

Школа ИШНПТ  
 Направление подготовки Машиностроение  
 Отделение школы (НОЦ) Отделение материаловедения

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
<b>Проектирование технологического процесса изготовления детали «Фланец»</b>

УДК 621.825.24.002:658.512

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А51	Азимбаев Жанибек Аскарбекович		

Руководитель ВКР

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

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	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
Доцент	Ефременков Е.А.	К.т.н.		

## Результаты обучения

Код	Результат обучения*	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
<b>Общие по направлению подготовки</b>		
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.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, ..., УК-8, ОК-1; ОК-2; ОК-3, ОК-6, ОК-9, ОПК-1; ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-6, ПК-8) <sup>1</sup> , <i>CDIO Syllabus</i> (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (пп. 1.1, 2.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов (28.008, Специалист по инжинирингу машиностроительного производства, 40.031 Специалист по технологиям механообрабатывающего производства в машиностроении, 40.052 Специалист по проектированию технологической оснастки механосборочного производства)
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, ..., УК-8, ОПК-2; ОПК-3, ОПК-5, ПК-2), <i>CDIO Syllabus</i> (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (пп. 1.1, 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов (28.008, Специалист по инжинирингу машиностроительного производства, 40.031 Специалист по технологиям механообрабатывающего производства в машиностроении, 40.052 Специалист по проектированию технологической оснастки механосборочного производства)
P3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, ..., УК-8, ОК-2, ОК-6, ОК-7, ОК-8), <i>CDIO Syllabus</i> (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (пп. 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования

<sup>1</sup> Указаны коды компетенций по ФГОС ВО (направление 15.03.01 – МАШИНОСТРОЕНИЕ), утвержденному Приказом Министерства образования и науки РФ от 03.09.2015 г. №957

	критически оценивать свои достоинства и недостатки.	профессиональных стандартов (28.008, Специалист по инжинирингу машиностроительного производства, 40.031 Специалист по технологиям механообрабатывающего производства в машиностроении, 40.052 Специалист по проектированию технологической оснастки механосборочного производства)
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.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, ..., УК-8, ОК-5; ОК-6; ОК-7, ОПК-2, ПК-20), <i>CDIO Syllabus</i> (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (п. 1.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов (28.008, Специалист по инжинирингу машиностроительного производства, 40.031 Специалист по технологиям механообрабатывающего производства в машиностроении, 40.052 Специалист по проектированию технологической оснастки механосборочного производства)
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на машиностроительных и строительномонтажных производствах.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, ..., УК-8, ОК-4; ОК-9; ОПК-4, ПК-16), <i>CDIO Syllabus</i> (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов (28.008, Специалист по инжинирингу машиностроительного производства, 40.031 Специалист по технологиям механообрабатывающего производства в машиностроении, 40.052 Специалист по проектированию технологической оснастки механосборочного производства)
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, ..., УК-8, ОК-5; ПК-1; ПК-3; ПК-4; ПК-9), <i>CDIO Syllabus</i> (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования

	<p>комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, строительного-монтажного комплекса и в отраслевых научных организациях, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований</p>	<p>профессиональных стандартов (28.008, Специалист по инжинирингу машиностроительного производства, 40.031 Специалист по технологиям механообрабатывающего производства в машиностроении, 40.052 Специалист по проектированию технологической оснастки механосборочного производства, 40.100 Специалист по инструментальному обеспечению механосборочного производства, 28.001 Специалист по проектированию технологических комплексов механосборочных производств, 28.003 Специалист по автоматизации и механизации технологических процессов механосборочного производства)</p>
P7	<p>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 изделий машиностроения и сварочного производства</p>	<p>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, ..., УК-8, ПК-8, ПК-17; ПК-22; ПК-24; ПК-25), <i>CDIO Syllabus</i> (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>, требования профессиональных стандартов (28.008, Специалист по инжинирингу машиностроительного производства, 40.031 Специалист по технологиям механообрабатывающего производства в машиностроении, 40.052 Специалист по проектированию технологической оснастки механосборочного производства, 40.100 Специалист по инструментальному обеспечению механосборочного производства)</p>
P8	<p>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,</p>	<p>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, ..., УК-8, ПК-5; ПК-6; ПК-7, ПК-10, ПК-12, ПК-19, ПК-21 ПК-23, ПК-26), <i>CDIO Syllabus</i> (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>, требования профессиональных стандартов (28.008, Специалист по инжинирингу машиностроительного производства, 40.031 Специалист по технологиям механообрабатывающего производства в машиностроении,</p>

	оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.	40.052 Специалист по проектированию технологической оснастки механосборочного производства)
Профиль (Машины и технология высокоэффективных процессов обработки материалов)		
P9	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного, ракетно-космического и сварочного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов, деталей и конструкций	Требования ФГОС ВО (ПК-10; ПК-11, ПК-13; ПК-14), <i>CDIO Syllabus</i> (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов (40.031 Специалист по технологиям механообрабатывающего производства в машиностроении, 40.052 Специалист по проектированию технологической оснастки механосборочного производства, 40.083 Специалист по компьютерному проектированию технологических процессов, 40.148 Специалист по эксплуатации гибких производственных систем в машиностроении, 25.013 Специалист по надежности ракетно-космической техники, 40.100 Специалист по инструментальному обеспечению механосборочного производства).
P10	Способность осваивать вводимое новое оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования и конструкций строительно-монтажных объектов, в случае необходимости обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.	Требования ФГОС ВО (ПК-13; ПК-14, ПК-15; ПК-16), <i>CDIO Syllabus</i> (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (пп. 1.6, 2.3.), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов (40.052 Специалист по проектированию технологической оснастки механосборочного производства, 40.083 Специалист по компьютерному проектированию технологических процессов, 28.003 Специалист по автоматизации и механизации технологических процессов механосборочного производства, 40.089 Специалист по компьютерному программированию станков с числовым программным управлением).

