспечения заданного качества детали. Припуск назначают для компенсации погрешностей, возникающих в процессе предшествующего и выполняемого переходов технологического процесса изготовления детали. Величину припуска для элементарной поверхности детали определяют расчетно-аналитическим методом или ориентировочно назначают по соответствующим справочным таблицам (ГОСТам, РТМ и т. п.). Аналитический расчет производится с целью определения минимально необходимой и достаточной величины припуска на механическую обработку $z_{\min}$. Расчету припуска должен предшествовать план обработки данной поверхности: последовательность технологических переходов, способы

установки заготовки при осуществлении каждого перехода и результаты обработки поверхности (прогнозируемые) при каждом технологическом переходе. Для аналитического расчета припуска необходимо установить все элементы припуска [5]:

R_{zi-1} - величину шероховатости поверхности, полученную в результате предыдущего перехода;

h_{i-1} - толщину дефектного слоя, полученного в результате всей предыдущей обработки;

$\Delta \sum_{i-1}$ - суммарное, отклонение расположения обрабатываемой поверхности относительно установочной базы, используемой на анализируемом переходе, и погрешность формы обрабатываемой поверхности, полученную в результате всей предшествующей обработки;

ε_i - погрешность установки заготовки при реализации перехода, для которого рассчитывается припуск.

При расчете минимального припуска все эти слагаемые суммируются:

- при последовательной обработке поверхностей (односторонний припуск):

$$z_{i \min} = R_{zi-1} + h_{i-1} + \Delta \sum_{i-1} + \varepsilon_i$$

- при параллельной обработке противоположных поверхностей (двухсторонний припуск):

$$2z_{i \min} = 2(R_{zi-1} + h_{i-1} + \Delta \sum_{i-1} + \varepsilon_i)$$

Величины R_z и h определяются по таблицам справочника [1], в зависимости от вида обработки поверхности и способа получения исходной заготовки. Суммарная погрешность местоположения и формы определяется на основе анализа всех возможных отклонений положения обрабатываемой поверхности относительно установленной базы и всех факторов, вызывающих изменение теоретической формы поверхности. В самом общем случае величина $\Delta \sum$ определяется как сумма погрешности смещения $\Delta_{см}$ и погрешности коробления (кривизны) $\Delta_{кор}$, эти величины так же определяются

по таблицам. Произведем расчет припусков на механическую обработку наружного и внутреннего диаметров детали и занесем их в таблицы 1 и 2.

Минимальный припуск:

для токарной операции под черновое точение

$$2Z_{\min 1} = 2(200 + 300 + 140) = 2 \cdot 640 \text{ мкм};$$

для токарной под чистовое точение

$$2Z_{\min 2} = 2(125 + 120 + 8) = 2 \cdot 253 \text{ мкм};$$

для токарной под тонкое точение

$$2Z_{\min 3} = 2(20 + 30 + 6) = 2 \cdot 56 \text{ мкм};$$

Для чистового шлифования

$$2Z_{\min 3} = 2(3 + 6) = 2 \cdot 9 \text{ мкм}$$

для тонкого точения

$$d_{p4} = 40 + 0,018 = 40,018 \text{ мм};$$

для чистового точения

$$d_{p3} = 40,018 + 0,112 = 40,13 \text{ мм}.$$

Значения допусков каждого технологического перехода и заготовки принимаем по таблицам в соответствии с качеством, используемого метода обработки.

Наименьший предельный размер определяем округлением расчётных размеров в сторону увеличения их значений. Округление производим до того же знака десятичной дроби, с каким дан допуск на размер для каждого перехода. [6]

Наибольшие предельные размеры определяем прибавлением допусков к округлённым наименьшим предельным размерам:

$$d_{\max 5} = 40 + 0,025 = 40,025 \text{ мм};$$

$$d_{\max 4} = 40,018 + 0,063 = 40,081 \text{ мм};$$

$$d_{\max 3} = 40,130 + 0,160 = 40,290 \text{ мм};$$

$$d_{\max 2} = 40,636 + 1 = 41,636 \text{ мм};$$

$$d_{\max 1} = 41,916 + 4 = 45,916 \text{ мм}.$$

Максимальные предельные значения припусков $Z_{max}^{пр}$ равны разности наибольших предельных размеров, а минимальные значения $Z_{min}^{пр}$ – соответственно разности наименьших предельных размеров предшествующего и выполняемого переходов:

$$2Z_{max4}^{пр} = 40,081 - 40,025 = 0,056 \text{ мм};$$

$$2Z_{max3}^{пр} = 40,290 - 40,081 = 0,209 \text{ мм};$$

$$2Z_{max2}^{пр} = 41,636 - 40,290 = 1,346 \text{ мм};$$

$$2Z_{max1}^{пр} = 45,916 - 41,636 = 4,28 \text{ мм};$$

$$2Z_{min4}^{пр} = 40,018 - 40 = 0,018 \text{ мм};$$

$$2Z_{min3}^{пр} = 40,130 - 40,018 = 0,112 \text{ мм};$$

$$2Z_{min2}^{пр} = 40,636 - 40,130 = 0,506 \text{ мм}.$$

$$2Z_{min1}^{пр} = 41,916 - 40,636 = 1,28 \text{ мм}.$$

Общие припуски $Z_{O\ min}$ и $Z_{O\ max}$ определяем, суммируя промежуточные припуски и записываем их значения внизу соответствующих граф.

$$2Z_{O\ min} = 1,28 + 0,506 + 0,112 + 0,018 = 1,916 \text{ мм};$$

$$2Z_{O\ max} = 4,28 + 1,346 + 0,209 + 0,056 = 5,891 \text{ мм}.$$

Аналогичным образом определяем припуска для внутренней стороны заготовки.

1.8.2 Расчет минимальных припусков на осевые размеры

Расчет минимальных припусков на осевые технологические размеры [3].

1) Припуск $Z_{11\min}$:

$$Z_{11\min} = Rz_0 + h_0 + \rho_0 = 80 + 60 + 1500 = 1640 \text{ мкм}$$

где Rz_0 – шероховатость, полученная на заготовительной операции;

h_0 – толщина дефектного слоя, полученная на заготовительной операции;

ρ_0 – точность геометрической формы при точении.

2) Припуск $z_{15\min}$:

$$z_{15\min} = Rz_0 + h_0 + \rho_0 = 80 + 60 + 1500 = 1640 \text{ мкм}$$

Расчет минимальных припусков на диаметральные технологические размеры

1) Припуск $zD_{15\min}$:

$$\begin{aligned} z_{15\min} &= 2 \cdot (2Rz_0 + h_0 + \sqrt{\rho_0^2 + \varepsilon_1^2}) = \\ &= 2 \cdot (2 \cdot 80 + 60 + \sqrt{1500^2 + 420^2}) = 4764 \text{ мкм} \end{aligned}$$

где ε_1 – погрешность установки.

2) Припуск $zD_{16\min}$:

$$zD_{16\min} = 2(Rz_0 + h_0) = 2(80 + 60) = 280 \text{ мкм}$$

1.8.3 Расчет минимальных припусков на диаметральные размеры

Припуск на точение $z_{D11\min}$:

$$Z_{D1.1} = 2(R_{z0} + h_0 + \sqrt{\rho_0^2 + \varepsilon^2}) = 2(59 + 120 + \sqrt{120^2 + 80^2}) = 749 \text{ мкм}$$

Припуск на точение $z_{D1.6\min}$:

$$Z_{D1.6} = 2(R_{z0} + h_0 + \sqrt{\rho_0^2 + \varepsilon^2}) = 2(59 + 120 + \sqrt{120^2 + 40^2}) = 859 \text{ мкм}$$

Припуск на расточку $z_{D2.3\min}$:

$$Z_{D2.3} = 2(R_{z0} + h_0 + \sqrt{\rho_0^2 + \varepsilon^2}) = 2(60 + 60 + \sqrt{120^2 + 45^2}) = 402 \text{ мкм}$$

Таблица 8 - Припуски на осевые размеры

Технологические переходы обработки	Элементы припуска				Расчетный	Расчетный размер	Допуск	Предельные размеры, мм	
	R_z	h	ρ	ε	$z_{min},$ мкм	$D_p,$ мм	$T,$ мкм	D_{min}	D_{max}
Подрезка торцов									
Торец прутка	59	120	188	-	428	60	870	58	60
После отрезания	60	120	188	-	513	59	870	54	59

Таблица 9- Припуски на диаметральные размеры

Технологические Переходы обработки	Элементы припуска				Расчетный	Расчетный размер	Допуск	Предельные размеры, мм	
	R_z	h	ρ	ε	$z_{min},$ мкм	$D_p,$ мм	$T,$ мкм	D_{min}	D_{max}
Наружное точение	59	120	180	420	369	72	740	71,26	72
Расточка	59	60	180	45	202	46	620	74	60

Наружное точение	59	120	120	80	749	66	740	65,26	66
После сверления	59	120	120	40	856	42	40	42	42,04
После расточки	60	60	120	45	402	47	62	47	47,062

1.9 Расчет режимов резания

Токарная операция 010

Для точения.