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

Школа ИШНПТ

Направление подготовки (специальность) Машиностроение

Отделение школы (НОЦ) Отделение материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП

\_\_\_\_\_  
 (Подпись)    (Дата)    (Ф.И.О.)

### ЗАДАНИЕ

#### на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы
---------------------

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

Студенту:

Группа	ФИО
4А51	Азимбаеву Жанибеку Аскарбековичу

Тема работы:

Проектирование технологического процесса изготовления детали «Фланец»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	3480/с от 06.05.2019

Срок сдачи студентом выполненной работы:	07.06.2019
--	------------

#### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><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></p>	<p>Чертеж детали «Фланец»;          Тип производства: мелкосерийное.</p>
---	--

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><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></p>	<p>Технологическая подготовка производства. Проектирование альтернативного процесса изготовления заданной детали на современных станках с ЧПУ. Разработка принципиальной схемы автоматизированного оборудования.</p>
<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Чертеж изделия. Технологические карты. Карты наладки. Чертеж приспособления.</p>

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**  
*(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
Технологическая часть	Анисимова М.А.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Скаковская Н.В.
Социальная ответственность	Скачкова Л.А.

**Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:**


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

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

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ефременков Е.А.	К.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А51	Азимбаев Жанибек Аскарбекович		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа 132 страницы, 7 рисунков, 33 таблиц, 24 источников, 38 страниц альбомной документации.

Ключевые слова: фланец, машиностроение, технологическая подготовка, инструмент, станок, чпу, технологический процесс.

Объектом исследования является деталь типа «Фланец».

Цель работы – разработка технологии производства детали «Фланец».

В процессе работы проведены теоретические исследования существующих технологических процессов, используемых в машиностроительном производстве, сделан сравнительный анализ их достоинств и недостатков. Также были проведены исследования и определено необходимое оборудование для производства данной детали. Рассчитаны и назначены припуски на механическую обработку, режимы обработки, было произведено техническое нормирование, а также рассчитано точность параметров средств технологического оснащения.

Результатом данной работы является технологический процесс изготовления детали «Фланец», применимого для реального производства, где есть необходимое оборудование, разработаны управляющие программы и карты наладки для станков с ЧПУ, сконструировано специальное приспособление, а также разработан гибкий производственный модуль на базе фрезерного станка с ЧПУ.

Степень внедрения: мелкосерийное производство.

Область применения: машиностроение.

Эффективность спроектированного технологического процесса определяется экономическими расчетами и автоматизацией обработки резанием с применением станков с ЧПУ.

В будущем планируется возможное внедрение разработанного технологического процесса обработки в заинтересованные предприятия стран СНГ.

## Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 1050-2013Metalлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей.

ГОСТ 2590-2006 Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый.

ГОСТ 9.306-85 ЕСЗКС. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Обозначения.

ГОСТ Р 53924-2010 Полотна ленточных пил. Типы и основные размеры.

ГОСТ 25347-82 Основные нормы взаимозаменяемости. ЕСДП Поля допусков и рекомендуемые посадки.

ГОСТ 12195-66 Приспособления станочные. Призмы опорные.

Конструкция.

ГОСТ 24104-2001 Весы лабораторные. Общие технические требования.

ГОСТ 2424-83 Круги шлифовальные. Технические условия.

ГОСТ 18880-73 Резцы токарные подрезные отогнутые с пластинами из твердого сплава. Конструкция и размеры.

ГОСТ 18879-73 Резцы токарные проходные упорные с пластинами из твердого сплава. Конструкция и размеры.

ГОСТ 18883-73 Резцы токарные расточные с пластинами из твердого сплава для обработки глухих отверстий. Конструкция и размеры.

ГОСТ 2675-80 Патроны самоцентрирующие трехкулачковые. Основные размеры.

ГОСТ 14952-75 Сверла центровочные комбинированные. Технические условия.

ГОСТ 10903-77 Сверла спиральные с коническим хвостовиком.

Основные размеры.

ГОСТ 13598-85 Втулки переходные для крепления инструмента с коническим хвостовиком. Конструкция и размеры

ГОСТ 9378-75 Образцы шероховатости поверхности (сравнения).  
Общие технические условия.

ГОСТ 1465-80 Напильники. Технические условия.

ГОСТ 1513-77 Надфили. Технические условия.

ГОСТ 2682-86 Оправка с конусом Морзе для сверлильных патронов.  
Конструкция и размеры.

ГОСТ 6507-90 Микрометры. Технические условия.

ГОСТ 4126-66 Шаблоны радиусные.

ГОСТ 26228-90 Системы производственные гибкие. Термины и определения, номенклатура показателей.

СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы.

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

СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение.

СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.

Р 2.2.200605 Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.

ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).  
Шум. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).  
Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.

ГОСТ 3.1404-86 ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием.

Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019)

ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

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

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

ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы

ГОСТ 12.2.032-78. Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования

СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений

СНиП 11-2-80 Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений

## Содержание

Введение .....	14
1 Проектирование технологического процесса изготовления детали.....	15
1.1 Анализ технологичности конструкции детали .....	15
1.2 Обеспечение эксплуатационных свойств детали.....	16
1.3 Способ получения заготовки .....	19
1.4 Проектирование технологического маршрута.....	20
1.5 Расчет припусков на обработку .....	21
1.6 Проектирование технологических операций.....	26
1.6.1 Выбор средств технологического оснащения .....	29
1.6.2 Уточнение содержания переходов.....	33
1.6.3 Выбор и расчет режимов резания .....	34
1.6.4 Нормирование технологических переходов.....	37
1.7 Разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ .....	44
1.8 Размерный анализ технологического процесса .....	47
1.9 Техничко-экономические показатели технологического процесса.....	48
1.10 Проектирование средств технологического оснащения.....	49
1.10.1 Обоснование выбора схемы приспособления .....	50
1.11 Проектирование гибкой производственной системы (модуля) .....	51
2 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение ...	56
2.1 Анализ конкурентных технических решений .....	57
2.2 SWOT-анализ .....	58
2.3 Планирование научно-исследовательских работ.....	61
2.3.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	61
2.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ .....	61
2.3.3 Разработка графика проведения научного исследования.....	63
2.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	66
2.4.1 Расчет материальных затрат НТИ.....	66
2.4.2 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы .	67
2.4.3 Отчисления во внебюджетные фонды.....	69
2.4.4 Накладные расходы .....	70
2.4.5 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта .....	70
2.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансово, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования .....	71

Вывод по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» .....	73
3 Социальная ответственность .....	77
3.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	77
3.1.1 Специальные (характерные для рабочей зоны станочника) правовые нормы трудового законодательства.....	77
3.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя.....	78
3.2 Производственная безопасность.....	79
3.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в процессе производства детали .....	79
3.2.2 Обоснование мероприятий по защите от действия опасных и вредных факторов. ....	82
3.3 Экологическая безопасность.....	84
3.4 Безопасность при чрезвычайных ситуациях .....	85
Вывод по разделу «Социальная ответственность».....	86
Заключение .....	87
Список используемых источников и литературы .....	88
Приложение А. «Чертёж заданной детали» .....	91
Приложение Б «Комплект технологической документации».....	93
Приложение В «Сборочный чертеж приспособления».....	132

## Введение

Машиностроение – одна из ведущих отраслей промышленности в экономики. Продукция, выпускаемая машиностроительной отраслью, находит применение во всех отраслях народного хозяйства. Выпуск высокотехнологичных изделий, применяемых в быту и производственных условиях увеличивается с каждым днем, поэтому появляются новые технологии, которые требуют высокой точности изготовления и квалификации рабочего. Задачи, которые ставятся перед технологами, это снижение себестоимости изделия и повышение качества машин. [1]

В настоящее время изготовление деталей машин в значительной мере связано с механообработкой. В зависимости от типа производства удельный вес механообработки составляет 30...70%. Проектирование технологических процессов механообработки связано с определенными трудностями: в каждом случае необходимо решать сложные многокритериальные задачи со многими параметрами. [1]

Сокращение себестоимости изделия сложная и комплексная задача, решение которой достигается при помощи повышения серийности изделия путем унификации и стандартизации, ограничения номенклатуры составных частей конструктивных элементов и используемых материалов, применения высокопроизводительных и малоотходных технологических решений, использования стандартных средств технологического оснащения, обеспечивающих оптимальный уровень механизации и автоматизации производственных процессов. Для повышения качества машин необходимо производить разработку различного технологического оснащения, применение современных технологических процессов, совершенствование технологического контроля чертежей, вывод из эксплуатации морально устаревшего оборудования.

Использование технологических процессов, а также металлорежущих станков с ЧПУ (числовым программным обеспечением) позволяет наиболее плотно реализовать, имеющиеся в производстве ресурсы.

# 1 Проектирование технологического процесса изготовления детали

## 1.1 Анализ технологичности конструкции детали

Целью анализа технологичности конструкции детали является выявление недостатков, содержащихся в чертежах детали и предъявляемых требованиях, также возможное улучшение технологичности конструкции. Деталь – «Фланец», изготавливается из материала «Сталь 20 ГОСТ 1050-99» иллюстрирована на рисунке 1.1.

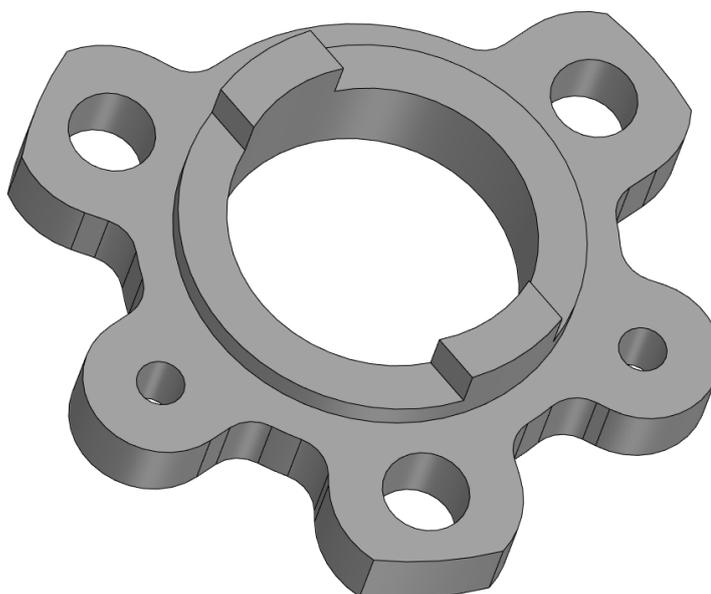


Рисунок 1.1 – Деталь «Фланец»

Таблица 1.1 - Химический состав и свойства Сталь 20[6]

углерод (C)	0,17-0,24 %
кремний (Si)	0,17-0,37%
марганец (Mn)	0,35-0,65 %
меди (Cu)	не более 0,25%
никеля (Ni)	не более 0,25%
мышьяка (As)	не более 0,08%
серы (S)	не более 0,4%
фосфора (P)	0,035%

Данная деталь удовлетворяет следующим условиям технологичности:

- возможность применения унифицированных инструментов при обработке детали т.к. материал детали сталь 20 ( $\sigma_B = 410$  МПа, HB = 163) то в сравнении эталонной стали 45 ( $\sigma_B = 650$  МПа, HB = 229) обрабатываемость материала лучше;

- большинство поверхностей детали доступны для обработки и контроля (инструментальная доступность);

- базовые поверхности обеспечивают простоту и надежность закрепления детали в приспособлении;

- все размеры и точности обработки поверхностей обеспечиваются возможностями станков; - материал хорошо поддается механической обработке;

- габариты и масса заготовки не требуют дополнительных подъемных приспособлений.

К факторам, снижающим технологичность детали, относятся:

- наличие сложных контуров детали;

- минимальная шероховатость Ra 1,25, такую шероховатость можно получить при шлифовании.

## 1.2 Обеспечение эксплуатационных свойств детали

Надежность машин, как один из основных показателей качества, определяется, прежде всего, эксплуатационными свойствами их деталей и сборочных единиц включающими: усталостную прочность, коррозионную стойкость, износостойкость, точность посадок и др. Действие на машину циклических нагрузок может привести к усталостным разрушениям отдельных ее деталей. Ресурс машины, работающей в агрессивных коррозионных средах, в значительной степени определяется коррозионной стойкостью основных ее деталей. В результате действия значительных нагрузок на контактирующие поверхности деталей может произойти потеря

их надежности из-за контактных разрушений. Надежность машин, определяемая точностью изготовления ее деталей, в значительной степени зависит от контактной жесткости их соединений. Установлено, что 70 % выхода из строя машин определяется износом их деталей. Поэтому износостойкость играет особую роль в обеспечении надежности сборочных единиц, агрегатов, машин [2].

Эксплуатационные свойства детали, как правило, определяются качеством их рабочих поверхностей, формируемыми при изготовлении или восстановлении. Поэтому задача технологического обеспечения качества поверхностного слоя детали является одной из важнейших при решении проблемы повышения надежности. Повышение надежности машин может быть обеспечено за счет применения эффективных технологических процессов изготовления и восстановления деталей, повышающих их износостойкость, усталостную прочность, коррозионную стойкость. Для этих целей применяются технологические процессы, упрочняющие поверхностный слой, припадающие ему особые свойства. Сюда относятся как процессы химико-термической обработки, так и упрочняющая обработка, основанная на пластическом деформировании поверхностей. Химическое никелевое покрытие, содержащее 3-12% фосфора, обладает лучшими защитными свойствами по сравнению с электрохимическим никелевым покрытием. Покрытие обладает повышенной твердостью и износостойкостью и рекомендуется для деталей, работающих в условиях трения, особенно при отсутствии смазки; применяется для защиты от коррозии, покрытие рекомендуется применять преимущественно для сложнопрофилированных деталей. Надежность и долговечность изделий в значительной мере зависит от эксплуатационных свойств деталей и их соединений, которые могут быть определены с использованием методов математической статистики и теории вероятностей.

Проверка работоспособности конструкции детали выполняется с помощью CAE-системы или CAD/CAE/PDM-системы. Для данной детали

были проведены расчеты на возникновение напряжений при ее эксплуатации. Моделирование и расчеты были выполнены в программе КОМПАС-3D v17.1 (приложение АРМ FEM).

Предположим, что наша деталь базируется по торцу (установочная база), наружной цилиндрической поверхностью (направляющая база), по трем отверстиям на торце (опорная база). Приложим распределенную нагрузку в 2МПа на ушки таким образом, чтобы она давила на стенки ушек по часовой стрелке (рисунок 1.2).