- 1) Получение размера $\varnothing 50_{-0,62}^{+0,05}$ мм

Задаем подачу $s=0,1$ мм/об,

- 2) Скорость резания

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

Рассчитываем скорость резания:

$$V = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 0,1^{0,45} \cdot 2^{0,15}} \cdot 0,69 = 150 \text{ м/мин}$$

где $C_v = 280$ – коэффициент,

$m=0,2$, $y=0,45$, $x=0,15$ – показатели степени для резцов с материалом режущей части из твердого сплава Т15К6[5];

$T = 60 \text{ мин}$ – среднее значение стойкости инструмента;

$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv} = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,69$ – поправочный коэффициент[7];

- 3) Рассчитываем силу резания:

$$P = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1,4^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 150^{-0,15} \cdot 1,39 = 2,680 \text{ кН},$$

где $C_p = 300$ – коэффициент,

$n = -0,15, x = 1, y = 0,75$ – показатели степени для резцов с материалом режущей части из твердого сплава Т15К6[7];

$t = 1,4 \text{ мм}$ – глубина резания;

$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{y p} K_{\lambda p} K_{r p} = 1,2 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1 \cdot 0,93 = 1,39$ – поправочный коэффициент;

4) Находим мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2,6 \cdot 150}{1020 \cdot 60} = 0,6 \text{ кВт}$$

Токарный обрабатывающий центр HYPERTURN HT45

($N=0,60$ кВт)

Для сверления: $\varnothing 35 \text{ мм}$

1) назначаем подачу: $s = 0,52 \text{ мм / об.}$

2) назначаем глубину резания: $t = \frac{D}{2} = 17,5 \text{ мм.}$

где $C_v = 9,8$ – коэффициент,

$m = 0,2, y = 0,5, q = 0,4$ – показатели степени для сверл из материала быстрорежущей стали Р6М5;

$T = 70 \text{ мин}$ – среднее значение стойкости инструмента[7];

$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{lv} = 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 1,2$ – поправочный коэффициент;

$D = 35 \text{ мм.}$ – диаметр отверстия;

3) Рассчитываем скорость резания: $V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^{m \cdot sy}} \cdot K_v = \frac{9,8 \cdot 35^{0,4}}{70^{0,2 \cdot 0,52^{0,5}}} \cdot 1,0 = 24,1 \text{ м/мин}$

4) Рассчитываем силу резания и крутящий момент:

$$P = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p = 10 \cdot 68 \cdot 35^1 \cdot 0,52^{0,7} \cdot 1,2 = 18 \text{ кН}$$

где $C_p = 68$ – коэффициент,

$q = 1, y = 0,7$ – показатели степени для сверл из материала быстрорежущей стали Р6М5;

$D = 35$ мм.– диаметр отверстия;

$K_p = 1,2$ – поправочный коэффициент;

$$M_{kp} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 35^2 \cdot 0,52^{0,7} \cdot 1,2 = 3,2 \text{ Нм},$$

$K_{mp} = 1,2$ – поправочный коэффициент;

5) Находим мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2,09 \cdot 24,1}{1020 \cdot 60} = 0,80 \text{ кВт},$$

Выбираем сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком из быстрорежущей стали Р6М5

Фрезерная операция с ЧПУ 020

Фрезерование

1) Назначаем подачу на зуб: $S_z = 0,08$

2) Назначаем глубину резания: $t = 13,9$ мм

где $C_v = 46,7$ – коэффициент,

$m = 0,33$, $x = 0,5$, $y = 0,5$, $q = 0,45$, $p = 0,1$ показатели степени для фрез с материалом быстрорежущей стали Р6М5;

$B = 20$ – ширина срезаемого слоя;

$T = 80 \text{ мин}$ – среднее значение стойкости инструмента;

3) Рассчитываем скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S_z^y \cdot t^x \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v$$
$$V = \frac{46,7 \cdot 20^{0,45}}{80^{0,33} \cdot 0,08^{0,5} \cdot 13,9^{0,5} \cdot 20^{0,1} \cdot 6^{0,1}} \cdot 1,0 = 24 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

4) Рассчитываем силу резания и крутящий момент:

$$P = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mv}$$
$$P = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 13,9^{0,86} \cdot 0,08^{0,86} \cdot 6}{20^{0,86} \cdot 383} \cdot 1,2 = 1,06 \text{ кН}$$

$Z = 6$ – число зубьев фрезы;

$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1 = 1$ – поправочный коэффициент;

где $C_p = 68,2$ – коэффициент,

$q=0,86$, $x=0,86$, $y=0,72$, $w=0$ – показатели степени для фрез с материалом, быстрорежущей стали Р6М5;

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 24}{3,14 \cdot 20} = 383 \text{ об/мин} \text{ – частота вращения;}$$

$K_{mp} = 1,2$ – поправочный коэффициент;

$$M_{kp} = \frac{P_z \cdot D}{200} = \frac{1200 \cdot 20}{200} = 120 \text{ Нм},$$

5) Находим мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1,06 \cdot 24}{1020 \cdot 60} = 0,41 \text{ кВт}$$

Выбираем фрезерный станок Emcomill E350

Расчет сверлильной операции 030

Инструмент - Сверло центровочное 2317-0010 ГОСТ 14952-75 ($d = 8 \text{ мм}$),
сверло спиральное 2301-0073 ГОСТ 10903-77.

Материал сверл – Р6М5.

1) Назначаем подачу $S_0 = 0,06 \text{ мм/об}$, $S = 0,8 \text{ мм/об}$

2) Назначаем глубину резания $t_0 = 0,5D = 4 \text{ мм}$, $t = 0,5D = 5,25 \text{ мм}$.

где $C_v = 36,3$, $q = 0,25$, $y = 0,55$, $m = 0,125$ – показатели степени для сверл с материалом быстрорежущей стали Р6М5

$K_v = 0,85$ общий поправочный коэффициент для сверл из стали Р6М5

$T_0 = 35 \text{ мин}$, $T = 75 \text{ мин}$ стойкость центровочного и спирального сверла

3) Рассчитываем скорость резания при сверлении:

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

$$V = \frac{36,3 \cdot 10,5^{0,25}}{75^{0,125} \cdot 0,8^{0,55}} \cdot 0,85 = 36 \text{ м/мин}$$

1.10 Расчет норм времени технологического процесса

Для машиностроительного производства штучное время определяется так:

$$T_{ш} = T_{оп} + T_{в} + T_{обс} + T_{п},$$

где $T_{оп}$ - операционное время — время, затрачиваемое непосредственно на изменение размеров, формы и свойств;

$T_{в}$ - вспомогательное время – время, затрачиваемое на выполнение приемов, которые необходимы для последующего изменения состояния предмета труда (установ, крепление, снятие, подвод-отвод инструмента, измерение, управление механизмами и др.);

$T_{обс}$ - время обслуживания рабочего места — время, затрачиваемое исполнителем на поддержание СТО в работоспособном состоянии, а также на уход за ними и рабочим местом.

$$T_{обс} = T_{т} + T_{орг},$$

где $T_{т}$ - время технического обслуживания — смена затупившегося инструмента, его настройка и наладка.

$T_{орг}$ — подготовка рабочего места, его уборка, смазка механизмов при необходимости.

$T_{п}$ — время на личные потребности — время на дополнительный отдых.

Операционное время определяется по формуле:

$$T_{оп} = \frac{L \cdot i}{S_M};$$

где $L = l + l_{вп} + l_{сх}$ — длина обработки;

i — число рабочих ходов;

S_M — минутная подача инструмента.

Вспомогательное время определяется по формуле:

$$T_{в} = 0,15 \cdot T_{оп}.$$

Время обслуживания рабочего места:

$$T_{OBC} = T_T + T_{OPG};$$

Время технического обслуживания T_T равно 6% от $T_{оп}$;

Время организационного обслуживания T_{OPG} равно 0,6 - 8 % от $T_{оп}$.

Время на личные потребности $T_{л}$ равно 2,5% от $T_{оп}$.

Расчет норм времени для токарной операции 010:

Для точения:

1) определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{ПОД} + l_{СХ} + l_{ВР}$$

$$L = 60 + 1 + 1 + 1 = 63 \text{ мм.}$$

2) определяем минутную подачу рабочих ходов:

$$S_m = 40 \cdot 0,1 = 4 \text{ м/мин}$$

3) число рабочих ходов $i = 1$.

4) основное время:

$$T_{оп} = \frac{54 \cdot 1}{140} = 0,38 \text{ мин}$$

5) вспомогательное время операции:

$$T_{оп} = 0,15 \cdot 0,38 = 0,057 \text{ мин}$$

6) оперативное время:

$$T_o = T_{оп} + T_v = 2,51 \text{ мин}$$

7) время обслуживания рабочего места:

$$T_{обс} = 0,737$$

8) время на личные потребности:

$$T_{л} = 0,025 T_{оп} = 0,025 \text{ мин}$$

Штучно – калькуляционное время:

$$T_{ш} = T_{оп} + T_v + T_{обс} + T_{л} = 2,18 + 0,33 + 0,35 + 0,025 = 2,89 \text{ мин}$$

Для расточки:

1) определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{ПОД}} + l_{\text{СХ}} + l_{\text{БР}} = 93,6 + 1 + 1 = 95,6 \text{ мм.}$$

2) определяем минутную подачу:

$$S_M = S_z \cdot n = 0,1 \cdot 1486 = 148,6 \text{ м / мин}$$

3) число рабочих ходов $i=1$.

4) тогда основное время:

$$T_{\text{оп}} = \frac{95,6 \cdot 1}{148,6} = 0,64 \text{ мин};$$

5) вспомогательное время операции:

$$T_B = 0,15 \cdot T_{\text{оп}} = 0,15 \cdot 0,64 = 0,096 \text{ мин}$$

6) оперативное время:

$$T_O = T_{\text{оп}} + T_B = 0,74 \text{ мин}$$

7) время обслуживания рабочего места:

$$T_{\text{обс}} = 0,06T_O + 0,08T_O = 0,1 \text{ мин}$$

8) время на личные потребности:

$$T_{\text{л}} = 0,025T_{\text{оп}} = 0,016 \text{ мин}$$

Штучно – калькуляционное время:

$$T_{\text{ш}} = T_{\text{оп}} + T_B + T_{\text{обс}} + T_{\text{л}} = 0,64 + 0,096 + 0,1 + 0,016 = 0,852 \text{ мин}$$

Для отрезания:

1) определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{ПОД}} + l_{\text{СХ}} + l_{\text{БР}} = 8 + 1 + 1 + 1 = 11 \text{ мм.}$$

2) определяем минутную подачу:

$$S_M = S_z \cdot n = 0,2 \cdot 1000 = 200 \text{ м / мин}$$

3) число рабочих ходов $i=1$.

4) тогда основное время:

$$T_{\text{оп}} = \frac{11 \cdot 1}{200} = 0,21 \text{ мин};$$

5) вспомогательное время операции:

$$T_B = 0,15 \cdot T_{оп} = 0,15 \cdot 0,21 = 0,032 \text{ мин}$$

6) оперативное время:

$$T_O = T_{оп} + T_B = 0,24 \text{ мин}$$

7) время обслуживания рабочего места:

$$T_{обс} = 0,06T_O + 0,08T_O = 0,034 \text{ мин}$$

8) время на личные потребности:

$$T_{л} = 0,025T_{оп} = 0,005 \text{ мин}$$

Штучно – калькуляционное время:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_B + T_{обс} + T_{л} = 0,21 + 0,032 + 0,034 + 0,005 = 0,28 \text{ мин.}$$

Расчет норм времени для фрезерной операции 020:

Для фрезерования:

1) определяем расчетную длину обработки:

$$\begin{aligned} L = l + l_{под} + l_{вр} + l_{сх} &= 2(2 \cdot 4,5 \cdot \arcsin \frac{4,3}{2 \cdot 4,5}) + 2(\sqrt{21,16^2 + 9,3^2}) + \\ &+ 2(2 \cdot 33,5 \cdot \arcsin \frac{17}{2 \cdot 33,5}) + 2(2 \cdot 2,5 \cdot \arcsin \frac{2,5}{5}) + 2(2 \cdot 4,5 \cdot \arcsin \frac{3,8}{2 \cdot 4,5}) = \\ &= 83,4 + 6 + 1 + 5 = 95,4 \text{ мм.} \end{aligned}$$

2) определяем минутную подачу:

$$S_m = S \cdot n = 0,08 \cdot 5000 = 400 \text{ мм/мин}$$

3) число рабочих ходов $i=1$.

4) тогда основное время:

$$T_{оп} = 95,4 \cdot 1 / 400 = 0,2385$$

5) вспомогательное время операции:

$$T_B = 0,15 \cdot T_{оп} = 0,15 \cdot 0,19 = 0,007 \text{ мин}$$

6) оперативное время:

$$T_O = T_{оп} + T_B = 0,051 \text{ мин}$$

7) время обслуживания рабочего места:

$$T_{обс} = 0,06T_O + 0,08T_O = 0,007 \text{ мин}$$

8) время на личные потребности:

$$T_{\Pi} = 0,025T_{оп} = 0,001 \text{ мин}$$

Штучно – калькуляционное время:

$$T_{ш} = T_{оп} + T_{в} + T_{обс} + T_{\Pi} = 0,2385 + 0,007 + 0,007 + 0,001 = 0,059 \text{ мин}$$

Для сверления:

1) определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вп}} = 35 + 1 + 1 = 37$$

2) определяем минутную подачу:

$$S_M = S_{z*} n = 0,3 \cdot 1400 = 728 \text{ м/мин}$$

3) число рабочих ходов $i=1$.

4) тогда основное время:

$$T_{оп} = \frac{37 \cdot 1}{728} = 0,050 \text{ мин};$$

5) вспомогательное время операции:

$$T_{в} = 0,15 \cdot 0,25 = 0,0375 \text{ мин}$$

6) оперативное время:

$$T_o = 0,0625 \text{ мин}$$

7) время обслуживания рабочего места:

$$T_{обс} = 0,875$$

8) время на личные потребности:

$$T_{\Pi} = 0,025T_{оп} = 0,006 \text{ мин}$$

Штучно – калькуляционное время:

$$T_{ш} = T_{оп} + T_{в} + T_{обс} + T_{\Pi} = 0,050 + 0,04 + 0,04 + 0,006 = 0,136 \text{ мин}$$

1.11 Разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ

Для создания управляющих программ для станков с ЧПУ воспользуемся САМ-системой FeatureCAM. Программы разрабатываются для таких операций, как токарная с ЧПУ 010 ,фрезерная с ЧПУ 020. Текст программ представлен в приложении Г [8].

1.12 Размерный анализ технологического процесса

Произведем размерный анализ для точных поверхностей. Наиболее точные поверхности были получены на операции 010 «Токарная с ЧПУ Установ В». На рисунке 8 представлена размерная схема токарной операции 015.

Произведем расчет размерных цепей и найдем величины технологических размеров. Технологические размеры A21, A23, A24 выдерживаются непосредственно:

$$A21 = K1 = 50_{-0.62} \text{ мм};$$

$$A23 = K3 = 45 \pm 0.31 \text{ мм};$$

$$A24 = K4 = 10 \pm 0,18 \text{ мм};$$

$$A25 = K5 = 5 \cdot 45^\circ$$

$$D22 = K22 = 187_{-1.15}$$

$$D23 = K33 = 125^{+0.063}$$

$$D24 = K34 = 74^{+0.74}$$

По данной схеме видно, что все размеры непосредственно выдерживаются

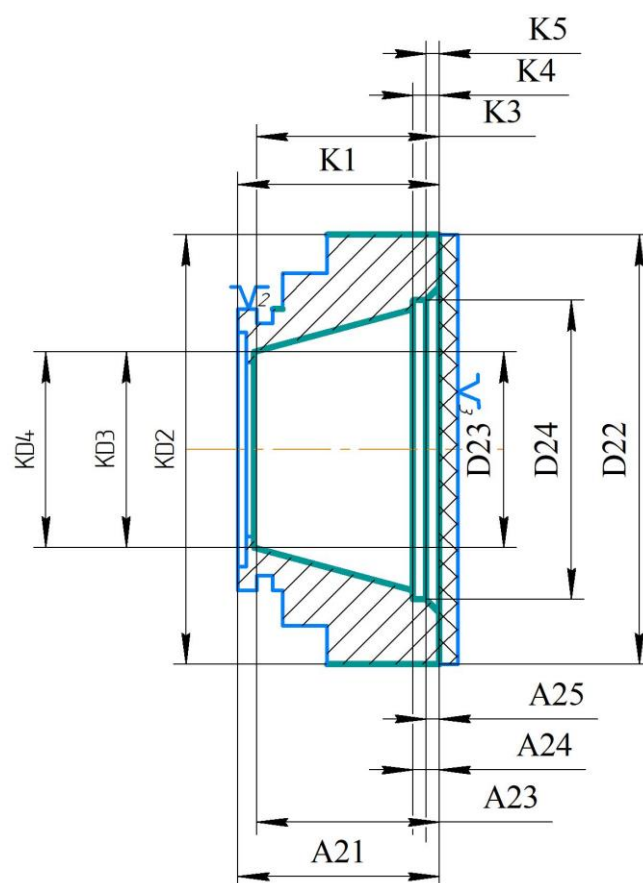


Рисунок 8 – Размерная схема токарной операции

1.13 Конструирование приспособления

1.13.1 Обоснование выбора схемы приспособления

При фрезерной обработке наружной поверхности (операция 020) была выбрана схема базирования заготовки по обработанному отверстию. При установке заготовок типа дисков, втулок, гильз, стаканов, колец и др. применяется кондуктор для сверления. Оснастка для станков может выпускаться на заводах. Подобные приспособления обычно эксплуатируются на предприятиях. Малые фирмы и частные пользователи нередко используют самодельную оснастку. Большое распространение среди последних получило фрезерное приспособление.

Для установки данной заготовки по обработанному отверстию был спроектирован кондуктор для сверления, чертеж которой представлен в Приложении Д.

Данное приспособление состоит из кондуктора 1, корпуса 2, плиты 3 и планки 4. Приспособление устанавливается на стол станка. Служит для сверления отверстий. Деталь устанавливается на корпус 2 с зазором, на нее устанавливается кондуктор 1, фиксируется быстросменной шайбой с гайкой на шпильке 12.

1.13.2 Расчет приспособления

Усилие зажима заготовки при фрезеровании должно обеспечивать надежную фиксацию заготовки. Расчет сил зажима в целом сводится к решению задачи статики о балансе заготовки, под действием всех внешних сил, приложенных к ней, а также моментов, возникающих в результате действия этих сил.

Заготовка базируется на установочных элементах и прижимается к ним силой Q , а сила резания P действует перпендикулярно к ней (рисунок 8), то есть стремится сдвинуть заготовку с установочных элементов [9]. Силу резания уравнивает сила трения $F_{тр}$, создаваемая силой Q . По закону Амонтона-Кулона, сила трения прямо пропорциональна силе нормального

давления.

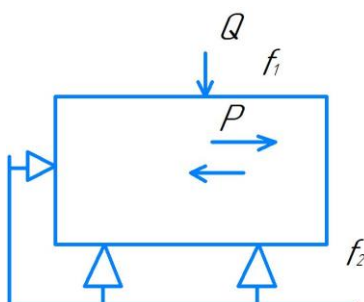


Рисунок 9 – базирование установочных элементов

Суммарная сила зажима, определяется по формуле:

$$Q \cdot f \cdot R = K \cdot M_{\text{рез}},$$

откуда

$$Q = \frac{K \cdot M_{\text{рез}}}{f \cdot R}$$

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4$$

где K_0 – гарантированный коэффициент запаса (рекомендуется принимать для всех случаев равным 1,5); K_1 – коэффициент, учитывающий наличие случайных неровностей на поверхности заготовки, вызывающих увеличение сил резания (при черновой обработке $K_1=1,2$; при чистовой и отделочной обработке $K_1=1$); K_2 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при затуплении инструмента (при точении $K_2=1$); K_3 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании (при обработке без ударов $K_3=1,0$); K_4 – коэффициент, учитывающий постоянство развиваемых сил зажима (для ручных зажимных устройств $K_4=1,3$; для механических устройств прямого действия (пневматических, гидравлических и т.п.) $K_4=1,0$); K_5 – коэффициент, учитывающий удобство расположения рукояток в ручных зажимных устройствах (при удобном расположении и малом диапазоне угла её поворота $K_5=1,0$); K_6 – коэффициент, учитывающий наличие моментов, стремящихся повернуть заготовку (для большой поверхности контакта $K_6=1,5$).

Тогда,

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1,5 = 3,5.$$

Момент резания, определяемый по формуле:

$$M_{\text{рез}} = \frac{P \cdot D}{2}$$

где D – диаметр обрабатываемой поверхности;

P_Z – тангенциальная сила резания.