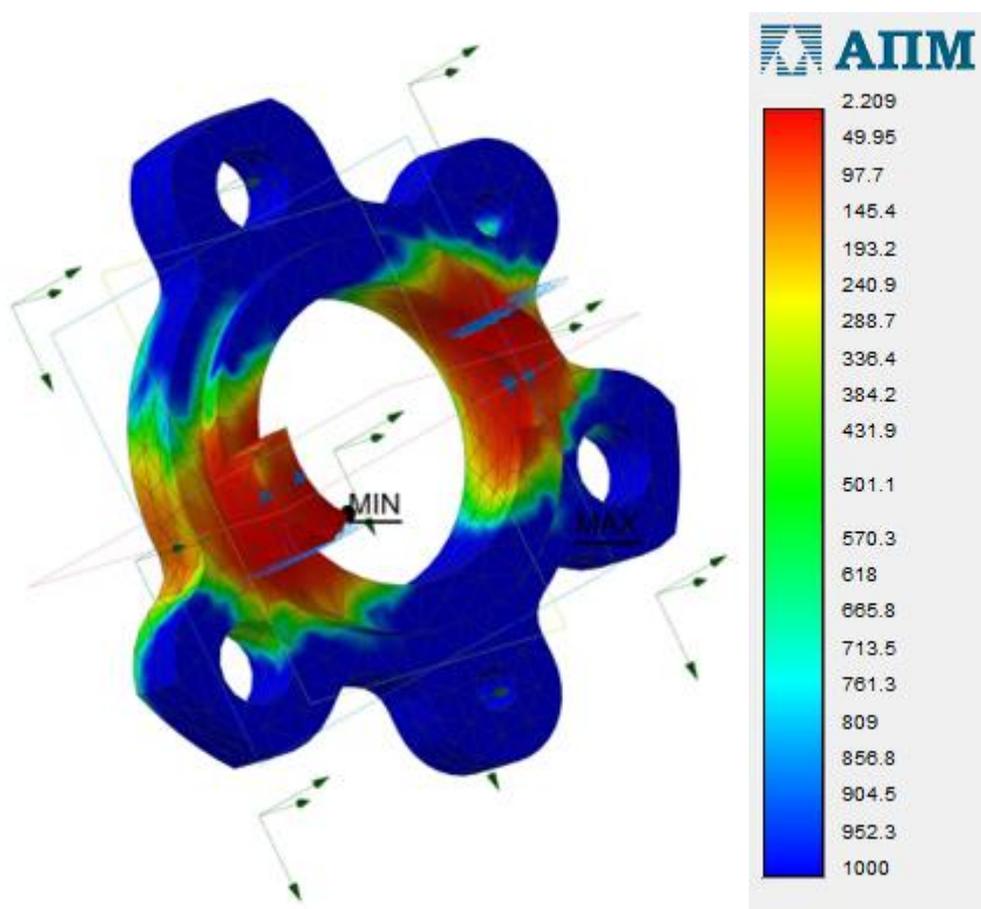


Рисунок 1.2 – Статически узловое напряжение модели

Из эпюры максимальных напряжений, видно, что максимальное напряжение доходит до отметки 2,210 МПа, что меньше предела текучести, который равен 250 МПа. На остальных конструктивных элементах, в среднем действует напряжение около 0,7 МПа. Из этого можно сделать вывод, что деталь работает в зоне упругой деформации.

### 1.3 Способ получения заготовки

Существует много различных способов получения заготовки будущей детали: литье, штамповка, спекание порошков металлов, высадка, волочение и т.д. На выбор заготовок влияют: материал детали, конструкция и размеры детали, программа выпуска, наличие оборудования в заготовительных цехах и другие реальные производственные условия изготовления.

В основу выбора заготовок для последующей механической обработки кладутся следующие соображения: обеспечение наименьшего расхода металла при изготовлении заготовок и при последующей их механической обработке; обеспечение наименьших затрат труда и средств на изготовление заготовок и на последующую их механическую обработку.

Чем в большей степени размеры и формы заготовок приближаются к формам готовых деталей, тем меньше станкоемкость и трудоемкость механической обработки, тем она проще и дешевле.

Для детали типа «Фланец» целесообразно рассмотреть два способа:

- из поковки;
- круглого прута.

Выбрать, оптимальный для данной детали, вид заготовки поможет расчет коэффициента использования материала (КИМ).

КИМ определяется формулой:

$$K_m = \frac{q}{Q} * 100\%;$$

где q- масса готовой детали 142г;

Q- масса исходной заготовки г;

Массу готовой детали определяем с помощью 3D- моделирования в программе «Компас»:

КИМ для круглого горячекатаного прутка равен:

$$K_m = \frac{q}{Q} * 100\% = \frac{q * n}{p * h * \pi * R^2} * 100\%;$$

где p- плотность Сталь20 0,007859 г/мм<sup>3</sup> принята из ГОСТ 2590-2006;

h – длина заготовки 1000 мм принята из ГОСТ 2590-2006;

R – радиус поперечного сечения заготовки 40 мм принят из ГОСТ 2590-2006;

n – количество получаемых деталей из 1 заготовки.

КИМ для проката равен:

$$K_m = \frac{142 * 52}{0,007859 * 1000 * 3,14 * 40^2} * 100\% = 18,7\%;$$

Из расчетов КИМ для прутка и отливки следует, что при механической обработке заготовки из отливки необходимо удалить материала больше, чем при обработке прутка. Следовательно, более экономически выгодный вид заготовки – прут.

КИМ для отливки:

$$K_m = \frac{142}{0,007859 * 24 * 3,14 * 40^2} * 100\% = 14,9\%$$

Учитывая вышеописанные факторы, а также мелкосерийный тип производства, целесообразно выбрать получение детали из круглого прута.

#### 1.4 Проектирование технологического маршрута

Согласно ГОСТ 14.004-83 маршрут – это последовательность прохождения заготовки детали по цехам и производственным участкам предприятия при выполнении технологического процесса изготовления.

Последовательность операций для изготовления детали «Фланец» согласно техническим требованиям, условиям производства и требуемым параметрам точности согласно чертежу (Приложение А) представлена ниже.

Маршрут детали «Фланец»:

005 Заготовительная;

010 Токарная с ЧПУ;

015 Фрезенная с ЧПУ;

020 Слесарная;

025 Контрольная;

030 Плоскошлифовальная;

035 Слесарная;

040 Промывочная;

045 Контрольная;

050 Гальваническая;

055 Контрольная

060 Консервация.

### 1.5 Расчет припусков на обработку

Припуском на обработку называется слой (толщина слоя) материала, удаляемый с поверхности заготовки для устранения дефектов от предыдущей обработки. Общим припуском на обработку называется слой материала (толщина слоя), удаляемый с рассматриваемой поверхности исходной заготовки в процессе выполнения технологического процесса с целью получения готовой детали.