Вычислим силу резания при фрезерной обработке поверхности $\varnothing 20^{+0,52\text{мм}}$. При наружном точении сила резания P_Z определяется по формуле

$$P_Z = 10 C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot k_p,$$

где C_p , x , y , n – коэффициенты, определяемые по таблице. При точении твердого сплава $C_p = 280$, $x = 0,2$, $y = 0,45$, $n = 0,15$;

$t = 20$ мм – глубина резания,

$V = 18$ м/мин – скорость резания,

$s = 0,08$ мм/об.

k_p – поправочный коэффициент, учитывающий фактические условия резания, находится по формуле:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{jp} \cdot K_{gp} \cdot K_{lp} \cdot K_{rp},$$

Значения K_{Mp} , K_{jp} , K_{gp} , K_{lp} , K_{rp} находим из таблиц [7]:

$$K_{Mp} = 1, K_{jp} = 0,94, K_{gp} = 1,1, K_{lp} = 1, K_{rp} = 0,75.$$

Тогда по формуле:

$$K_p = 0,75 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 0,75 = 0,76.$$

Тогда по формуле:

$$P_Z = 10 \cdot 280 \cdot 20^{0,2} \cdot 0,08^{0,45} \cdot 18^{0,15} \cdot 0,76 = 10 \cdot 280 \cdot 1,82 \cdot 0,32 \cdot 1,54 \cdot 0,76 = 190,8 \text{ Н}.$$

Вычислим момент резания по формуле:

$$M_{\text{рез}} = 190,8 \cdot 20 / 2 = 1,9 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Найдем суммарную силу закрепления:

$$Q = \frac{K \cdot M_{\text{рез}}}{f \cdot R} = \frac{3,5 \cdot 1,9 \text{ Н} \cdot \text{м}}{0,16 \cdot 40,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}} = 1026 \text{ Н}$$

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
4A51	Даурембекову Асылбеку Муратовичу

Школа	ИШНПТ	Отделение (НОЦ)	Материаловедения
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	Машиностроение

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Человеческие ресурсы, компьютер, ставка для расчета отчислений во внебюджетные фонды – 20% от фонда оплаты труда, нормативно – правовая документация.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиций ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Данная научно-исследовательская работа финансируется за счет средств государственного бюджета и по характеру получаемых результатов относится к поисковым работам.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	— Расчет материальных затрат; — Расчёт основной заработной платы; — Отчисления во внебюджетные фонды; — Расчет накладных расходов; — Расчет бюджета затрат;
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	По результатам НИР были выполнены поставленные задачи. Однако, поскольку данная НИР относится к поисковым работам, то оценивать её эффективность преждевременно.

Перечень графического материала:

Оценка конкурентоспособности технических решений
Матрица SWOT
Альтернативы проведения НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Скаковская Н.В	к.ф.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4A51	Даурембеков Асылбек Муратович		

Томск-2019

2 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

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

2.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

В ходе проводилась технологическая подготовка производства изготовления детали «Фланец». Объем выпуска продукции составляет 1000 шт. в год. Исходя из этого, потенциальными потребителями результатов исследования выступают машиностроительные предприятия находящиеся любой области Российской Федерации, оборудование которых позволяет производить обработку металлов давлением. На территории томской области выделим такие предприятия, как: ООО НПО «Сибирский машиностроитель», ЗАО НПФ «Микран».

2.1.2 Анализ конкурентных технических решений

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

Таблица 10 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3

Продолжение таблицы 10

2.Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3
3. Энергоэкономичность	0,1	4	3	3	0,2	0,3	0,3
4. Надежность	0,05	4	4	4	0,4	0,2	0,2
5. Безопасность	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3
6. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3
7. Простота эксплуатации	0,1				0,4	0,3	0,3
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,1	3	4	4	0,3	0,4	0,4
2.Уровень проникновения на рынок	0,02	3	4	3	0,06	0,08	0,06
3. Цена	0,1	4	4	3	0,4	0,4	0,3
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	4	4	2	0,4	0,4	0,2
5. Послепродажное обслуживание	0,01	2	2	1	0,02	0,02	0,01
6. Срок выхода на рынок	0,01	2	2	2	0,02	0,02	0,02
7. Наличие сертификации разработки	0,01	0	4	4	0	0,04	0,04
Итого	1	46	46	41	3,8	3,36	3,03

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле [11]:

$$K = \sum B_i \cdot B_i,$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента; B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Разработка:

$$K = \sum B_i \cdot B_i = 46 \cdot 3,8 = 174,8$$

Конкуренты:

$$K1 = \sum B_i \cdot B_i = 46 \cdot 3,36 = 154,56$$

$$K2 = \sum B_i \cdot B_i = 41 \cdot 3,03 = 124,23.$$

Анализ показывает, что деталь конкурентоспособна. Разработанная технология является удобной в эксплуатации и повышает производительность труда. Цена детали, изготовленной по разработанному техпроцессу в рамках допустимой нормы. Разработка выполнялась в соответствии со стандартами ЕСТПП.

2.1.3 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) описывает качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяет принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект. Показатели оценки качества и перспективности новой разработки подбираются исходя из выбранного объекта исследования с учетом его технических и экономических особенностей разработки, создания и коммерциализации [11].

В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по сто балльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1 [11].

Таблица 11 – Оценочная карта для сравнения конкурентных решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	
Показатели оценки качества разработки					
1. Энергоэффективность	0,1	70	100	0,7	0,07
3. Надежность	0,05	70	100	0,7	0,035
4. Унифицированность	0,1	60	100	0,8	0,08
5. Уровень материалоемкости разработки	0,1	50	100	0,5	0,05
6. Безопасность	0,08	50	100	0,5	0,04
7. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,1	70	100	0,7	0,07
8. Простота эксплуатации	0,1	70	100	0,7	0,07
9. Качество интеллектуального интерфейса	0,1	50	100	0,5	0,05
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
10. Конкурентоспособность продукта	0,1	70	100	0,7	0,07
11. Уровень проникновения на рынок	0,1	70	100	0,7	0,07
12. Перспективность рынка	0,01	50	100	0,5	0,005
13. Цена	0,1	70	100	0,7	0,07
14. Срок выхода на рынок	0,01	50	100	0,5	0,005
15. Финансовая эффективность научной разработки	0,05	70	100	0,7	0,035
Итого	1	890		8,9	0,605

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле [11]:

$$П_{ср} = \sum B_i \cdot Б_i = 890 \cdot 0,605 = 538,45$$

где $П_{ср}$ – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки; B_i – вес показателя (в долях единицы); $Б_i$ – средневзвешенное значение i -го показателя.

Разработка считается перспективной, если средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки более 80, в нашем случае 538,45, разработка перспективна.

2.1.4 SWOT-анализ

SWOT – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT- анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта [11].

1) Описание сильных и слабых сторон проекта, выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Таблица 12 – Матрица SWOT

Сильные стороны научно-исследовательского проекта	Слабые стороны
С1. Наличие С2. Наличие опытного руководителя С3. Использование С4. Наличие современного программного продукта С5. Актуальность проекта С6 Использование УП	Сл1. Развитие новых технологий Сл2.Высокая стоимость оборудования Сл3.Отсутствие квалифицированного персонала.

Возможности	Угрозы
В1. Возможность автоматизации технологического процесса	У1. Появление новых конкурентных технологий
В2. Уменьшение себестоимости выпускаемой продукции	У2. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции

2) Выявление соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Таблица 13 – Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта							
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5	C6
	B1	+	-	+	+	0	+
	B2	0	-	-	-	0	-

Таблица 14 – Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	B1	+	-	0
	B2	0	-	0

Таблица 15 – Интерактивная матрица угроз и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта							
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5	C6
	У1	0	0	+	+	+	+
	У2	0	0	+	+	0	+

Таблица 16 – Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта				
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	+	-	+
	У2	+	0	0

3) Составление итоговой матрицы SWOT-анализа.

Таблица 17 – Итоговая матрица SWOT-анализ

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта:	Слабые стороны научно-исследовательского проекта:
	С1. Наличие бюджетного финансирования. С2. Наличие опытного руководителя С3. Использование современного оборудования С4. Наличие современного программного продукта С5. Актуальность проекта С6 Использование УП	Сл1. Развитие новых технологий Сл2. Высокая стоимость оборудования Сл3.Отсутствие Квалифицированного персонала.
В1. Возможность автоматизации технологического процесса В2. Уменьшение себестоимости выпускаемой продукции	- При использовании современного оборудования и УП обеспечивается автоматизация процесса, что приводит к уменьшению себестоимости продукции;	- Автоматизация техпроцесса приводит к созданию новых конкурентных технологий

У1. Появление новых конкурентных технологий	-Использование современного оборудования побуждает введение дополнительных требований к сертификации продукции	Развитие технологий приводит к введению дополнительных государственных требований к сертификации продукции.
У2. Введения дополнительных государственных требований сертификации продукции		

2.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Технология QuaD, оценка конкурентных инженерных решений, SWOT- анализ, а также ФСА-анализ и метод Кано позволяют выявить и предложить возможные альтернативы проведения исследования и доработки результатов. Если разработка находится на перечисленных стадиях жизненного цикла нового продукта, можно предложить не менее трех основных вариантов совершенствования разработки или основных направлений научного исследования.

Морфологический подход:

- 1) точная формулировка проблемы исследования;
- 2) раскрытие всех важных морфологических характеристик объекта исследования;
- 3) раскрытие возможных вариантов по каждой характеристике;
- 4) выбор наиболее желательных функционально конкретных решений.

Таблица 18 – Морфологическая матрица для детали «Фланец»

	1	2	3	4
А. Визуализация результатов	График	Формулы	Числовая информация	Текстовая информация
Б. Длительность расчета, мин	10	30	50	>60
В. Обеспечение эксплуатационных свойств	Оценка технологичности	Анализ с помощью CAD-CAM систем	Размерный анализ	Выбор и расчет режимов резания

Представим несколько вариантов решения технической задачи:

A1B4B3 – представление результатов в виде графиков позволит визуально оценить результаты. Работа с графиками трудоемкий процесс и требует временных затрат, опытным путем установлено, что требуется более 60 мин, на выполнение данной работы. Таким способом проверяют правильность размерного анализа, а именно строят граф-дерево.

A4B2B1 – во втором варианте говорится о текстовой информации. Такой вид визуализации подходит для теоретической части, в которой производится качественная оценка технологичности изделия. В данном виде работы не требуются расчеты, указываются характеристики изделия в текстовом виде и дается оценка. В среднем требуется около 30 минут.

A2B3B4 – формулы применяются при расчетах. В данном случае производится расчет режимов резания, также опытным путем установлено, что длительность расчета 50 мин.

A3B1B2 – в настоящее время большой популярностью пользуются CAD- CAM системы. Действительно прогресс не стоит на месте и с каждым годом появляется все больше новых программ позволяющих, не прилагая больших усилий, проверить 3D – модель детали на обеспечение

эксплуатационных свойств. Для получения результата была построена 3D – модель и указана числовая информация, вследствие чего программа выдала результаты анализа.

2.3 Планирование научно-исследовательских работ

2.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке: определение структуры работ в рамках научного исследования; определение участников каждой работы; установление продолжительности работ; построение графика проведения научных исследований [11].

Составим перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проведем распределение исполнителей по видам работ.

Таблица 19 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя	t min i	t max i	t _{ож} i	T _р i
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель, Студент-дипломник	1	2	1	0,5
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель темы, Студент-дипломник	7	10	8,2	4,1
	3	Составление маршрута техпроцесса	Студент-дипломник	14	21	16,8	16,8
	4	Расчет припусков	Студент-дипломник	7	14	9,8	9,8

Продолжение таблицы 19

Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель темы, Студент-дипломник	7	10	8,2	4,1
	3	Составление маршрута техпроцесса	Студент-дипломник	14	21	16,8	16,8
	4	Расчет припусков	Студент-дипломник	7	14	9,8	9,8
	5	Выбор средств технологического оснащения	Студент-дипломник	2	7	4	4
	6	Расчет режимов резания	Студент-дипломник	7	10	8,2	4,1
Теоретические и экспериментальные исследования Обобщение и оценка результатов							
		Нормирование переходов	Студент-дипломник	7	10	8,2	4,1
	7						
	8	Проектирование технологических операций	Студент-дипломник	7	10	8,2	4,1
Теоретические и экспериментальные исследования Обобщение и оценка результатов	7	Нормирование переходов	Студент-дипломник	7	10	8,2	4,1

Продолжение таблицы 19

	8	Проектирование технологических операций	Студент-дипломник	7	10	8,2	4,1
	9	Размерный анализ	Студент-дипломник	2	4	2,8	2,8
	10	Разработка управляющих программ	Студент-дипломник	3	5	7	5,8
Разработка технической документации и проектирование	11	Проектирование приспособления	Руководитель, Студент-дипломник	7	14	9,8	4,9
	12	Разработка карт наладок	Руководитель, Студент-дипломник	7	14	9,8	4,9
	13	Разработка комплекта технологической документации	Студент-дипломник	7	10	8,2	8,2
Оформление отчета, но НИР (комплекта документации по ОКР)	14	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Студент-дипломник	3	6	4,2	4,2

2.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения НИОКР оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости работ 1оя используется следующая формула [11]:

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

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

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

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

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

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{ч_i},$$

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

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

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

2.3.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;

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

Расчет материальных затрат НТИ

В данном разделе произведем расчет материальных затрат.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле[11]:

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

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования; $N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.); $Ц_i$ – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.); k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы. Для остальных позиций произведем аналогичный расчет.

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 20.

Таблица 20 – Материальные затраты

Материалы и оборудование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (Зм), руб.
Бумага	шт	1000	0,5	500
Картридж	шт.	1	1000	1000
Ручка	шт.	1	30	30
Итого	1530 руб.			

Основная заработная плата исполнителей темы

Заработная плата работников, непосредственно занятых выполнением НТИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Ззп = Зосн + Здоп,$$

где $Зосн$ – основная заработная плата; $Здоп$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Зосн$) [12].

Основная заработная плата ($Зосн$) руководителя рассчитывается по следующей формуле:

$$Зосн = Ззд \cdot Тр$$

где $Зосн$ – основная заработная плата одного работника; $Тр$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. Дн. (табл. 9); $Здн$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле [11]:

$$З_{дн} = \frac{З_{м*М}}{F_{д}}$$

где $Зм$ – месячный должностной оклад работника, руб.; $М$ – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. Дня $М=11,2$ месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. Дней $М=10,4$ месяца, 6-дневная неделя; $F_{д}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно- технического персонала, раб. дн. (таблица 21).

Таблица 21 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	52	52
- праздничные дни	14	14

Продолжение таблицы 21

Потери рабочего времени		
- отпуск	48	48
- невыходы по болезни	0	0
Действительный годовой фонд рабочего времени	252	252

Месячный должностной оклад работника [11]:

$$З_m = З_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p$$

где $З_{тс}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.; $k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3; k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15- 20 % от $З_{тс}$); k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 22.

Таблица 22 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$З_{тс}$, руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	$З_m$, руб.	$З_{дн}$, руб.	Тр, раб.дн.	$З_{осн}$, руб.
Руководитель	26 300	0,3	0,2	1,3	51 285	2136,8	38	81 201,25
Студент	1 750	0,3	0,2	1,3	3 412,5	140,8	106,6	15 009,28
Итого $З_{осн}$								96 10,53

Дополнительная заработная плата исполнителей

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле [11]:

$$З_{Доп} = k_{Доп} \cdot З_{осн},$$

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

Руководитель:

$$З_{доп} = k_{доп} \cdot З_{осн} = 0,12 \cdot 81\,201,25 = 9\,744,15 \text{ руб.}$$

$$З_{доп} = k_{доп} \cdot З_{осн} = 0,12 \cdot 15\,009,28 = 1\,801 \text{ руб.}$$

Итого: 11 545,3 руб.

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 [11]:

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

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

В текущем 2017 году действуют такие тарифные ставки для работающих граждан нашего государства:

для ПФР – 22% (при зарплате больше 800 тысяч рублей – 10).

для соцстраха – 2,9% (при заработной плате до 723 тысяч рублей, свыше этой суммы отчисления в этот фонд не производятся).

для медицинского страхования 5,1% (здесь федеральное законодательство ограничений не предусматривает).

несчастные случаи – 0,2%.

Отчисления во внебюджетные фонды рекомендуется представлять в табличной форме (таблица 22).

Таблица 22 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнители	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.	Величина отчислений во внебюджетные фонды, руб.
Руководитель	81 201,25	9 744,15	27 465,5
Студент	15 009,28	1 801	5 076,7
Итого			32542,2

Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. [12]

$$З_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 4) \cdot k_{\text{нр}},$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

$$З_{\text{накл}} = 141828 \cdot 0,16 = 22692,5 \text{ руб.}$$

Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно исследовательской работы является основной для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции [11]. Определение бюджета затрат на НИР приведет в таблице 23.

Таблица 23 – Расчет бюджета затрат НИР

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты НИР	1530	Пункт 3.4.1
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей проекта	96 210,53	Пункт 3.4.2

3.Дополнительная заработная плата исполнителей темы	11545,3	Пункт 3.4.3
3. Отчисления во внебюджетные фонды	32542,2	Пункт 3.4.4
4. Накладные расходы	22692,5	Пункт 3.4.5
Бюджет затрат НИР	164520,6	Сумма ст.1-5

Вывод

В ходе выполнения раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» была проделана следующая работа:

произведен анализ конкурирующих разработок, в результате которого было определено, что основными конкурентами являются такие предприятия, как ООО НПО «Сибирский машиностроитель» и ЗАО НПФ «Микран».

Согласно проведенному анализу конкурентоспособность научной разработки оказалась выше и составила 174,8, по сравнению с конкурентами. Для которых согласно расчетам она равна 154,5 и 124,23.

определены с помощью технологии QuaD показатели оценки коммерческого потенциала (пригодность для продажи, перспективы конструирования и производства, финансовая эффективность) и качества разработки (энергоэффективность, долговечность, уровень материалоемкости разработки и др.) составлена матрица SWOT-анализа, отражающая сильные и слабые стороны разработки. SWOT-анализ показал, что применение данной научной разработки на предприятии позволяет автоматизировать процесс разработки металлов резанием и увеличить качество изготавливаемой продукции, что приведет к уменьшению себестоимости. Изделие, полученное по разработанной технологии, будет востребованным на внешнем рынке, что приведет к развитию новых технологий у конкурентов. Применение нового

оборудования и новых методов получения деталей приведет к введению дополнительных государственных требований к сертификации продукции.

определена трудоемкость выполнения работ и построен ленточный график проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

произведен расчет материальных затрат НИИ, основной заработной платы исполнителей, накладные расходы и отчисления во внебюджетные фонды. Бюджет проекта составил 164520,6 руб.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
4А51		Даурембекову Асылбеку Муратовичу	
Школа	ИШНПТ	Отделение (НОЦ)	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01Машиностроение

Тема ВКР: Проектирование технологического процесса изготовления детали "Фланец "

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения.	В качестве объекта исследования выступает деталь "Фланец". В технологическом бюро проводится разработка технологического процесса изготовления детали «Фланец» из стали 20. Работа проводится за компьютерной техникой, что влечет за собой ряд вредных и опасных факторов. Фланцы используются в трубопроводах предназначены для использования в многочисленных отраслях хозяйства: энергетике, машиностроении, нефтехимии, фармацевтике.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	– Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ – (СанПиН 2.2.4.3359-16)
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Отклонение показателей микроклимата в помещении – Превышение шума – Отсутствие и недостаток естественного света – Недостаточность освещенность рабочей зоны – Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека
3. Экологическая безопасность:	– Относится к первому классу опасности, представляет угрозу для окружающей среды
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	– Наиболее возможной чрезвычайной ситуацией на рабочем месте является пожар. Превентивными мерами является соблюдение установленного противопожарного режима.
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Скачкова Лариса Александровна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А51	Даурембеков Асылбек Муратович		

3 Социальная ответственность

Введение

Данная бакалаврская работа заключается в разработке технологического процесса изготовления детали «Фланец». Основным рабочим местом при выполнении задания служило технологическое бюро. При выполнении задания основная часть работы выполнялась за компьютерной техникой. При работе с компьютерной техникой пользователь испытывает психо-эмоциональные и физические нагрузки.