Установление правильной толщины припусков на обработку является ответственной технико-экономической задачей. Назначение чрезмерно больших припусков приводит к:

- потерям материала, превращаемого в стружку;
- увеличению упругой деформации технологической системы СПИД (станок – приспособление – инструмент – деталь) вследствие увеличения силы резания, а значит и к уменьшению точности обработки;
- увеличению трудоемкости механической обработки (если припуск больше максимально допустимой глубины резания и приходится его удалять за несколько проходов);
- усложняется применение приспособлений вследствие увеличения силы резания;
- к повышению расхода режущего инструмента и электрической энергии;
- к увеличению потребности в оборудовании и рабочей силе.

Назначение недостаточных припусков не обеспечивает удаление дефектных слоев материала, в следствии чего достижение требуемой точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей недостижимо, а также вызывает повышение требований к точности исходных заготовок и приводит к их удорожанию, затрудняет разметку и выверку положения заготовок на станках при обработке по методу пробных ходов и увеличивает опасность появления брака.

Операционный припуск — это слой материала, удаляемый с заготовки при выполнении одной технологической операции (ГОСТ 3.1109—82). Операционный припуск равняется сумме промежуточных припусков, т.е. припусков на отдельные переходы, входящие в данную операцию.

Припуск на переход — это слой материала (толщина слоя), удаляемый с заготовки при выполнении перехода, т.е. при обработке рассматриваемой поверхности с определённой точностью неизменным инструментом при неизменных режимах резания.

Припуск обозначается символом  $z$ . Наименьший припуск на переход  $i$  складывается из отдельных элементов, связанных с различными погрешностями. Показатели, погрешности, параметры шероховатости, дефекты, допуски и т.п., получаемые на рассматриваемом переходе, обозначаются с индексом  $i$ . Например, символом  $z_{\min i}$  обозначается минимальный припуск на одну сторону, удаляемый на рассматриваемом переходе.

Погрешности или показатели шероховатости, дефекты, допуски и т.п., полученные на предшествующей обработке этой же поверхности обозначаются с индексом  $i-1$ . Например, символом  $z_{\min i-1}$  обозначается минимальный (наименьший допустимый) припуск на одну сторону (на сторону), удаляемый на предшествующей обработке этой же поверхности.

При обработке тел вращения и предположении, что направления векторов всех погрешностей совпадают (для гарантированного устранения

погрешностей и дефектов), суммирование составляющих наименьшего припуска производится арифметически:

$$2Z_{\min i} = 2 \cdot (R_{z i-1} + T_{\text{деф } i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i)$$

где  $Z_{\min i}$  – минимальный припуск на данный,  $i$  переход, мкм;

$R_{z i-1}$  – шероховатость, полученная на предыдущем,  $i-1$ , переходе, мкм;

$T_{\text{деф } i-1}$  – глубина дефектного слоя на предыдущем переходе, мкм;

$\rho_{i-1}$  – сумма погрешностей формы и расположения поверхностей заготовки, мкм;

$\varepsilon_i$  – погрешность закрепления заготовки на данном переходе.

Значение коэффициентов принимаем согласно табличных данных, по методическому указанию.

Подробный порядок расчета минимальных припусков на обработку приведен в методическом указании [5].

Произведем расчет минимального припуска на механическую обработку наибольшего наружного размера  $\varnothing 74_{-0,3}$ :

Шероховатость поверхности  $\sqrt{Ra3,2}$ , допуск на размер  $\delta_{\text{дет}} = 0,87$  мм.

Шероховатость поверхности заготовки  $\sqrt{Rz100}$ , допуск на диаметр заготовки  $\delta_{\text{заг}} = 1,4$  мм = 1400 мкм.

$$2Z_{\min} = 2(80 + 80 + 412 + 80) = 2 \cdot 652 = 1304;$$

Графу «Предельный размер» заполняем, начиная с конечного (конструкторского) размера путем прибавления расчетного минимального припуска ( $2Z_{\min}$ ) к предельному максимальному размеру ( $d_{\max}$ ):

1. Токарная с ЧПУ

$$d_{\min} = 74 - 0,3 = 73,7 \text{ мм};$$

Для полученного размера в таблице допусков определяем допуск на рассматриваемую обработку (в данном случае  $h12$   $Td = 300$  мкм), для рассматриваемой операции определим значение расчетного максимального технологического размера:

$$d_{\max} = d_{\min} + Td = 73,7 + 0,3 = 74 \text{ мм};$$

Относительно полученного расчетного максимального технологического размера  $d_{max}$  определим принятый технологический размер;

Так как размер  $75,48_{-0,3}$  в качестве номинального размера неудобно, поэтому округляем его до десятых долей миллиметра в большую сторону, т.е. принимаем для черновой операции исполнительный технологический размер равный  $75,48_{-0,3}$  мм, дальнейшие расчеты будем производить относительно данного размера:

Операция заготовительная:

$$d_{min}=74+0,9=74,9 \text{ мм};$$

$$Td_{зар}=1400 \text{ мкм};$$

$$d_{max}=d_{min}+Td_{зар}=74,9+1,4=76,3 \text{ мм};$$

Так как согласно ГОСТ 2590 – 2006 ближайший размер заготовки = 80мм, принимаем его в качестве принятого технологического размера.