В данном разделе проводится анализ и оценка вредных и опасных факторов, которые могут оказать воздействие на разработчика, работающего на производстве, а также даются рекомендации по обеспечению оптимальных условий труда и охране окружающей среды.

3.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения Безопасности. Режим труда и отдыха работников, установленный трудовым кодексом

Режим труда и отдыха работников установлен трудовым кодексом. Согласно трудовому законодательству установлен 8-ми часовой рабочий день. Продолжительность сверхурочной работы не должна превышать для каждого работника 4 часов в течение двух дней подряд и 120 часов в год согласно трудовому кодексу РФ [12]. Привлечение работодателем работника к сверхурочной работе без его согласия допускается в следующих случаях:

1) при производстве работ, необходимых для предотвращения катастрофы, производственной аварии либо устранения последствий катастрофы, производственной аварии или стихийного бедствия;

2) при производстве общественно необходимых работ по устранению непредвиденных обстоятельств, нарушающих нормальное функционирование систем водоснабжения, газоснабжения, отопления, освещения, канализации, транспорта, связи;

3) при производстве работ, необходимость которых обусловлена введением чрезвычайного или военного положения, а также неотложных работ в условиях чрезвычайных обстоятельств, то есть в случае бедствия или угрозы бедствия (пожары, наводнения, голод, землетрясения, эпидемии или эпизоотии) и в иных случаях, ставящих под угрозу жизнь или нормальные жизненные условия всего населения или его части. В других случаях, привлечение к сверхурочной работе допускается с письменного согласия работника и с учетом мнения выборного органа первичной профсоюзной организации. Во время рабочего дня отводится время для перерывов на отдых и питание. Продолжительность перерывов на отдых и питание от 30 до 60 мин. Ежедневный и междусменный отдых - это отдых после окончания рабочего дня или смены. Так, если вы работаете в условиях нормальной продолжительности рабочего времени, что составляет 40 часов в неделю, продолжительность вашего рабочего дня, как правило, будет составлять 8 часов 15 минут. Оставшееся время и будет являться ежедневным отдыхом. При сокращенной продолжительности рабочего времени (это может быть 24-часа, 35 часов, 30 или 36 часов в неделю), рабочий день может быть и шесть, и пять, и даже меньше часов. Каждый работник имеет право на выходные дни, то есть периоды еженедельного непрерывного отдыха. Продолжительность такого отдыха, по общему правилу, не может быть менее 42 часов. Если вы работаете 5 дней в неделю, то вам предоставляются 2 выходных дня, обычно подряд, и общим выходным днем является воскресенье, а второй выходной день должен быть определен в правилах внутреннего трудового распорядка организации, где вы работаете. Если у вас 6-ти дневная рабочая неделя, то вам предоставляется 1 выходной день - воскресенье. Таким образом, для вас выходными днями могут быть и вторник, и среда или иной день, который для остальных работающих является рабочим днем.

Сторонами трудовых отношений являются работник и работодатель. На завод может быть трудоустроен (Главный инженер, главный Конструктор,

Технолог-конструктор, Токарь, Фрезеровщик, Механик)то есть лица имеющие техническое образование.

Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ)[13]. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» устанавливает общие эргономические требования к рабочим местам при выполнении работ в положении сидя при проектировании нового и модернизации действующего оборудования и производственных процессов[13].

Рабочее место должно быть по высоте таким, чтобы при выполнении технологических операций не было необходимости сгибать корпус или приседать. Недопустимо выполнение работ в согнутом положении, стоя на коленях, лежа. Рациональный режим чередования труда и отдыха снижает утомляемость и травматизм, повышает производительность труда. В работе, требующей тонкой координации движений и не столько физического, сколько нервного напряжения, желательны короткие (3...5 мин) частые перерывы. Для борьбы с монотонностью работы, которая ускоряет наступление усталости и приводит к быстрому нервному истощению, надо менять ритм работы, позу, вводить кратковременные перерывы и использовать их для упражнений производственной физкультуры.

3.2 Производственная безопасность

Мы работаем на заводе. Обзор возможных вредных производственных факторов произведём по стандартам, определяющим степень учёта их важности.

Основными опасным фактором являются:

- Повышенная температура поверхности оборудования, материалов. Повышенные температуры могут вызвать ожоги различных степеней в зависимости от температуры поверхности.

- Механический фактор, возникающий в результате движения машин и оборудования, а также подъемно-транспортных устройств. Движущиеся части машин и механизмов и сами машины, острые кромки предметов, нахождение на высоте, перегретые или переохлажденные поверхности, способные вызвать термический или солодовый ожог.

- Разлет стружки при работе на станке. Разлет горячей стружки может привести к множественным ожогам, так же стружка может привести к поломке оборудования и тем или иным образом повлиять на безопасность человека.

- Опасность поражения электрическим током. Исходя из анализа состояния помещения, данное помещение по степени опасности поражения электрическим током можно отнести к классу помещений без повышенной опасности;

Основные опасные и вредные факторы рабочей зоны представлены в таблице 24

Таблица 24 – Опасные и вредные факторы рабочей зоны

Факторы	Этапы работ			Нормативные Документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1.Отклонение показателей микроклимата в помещении	+	+	+	Параметры микроклимата СанПиН 2.2.4.548–96

2.Превышение шума		+	+	Уровень шума – 2.2.4/2.1.8.562– 96 СН
3. Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	+	Уровень освещенности – СП 52.13330.2011
5.Повышенное значение напряжения в электрической цепи,замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	+	СТ СЭВ 790- 77

3.3 Анализ вредных и опасных факторов рабочей зоны

4) Отклонение показателей микроклимата в помещении

Состояние здоровья человека, его работоспособность в значительной степени зависят от микроклимата на рабочем месте. Микроклиматом производственных помещений называют климат внутренней среды данных помещений, который определяется совместно действующими на организм человека температурой, относительной влажностью и скоростью движения воздуха, а также температурой окружающих поверхностей. При пребывании человека в оптимальных микроклиматических условиях сохраняется нормальное функционирование организма без напряжения механизмов терморегуляции. При этом ощущается тепловой комфорт, что приводит к высокому уровню работоспособности [13].

В помещениях, предназначенных для работы с компьютерной техникой, должны соблюдаться определенные оптимальные параметры

микроклимата в соответствии с СанПин 2.2.4.548-96. Эти нормы устанавливаются в зависимости от времени года, характера трудового процесса и характера производственного помещения (табл. 25).

Таблица 25 – Параметры микроклимата для помещений, где установлены компьютеры

Период года	Температура воздуха в помещении, °С	Относительная влажность воздуха в помещении, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный, переходный	21-23	60-40	0,1
Теплый	22-24	60-40	0,1

Для создания благоприятных условий проводятся такие мероприятия, как естественная вентиляция помещения, кондиционирование воздуха в теплый период и отопление в холодный период.

Принципиальным фактором в микроклимате помещения с компьютером является уровень пыли. Человеческий организм плохо адаптирован к условиям повышенной запыленности. Квартирно–офисная пыль сильно отличается от природной. Офисная пыль может содержать частицы мебельных тканей, клея, строительных материалов, частицы кожи человека и домашних животных, в том числе грызунов, споры микроскопических плесневых и дрожжевых грибов, различные виды клещей, волокна хлопка, льна, бумаги, бактерии и вирусы.

Для помещения с компьютером существуют определенные требования к температуре, влажности и наличию пыли. Температура должна находиться на уровне 21–25 °С, относительная влажность – 40–60 %, уровень аэроионов – от 400–600 до 50 000 (оптимальный – 1500–5000).

Это оптимальные условия для обеспечения максимально комфортного теплового баланса температуры тела человека и его терморегуляции. Если температура выше нормы, кровеносные сосуды расширяются и теплоотдача в окружающую среду возрастает. При понижении температуры кровеносные сосуды соответственно сужаются приток крови к телу замедляется и теплоотдача уменьшается.

На терморегуляцию организма влияет также влажность воздуха. Слишком высокая влажность (более 85 %) затрудняет терморегуляцию, а слишком низкая (менее 20 %) вызывает пересыхание слизистых, причем не только дыхательных путей, но и глаз.

Не менее важна оптимальная влажность в помещении: чем она выше, тем слабее влияние электростатических и электромагнитных полей, уровень излучения которых в помещении, где установлен компьютер, всегда повыше.

2) Превышение уровня шума

Шум с уровнем звукового давления до 30–35 дБ привычен для человека и не беспокоит его. Повышение этого уровня до 40—70 дБ в условиях среды обитания создает значительную нагрузку на нервную систему, вызывая ухудшение самочувствия, и при длительном действии может быть причиной неврозов. Воздействие шума с уровнем свыше 80 дБ может привести к потере слуха. При действии шума высоких уровней (более 140 дБ) возможен разрыв барабанных перепонки, контузия, а при еще более высоких (более 160 дБ) и смерть. Шум снижает работоспособность и производительность труда.

Источниками шума при выполнении работы являются внутренние источники, такие как устройство кондиционирования воздуха и другое техническое оборудование внутри помещения, а также внешние источники, такие как технологическое оборудование в близкорасположенных цехах и транспорт на улицах.

Согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 уровень шума на рабочем месте пользователя персонального компьютера не должен превышать 50 дБА.

В технологическом бюро уровень внутренних шумов не превышает предельно допустимого значения, установленного в ГОСТ 12.1.003-2014.

Снижение шума в производственных помещениях является сложной задачей. Для снижения шума, излучаемого в изолируемое помещение, используют такие архитектурно-строительные мероприятия, как повышение звукоизоляции перекрытий, стен, перегородок, дверей и окон. Для уменьшения шума от внутренних источников проектируют изоляцию рабочих мест от наиболее шумного оборудования. Для этого оборудование размещают по возможности в боксах, предусматривают над ним звукоизолирующие кожухи, а на пути распространения звуковых волн размещают акустические экраны и звукопоглощающие облицовки. При разработке планировочных решений зданий следует отделять малозумные помещения от помещений с интенсивными источниками шума [14].

3) Отсутствие или недостаток естественного света

Вредное воздействие параметров освещения проявляется в отсутствии или недостатке естественного света, а также недостаточной освещенности рабочей зоны.

Естественное освещение осуществляется через светопроемы, обеспечивающие необходимый коэффициент естественной освещенности (КЕО) не ниже 1,2 %.

Искусственное освещение на рабочих местах осуществляется лампами накаливания и газоразрядными лампами, которые являются источниками искусственного света.

Действующими строительными нормами и правилами предусмотрены две системы искусственного освещения: система общего и комбинированного освещения. Совмещенное освещение – сочетание естественного и искусственного света. Искусственное освещение в системе совмещенного может функционировать постоянно (с недостаточным естественным освещением) или включаться с наступлением сумерек.

В качестве источников света при искусственном освещении применяются преимущественно люминесцентные лампы типа ЛБ.

Освещение рабочего места – является важнейшим фактором создания нормальных условий труда.

Освещенность на рабочем месте конструктора должна составлять не менее 200 лк при системе общего освещения и не менее 750 лк при системе комбинированного освещения.

4) Недостаточная освещенность рабочей зоны

Для обеспечения достаточной освещенности используется СП 52.13330.2011, согласно которому при работе средней точности освещенность рабочего места при системе комбинированного освещения должна составлять 750 лк, коэффициент пульсаций не более 10 %. Имеется необходимость в использовании локализованного искусственного освещения совместно с общим. При выполнении работ средней точности общая освещенность должна составлять 200 лк, комбинированная освещенность – 300 лк.

Для обеспечения нормативных значений освещенности на производстве необходимо проводить чистку стекол, оконных проемов и светильников не реже двух раз в год и проводить своевременную замену перегоревших ламп. Для искусственного освещения могут быть использованы как лампы накаливания, так и газоразрядные лампы: люминесцентные и дуговые ртутные — ДРЛ, но преимущественно применяются лампы типа ЛБ

4) Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека

Источником повышенной опасности является спуско-подъемное оборудование, работающее от электрического тока на производстве. Следовательно, есть риск поражения электрическим током.

Электрический ток, протекая через организм человека, оказывает тепловое (термическое), электролитическое и биологическое воздействие.

Это может вызывать серьезные последствия для здоровья. Ожоги вызываются тепловым действием электрического тока или электрической дуги. Электролитическое воздействие проявляется в разложении плазмы крови и др. органических жидкостей, что может привести к нарушению их физико-химического состава.

Биологическое воздействие выражается в раздражении и возбуждении живых клеток организма, что приводит к непроизвольным судорожным сокращениям мышц, нарушению нервной системы, органов дыхания и кровообращения. При этом могут наблюдаться обмороки, потеря сознания, расстройство речи, судороги, нарушение дыхания (вплоть до остановки). Тяжелая электротравма нарушает функции мозга, дыхания, сердца до полной их остановки, что приводит к гибели пострадавшего. Наиболее частой причиной смерти от электротравмы является фибрилляция желудочков сердца, при которой нарушается сократительная способность мышц сердца. [15]

В соответствии с требованиями ПУЭ и ГОСТ 12.1.019-79 для защиты персонала от случайного прикосновения к токоведущим частям электрооборудования предусмотрены следующие основные технические мероприятия:

- 1) ограждение токоведущих частей;
- 2) применение блокировок электрических аппаратов;
- 3) установка в РУ заземляющих разъединителей;
- 4) устройство защитного отключения электроустановок;
- 5) заземление или зануление электроустановок;
- 6) применение разделяющих трансформаторов и малых напряжений;
- 7) применение устройств предупредительной сигнализации;
- 8) защите персонала от электромагнитных полей;
- 9) использование индивидуальных средств защиты.

К защитным средствам относятся приборы, аппараты, устройства и инструмент, предназначенные для защиты персонала от поражения

электрическим током. Защитные средства используемые для монтажа, наладки и обслуживании электропривода питателя:

- а) указатель напряжения;
- б) инструмент с изолирующими ручками;
- в) перчатки резиновые диэлектрические;
- г) галоши резиновые диэлектрические;
- д) коврик резиновый диэлектрический.

Защитное заземление и зашумление применяют для защиты от поражения электрическим током и обеспечения условий отключения при повреждении изоляции электроустановок. Заземление снижает до безопасного значения напряжение прикосновения человека, поскольку человек оказывается при повреждении изоляции включенным в электрическую цепь параллельно заземлителю, сопротивление которого по сравнению с сопротивлением человека значительно меньше. Это существенно снижает величину тока

3.4 Экологическая безопасность

Любое производство сопровождается образованием отходов. Отходы в большей или малой степени загрязняют окружающую среду. При выполнении задания в технологическом бюро (изготовление детали фланца) требуется искусственное освещение. Для искусственного освещения применяются люминесцентные лампы. Как известно, ртутные люминесцентные лампы содержат в своем составе тяжелый металл – ртуть. Это вещество первого класса опасности, представляющее угрозу для окружающей среды, требуют специальной переработки. В соответствии с этим отработанные лампы организованно сдаются в специальные пункты приема, для дальнейшей утилизации, что обеспечивает экологическую безопасность. Кроме того, существует проблема загрязнения окружающей среды отходами электронных приборов. Компьютерная техника содержит печатные платы, в состав которых входят вредные и токсичные вещества.

Они являются сложным видом отходов, которые при взаимодействии с окружающей средой образуют токсины, попадающие в почву и грунтовые воды. На сегодняшний день существуют различные способы переработки печатных плат, позволяющие повторно использовать драгоценные металлы, содержащиеся в них и утилизировать вредные вещества, таким образом, защитив окружающую среду.

Используется несколько вариантов переработки ртутных светильников. В России распространен термовакуумный метод обработки. Порядок утилизации люминесцентных ламп следующий:

- отходы собираются, складываются и хранятся в контейнере для утилизации люминесцентных ламп до момента переработки;
- светильник дробится прессом;
- сырье отправляется в камеру с высокой температурой;
- выделяемый газ попадает в вакуумную ловушку, где конденсируется и фильтруется.

Существует аналогичный метод, при котором на конечном этапе испарения подвергают воздействию жидкого азота. Ртуть становится твердой, благодаря чему ее сбор не вызывает затруднений.

Другой метод утилизации – реагентный. Светильники измельчаются прессом, затем обрабатываются химическими веществами, действие которых направлено на образование при контакте с ртутью труднорастворимого соединения.

Из переработанных отходов получают небольшое количество ртути, которое используется вторично для изготовления аналогичных ламп. Для вторичной переработки годится измельченное стекло, которое применяют при производстве абразивных материалов. Отделенный при процедуре люминофор подлежит захоронению на полигонах.

Санитарно-защитная зона (СЗЗ) – это полоса, отделяющая источники промышленного загрязнения от жилых или общественных зданий для защиты населения от влияния вредных факторов производства. Ширина этих

зон составляет от 50 до 1000 м в зависимости от класса производства, степени вредности и количества выделяемых в атмосферу веществ. При этом граждане, чье жилище оказалось в пределах СЗЗ, защищая свое конституционное право на благоприятную среду, могут требовать либо прекращения экологически опасной деятельности предприятия, либо переселения за счет предприятия за пределы СЗЗ. Архитектурно-планировочные мероприятия включают правильное взаимное размещение источников выброса и населенных мест с учетом направления ветров, выбор под застройку промышленного предприятия ровного возвышенного места, хорошо продуваемого ветрами и т. д.

Защита атмосферы

Для защиты от загрязнения атмосферного воздуха на экологическое время применение следующих мер защиты: – экологизацию технологических процессов; – очистки газа от вредных примесей; – рассеивание газовых выбросов в атмосфере; – соблюдение нормативов допустимых выбросов вредных веществ; – Приборы санитарно-план строительства защита зоны и т.д. Экологизация технологических процессов-создание замкнутого технологического цикла, без отходов и малу линии технологии, для предотвращения попадания в атмосферу вредных веществ грязная. Кроме того, предварительная очистка топлива или замена его более экологичными типами, приложения гидрообеспыливания, перераспределения газа, передача в сектор электроэнергии и др. Очистка газов от вредных примесей. Нынешний технический уровень не позволил добиться всеобъемлющего предупреждению преступности вредных примесей в атмосфере и выбросов газа. В широко различных способ заключается в использовании очистки отработавших газов, аэрозолей (пыли) и токсичных газов и загрязняющих веществ (NO, NO₂, SO₂, SO₃ и др.). Объем выбросов от аэрозолей, использование различных типов оборудования, в зависимости от степени запыленности воздуха, размеров твердых частиц и требуемого уровня

очистки: сухие пылеуловители (циклоны, пылесадительные камеры),
влажная уборка: пылеуловители (скрубберы и др.).

Защита гидросферы

Защита поверхностных вод от засорения, загрязнения и истощения. Для предотвращения от засорения принимать меры по устранению в водах и реки строительного мусора, твердых отходов, где разработка грунта и других объектов, могут негативно влиять на качество воды, условия обитания рыб и др. Важный и очень сложный вопрос о защите водных источников от загрязнения. Для достижения этой цели, включая следующие мероприятия: ·развитие безотходных и безводных технологий, использования систем оборотного водоснабжения, утилизации отходов; ·очистка промышленных, городских и очистки сточных вод, и др.; ·передача сточных вод на другие предприятия, которые накладывают менее жесткие требования по качеству воды и если, в ней содержатся примеси, следовательно, не оказывают вредного воздействия на технические процедуры этих предприятий, а, скорее, улучшают качества продукции (например, инфекционные очистки сточных вод химических производств, предприятий строительной индустрии производство); ·обезвреживания сточных вод и санитарная очистка в городах; ·очистка поверхностного стока с урбанизированных, промышленных территорий; ·создание водоохраных зон. Методы очистки сточных вод. Учитывая многообразие состава сточных вод существуют различные способы очистки: механическая очистка, физико-химические, химические, биологические и др. В зависимости от характера загрязнения и уровней рисков очистки сточных вод может сделать какой-либо метод или набор методов (комбинированный способ).