Полученные результаты сведем в таблицу 1.2:

Таблица 1.2 – припуски на обработку наибольшего диаметрального размера

Технологические переходы обработки поверхности	Составляющие минимального припуска на обработку, мкм				Расчетный минимальный припуск, $2Z_{min}$ , мкм	Принятый технологический размер, мм	Допуск $T_d$ , мкм	Предельный размер, мм	
	$R_z$	$T_{деф}$	$\rho$	$\epsilon$				$d_{min}$	$d_{max}$
Наружная поверхность $\varnothing 74_{-0,3}$									
0.заготовительная	150	250	1820	-		80h14	1400	74,9	76,3
1.токарная ЧПУ	80	80	412	80	1304	74h12	300	73,7	74

Дальнейший расчет припусков производится аналогично предыдущему размеру, за исключением того, что при расчете отверстий рассчитывается максимальный предельный размер следующим образом:

$$D_{max\ i-1}=D_{min}-2Z_{min};$$

Произведем расчет минимальных припусков на обработку наиболее точного наружного размера:

Операция 1:

$$d_{min}=42 - 0,25 = 41,75;$$

$$d_{\max}=42;$$

Принятый технологический размер 42h12;

Операция 0:

$$d_{\min}=45 - 0,62 = 44,38;$$

$$d_{\max}=45;$$

Принятый технологический размер 45h14;

Таблица 1.3 – расчет минимальных припусков на обработку наружной поверхности

Технологические переходы обработки поверхности	Составляющие минимального припуска на обработку, мкм				Расчетный минимальный припуск, $2Z_{\min}$ , мкм	Принятый технологический размер, мм	Допуск $T_d$ , мкм	Предельный размер, мм	
	$R_z$	$T_{\text{деф}}$	$\rho$	$\epsilon$				$d_{\min}$	$d_{\max}$
Наружная поверхность $\varnothing 74_{-0,74}$									
0.заготовительная	150	250	1820	-		80h14	1400	74,9	76,3
1.токарная ЧПУ	80	80	412	80	1304	74h12	300	73,7	74

Произведем расчет минимальных припусков на обработку наиболее точного внутреннего размера:

Операция 2:

$$D_{\max}=32+0,25=32,25 \text{ мм};$$

$$D_{\min}=32\text{мм};$$

Принятый технологический размер 32H12;

Таблица 1.4 - расчет минимальных припусков на обработку наиболее точной внутренней поверхности

Технологические переходы обработки поверхности	Составляющие минимального припуска на обработку, мкм				Расчетный минимальный припуск, $2Z_{\min}$ , мкм	Принятый технологический размер, мм	Допуск $T_d$ , мкм	Предельный размер, мм	
	$R_z$	$T_{\text{деф}}$	$\rho$	$\epsilon$				$D_{\min}$	$D_{\max}$
Внутренняя поверхность $\varnothing 32^{+0,25}$									
1.сверление отверстия	100	70	250	0	не требуется	18H12	180	18	18,18
2. рассверливание отверстия	20	30	6	100	расчет, т.к. при сверлении это напуск 312	32H12	250	32	32,25

В ходе выполненных расчетов мы определили минимальные предельные размеры заготовки: ( $\varnothing 80_{-0,9}$ ), а так же припуски на обработку некоторых поверхностей.

### 1.6 Проектирование технологических операций

Технологический процесс изготовления детали «Фланец» представлен в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Технологический процесс изготовления детали «Фланец»

<p style="text-align: center;">* Размеры для справок</p>	<p><b>005 Заготовительная.</b>          А. Установить заготовку в призмы.          База: Наружный диаметр и торец.          1. Отрезать заготовку в размер <math>19_{-0,6}</math> мм.</p>
	<p><b>010 Токарная с ЧПУ.</b>          А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон.          База: наружный диаметр и торец.          1. Подрезать торец, выдерживая размер <math>18_{-0,18}</math> мм.          2. Центровать торец под сверление.          3. Сверлить сквозное отверстие, выдерживая размер <math>\varnothing 18^{+0,18}</math> мм.</p>

<p style="text-align: right;"><math>\sqrt{Ra} 3,2</math></p> <p>Установ А</p> <p>Установ Б</p>	<p>4. Сверлить сквозное отверстие, выдерживая размер <math>\varnothing 32^{+0,25}</math> мм.</p> <p>5. Точить наружный диаметр, выдерживая размеры <math>\varnothing 42_{-0,25}</math> мм, <math>8 \pm 0,075</math> мм.</p> <p>Б. Переустановить заготовку в трехкулачковый патрон. База: внутренний диаметр и торец.</p> <p>1. Подрезать торец, выдерживая размер <math>16,2_{-0,18}</math> мм.</p> <p>2. Точить наружный диаметр, выдерживая размеры <math>\varnothing 74_{-0,3}</math> мм.</p>
<p style="text-align: right;"><math>\sqrt{Ra} 3,2</math></p> <p>Установ А</p>	<p><b>015 Фрезерная с ЧПУ.</b></p> <p>А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон. База: внутренний диаметр и торец.</p> <p>1. Центровать отверстия <math>\varnothing 1,9</math> мм (5 отв.), выдерживая размеры <math>120^\circ \pm 1^\circ</math>; <math>60^\circ \pm 30'</math> <math>\varnothing 58 \pm 0,15</math> мм.</p> <p>2. Сверлить сквозные отверстия <math>\varnothing 5^{+0,12}</math>, <math>\varnothing 9^{+0,15}</math> мм. выдерживая размеры <math>120^\circ \pm 1^\circ</math>; <math>60^\circ \pm 30'</math> <math>\varnothing 58 \pm 0,15</math> мм.</p>

	<p>3. Фрезеровать поверхность согласно эскизу выдерживая размеры <math>11 \pm 0,09</math> мм, <math>12_{-0,18}</math> мм.</p> <p>Б. Переустановить заготовку в приспособление. База: внутренний диаметр, торец и поверхность отверстия.</p> <p>1. Фрезеровать поверхность согласно эскизу выдерживая размеры <math>120 \pm 1</math> °, <math>60 \pm 30'</math>, <math>\phi 58 \pm 0,15</math> мм, <math>R10_{-0,15}</math> мм, <math>\phi 50_{-0,25}</math> мм, <math>R8_{-0,15}</math> мм, <math>R4_{-0,12}</math> мм.</p>
--	---

**020 Слесарная.**

1. Снять заусенцы, притупить острые кромки.