Защита литосферы

Общая характеристика. Различают природные и антропогенные загрязнения почвы. Природное загрязнение почв в результате естественных процессов в биосфере, производит без вмешательства человека и приводит к поступлению в почву химических веществ, которые поступают из

гидросферы, атмосферы, или литосферы, например, из-за выветривания горных пород или осадков в виде дождя или снега, зачистки грязная материалов в атмосферу. Наиболее опасные природные экосистемы и человека антропогенного загрязнения почвы, особенно техногенного человеческого происхождения. Наиболее распространенными загрязнителями называется удобрения, пестициды, тяжелые металлы и других веществ из промышленных источников. Источники загрязняющих веществ в почве. Можно выделить следующие основные типы источников загрязнения почвы:

- 1) атмосферные осадки в виде дождя, снега и др.;
- 2) сброс твердых и жидких отходов от промышленных источников;
- 3) использование пестицидов и удобрений в сельскохозяйственном производстве.

Мы рассматриваем только на вопросы твердых и жидких отходов промышленного происхождения;

Основные виды промышленных отходов-это отходы шлаки тепловых электростанций и металлургических фабрик, отвалы пород горнодобывающих и горно-обогатительных предприятий, строительный мусор, осадки гальванических производств и т.д. Промышленные отходы: Отходами производства следует считать остатки сырья, материалов или полуфабрикатов, образовавшиеся при изготовлении продукции и полностью или частично утратившие свои потребительские свойства, а также продукты физико-химической или механической переработки сырья, получение которых не являлось целью производственного процесса и которые в дальнейшем могут быть использованы в народном хозяйстве как готовая продукция после соответствующей обработки или в качестве сырья для переработки. Утилизация твердых отходов: Утилизация представляет собой переработку отходов, имеющую целью использование полезных свойств отходов или их компонентов. В этом случае отходы выступают в качестве вторичного сырья. Кроме того, отходы разделяются на горючие и негорючие,

прессуемые и не прессуемые. Переработка отходов – важнейший этап в обеспечении безопасности жизнедеятельности, способствующий защите окружающей среды от загрязнения и сохраняющий природные ресурсы.

3.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации (ЧС) могут быть техногенного, природного, биологического, социального или экологического характера. Техногенные чрезвычайные ситуации связаны с производственной деятельностью человека и могут протекать с загрязнением и без загрязнения окружающей среды. В ходе проектирования технологического процесса могут возникнуть такие чрезвычайные ситуации техногенного характера, как пожары, взрывы, обрушение зданий, аварии на водопроводах. Не исключен случай возникновения природных чрезвычайных ситуаций.

В помещении наиболее возможной ЧС может быть возникновение пожара. В качестве примера плана эвакуации при пожаре был выбран, план эвакуации «16а корпуса ТПУ»



Рисунок 10- План эвакуации 16а корпуса

Для обеспечения пожарной безопасности применяют негорючие и трудногорючие вещества и материалы вместо пожароопасных, предотвращают распространение пожара за пределы очага, используют средства пожаротушения и т. д. К числу организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности относятся обучение рабочих и служащих правилам пожарной безопасности, разработка и внедрение норм и правил пожарной безопасности, инструкций о порядке работы с пожароопасными веществами и материалами, организация пожарной охраны объекта [19].

В случае возникновения пожара на территории предприятия действия всех работников должны быть направлены на немедленное сообщение о нем в пожарную охрану, обеспечение безопасности людей и их эвакуации, а также тушение возникшего пожара. Для оповещения людей о пожаре должны использоваться тревожные или звуковые сигналы [20].

По каждому происшедшему на предприятии пожару, администрация обязана выяснить все обстоятельства, способствовавшие его возникновению и развитию, после чего разработать перечень мероприятий по обеспечению противопожарной защиты объекта указанием лиц, ответственных за их выполнение.

Вывод: в данном разделе проведен анализ вредных факторов, к которым относятся повышенный уровень шума, отклонение показателей микроклимата в помещении, недостаточная освещенность рабочей зоны, повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека. В том числе, выявлены опасные факторы производства – электрический ток и пожароопасность. Был произведен анализ, как ртуть в люминесцентных лампах влияет на окружающую среду. Так же рассмотрена экологическая безопасность, защита селитебной зоны, а так же указаны источники загрязнения атмосферы, гидросферы, литосферы и основные загрязнители. В результате анализа даются рекомендации по обеспечению оптимальных условий труда и охране

окружающей среды. В пункте безопасности был предложен план эвакуации на заводе и предприятии, так же произведен краткий анализ возможных чрезвычайных ситуаций (ЧС), которые могут возникнуть при разработке, производстве или эксплуатации проектируемого решения.

Заключение

В ходе работы был разработан технологический процесс детали «Фланец» и спроектировано приспособление для фрезерной операции. Для этого необходимо было рассмотреть такие пункты, как анализ технологичности конструкции детали, обеспечение эксплуатационных свойств детали, способ получения заготовки, проектирование технологического маршрута, расчет допусков и припусков на обработку, расчет режимов резания, нормирование технологических переходов.

На первом этапе был произведен анализ технологичности конструкции детали, проверка обеспечения эксплуатационных свойств с помощью программы SolidWorks 2018, а также был разработан технологический маршрут и выбран способ получения заготовки. На этапе проектирования технологических операций были рассчитаны минимальные значения припусков на обработку деталей, произведен выбор средств технологического оснащения, основного и вспомогательного инструмента и средств контроля с наименьшей стоимостью и возможностью получения требуемой точности изготовления. Кроме того, было произведено уточнение технологических переходов и выявлены нормы времени. В процессе разработки технологического процесса были рассчитаны оптимальные режимы резания, учитывающие возможности выбранного оборудования и материал обрабатываемой детали. С помощью программного продукта FeatureCAM были разработаны управляющие программы для операций на станках с ЧПУ.

В ходе выполнения раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» был произведен анализ конкурирующих разработок, в результате которого было определено, что основными конкурентами являются такие предприятия, как ООО НПО «Сибирский машиностроитель» и ЗАО НПФ «Микран».

В ходе выполнения раздела «Социальная ответственность» проведен анализ вредных факторов, к которым относятся повышенный уровень шума,

отклонение показателей микроклимата в помещении, недостаточная освещенность рабочей зоны, повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека. В том числе, выявлены опасные факторы производства – электрический ток и пожароопасность.

Список используемой литературы

1. Маркировка стали 20 [Электронный ресурс] URL: http://metallischekiy-portal.ru/marki_metallov/stk/20 (дата обращения 01.01.18)
2. Технические характеристики станка [Электронный ресурс] // URL: <https://www.jettools.ru>(дата обращения 01.01.18)
3. Emcomil станки с ЧПУ, виды // URL: <https://s.siteapi.org>
4. Скворцов В.Ф., Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: учебное пособие / В.Ф. Скворцов. – 2-е изд. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 91с.
5. Должиков В.П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003г. – 324с.
6. Частные случаи расчёта сил зажима [Электронный ресурс] // Основы технологии машиностроения URL: http://osntm.ru/primery_rasch.html (дата обращения: 01.02.19)
7. Справочник технолога – машиностроителя. В 2-х т. / Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Сулова, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова – 5 изд., исправл. – М.: Машиностроение – 1, 2003 г. 944с., ил.
8. Должиков В.П. Основы программирования и наладки станков с ЧПУ: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 144 с.
9. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс] // URL: <http://osntm.ru>
10. Гавриш, Анатолий Павлович. Автоматизация технологической подготовки машиностроительного производства / А. П. Гавриш, А. И. Ефремов. — Киев: Техника, 1982. — 215 с.
11. И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно- методическое пособие - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. - 36 с.

- 12.Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019)
- 13.ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования// URL:<http://docs.cntd.ru/document/1200003913>
- 14.Микроклимат производственных помещений. Нормируемые параметры микроклимата // Охрана труда и БЖД [Электронный ресурс] URL: http://ohrana-bgd.narod.ru/proizv_67.html (дата обращения: 01.04.19).
- 15.Источники шума. Нормирование шума [Электронный ресурс]// Science URL: <https://cities-bлаго.ru/shpargalki-po-distipline-gradostroitelstvo/29-arhitektura-promyshlennye-zdaniya-shpargalki/739-istochniki-shuma-normirovanie-shuma.html>(дата обращения: 01.04.19)
- 16.Повышенное значение напряжения в электрической цепи [Электронный ресурс]://Science URL:https://narfu.ru/agu/www.agtu.ru/etc/cdae4bda6de03f30c6d0e62e5ab61759ot_instr_1eb.pdf (дата обращения: 01.04.19).
- 17.Влияние на гидросферу URL//<https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=135106>
- 18.Влияние на литосферу[Электронный ресурс]:URL//<https://www.msulab.ru/knowledge/water/mercury-spread-danger-and-precautions/>
- 19.План эвакуации [Электронный ресурс]:URL// <https://proekt-sam.ru/evakuaciya/plan-evakuacii-zavoda.html>
- 20.Обеспечение пожарной безопасности на предприятиях // Библиотека технической литературы [Электронный ресурс]: URL: <http://delta-grup.ru/bibliot/32/68.htm> (дата обращения: 16.04.19)

Приложение А
Чертеж детали «Фланец»

Приложение Б
Размерный анализ детали «Фланец»

Приложение В
Симуляция «Фланец» «SolidWorks»

Приложение Г

Комплект технологической документации

Приложение Д

Кондуктор для сверление