**025 Контрольная.**

1. Контролировать размеры обработанных поверхностей.
2. Контролировать шероховатость обработанных поверхностей.

	<p><b>030 Плоскошлифовальная.</b></p> <p>А. Установить заготовку на оправку База: внутренний диаметр и торец.</p> <p>1. шлифовать торец в размеры <math>8_{-0,036}</math> мм.</p>
--	---

**035 Слесарная.**

1. Снять заусенцы, притупить острые кромки.
2. Нарезать резьбу М6 в 2-х отверстиях.

**040 Промывочная.**

1. Промыть согласно ТТП 01279-00002.

<p><b>045 Контрольная.</b></p> <p>1.Контролировать размеры обработанных поверхностей. 2.Контролировать шероховатость обработанных поверхностей.</p>
<p><b>050 Гальваническая.</b></p> <p>1. Нанести покрытие Н12б согласно ГОСТ 9.306-85.</p>
<p><b>055 Контрольная.</b></p> <p>1. Контролировать внешний вид, толщину никельных покрытий гравиметрическим методом по ГОСТ 9.302-88 2. Контролировать размеры обработанных поверхностей. 3. Контролировать шероховатость обработанных поверхностей.</p>
<p><b>060 Консервация.</b></p> <p>1.Консервировать деталь по ТТП 60270-00001, вариант 14.</p>

### 1.6.1 Выбор средств технологического оснащения

Средства технологического оснащения - это совокупность орудий производства, необходимых для осуществления технологического процесса. Технологический процесс оснащается с целью обеспечения требуемой точности обрабатываемых деталей и повышения производительности труда. Под оптимальной оснащенностью понимается такая оснащенность, при которой достигается максимальная эффективность производства изделия при обязательном получении требуемого количества продукции и заданного качества за установленный промежуток времени с учетом комплекса условий, связанных с технологическими и организационными возможностями производственных фондов и рабочей силы [6].

Средства технологического оснащения подразделяются на:

- технологическое оборудование;
- средства механизации и автоматизации технологических процессов (вспомогательных операций и переходов);
- технологическую оснастку.

Технологическое оборудование - это средства технологического оснащения, в которых для выполнения определенной части технологического процесса размещаются материалы или заготовки, средства воздействия на них,

а также технологическая оснастка. Технологическое оборудование выбирается в зависимости от конструкции детали и требованиями по обеспечению качества поверхности. В отдельных случаях технологи разрабатывают техническое задание на проектирование специальных станков.

Произведем подбор средств технологического и контрольно – измерительного оснащения, для материального обеспечения производственного участка, а так же занесем выбранные средства в таблицы 1.6 и 1.7.

Таблица 1.6 - Средства технологического оснащения

Операция	Оборудование	Инструмент	Приспособление
Заготовительная	Ленточнопильный станок модели ЛПС8542	Ленточное полотно исполнение 2 по ГОСТ Р 53924-2010 «Полотна ленточных пил» Материал режущей части полотна: Р6М5	Призмы 7033-0040 ГОСТ 1215-66
Токарная ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ L160A.	Установ 1: Резец подрезной $\phi=45^\circ$ 2102-0505 ГОСТ 18868-73 материал пластины: ВК8; Резец проходной 2103-0023 ГОСТ 18879-73 материал пластины: ВК8; Сверло центровочное ССЦ 550 d8 по ГОСТ 14034-74; Материал режущей части сверла: 9ХС Сверло спиральное с коническим хвостовиком: ГОСТ 10903-77 d18мм; Материал режущей части сверла: 9ХС  Сверло спиральное с коническим хвостовиком ГОСТ 10903-77 d32мм;	3х кулачковый патрон 3504-200-II (DIN 6350); Патрон 16-B18 ГОСТ 9953-82; Оправка с конусом морзе для сверлильных патронов 6039-0012; Адаптер с конусом Морзе МК2: 25.3020; Втулка с конусом Морзе МК4: 25.410МК4; Державка для сверл: 27.3040А; Державка для точения SCLCL 2525M 09HP (2шт); Резцедержатель: EWS_137230 (2 шт);

Продолжение таблицы 1.6

		<p>Материал режущей части сверла: 9ХС</p> <p>Установ 2:                  Резец подрезной <math>\phi=45^\circ</math>                  2102-0505 ГОСТ 18868-73                  Материал пластины: ВК8;                  Резец проходной 2103-0023 ГОСТ 18879-73                  Материал пластины: ВК8;</p>	<p>3х кулачковый патрон 3504-200-II (DIN 6350);                  ГОСТ 2682-86;                  Державка для точения SCLCL 2525M 09HP (2шт);                  Резцедержатель: EWS_137230 (2 шт);</p>
Фрезерная ЧПУ	Вертикальный обрабатывающий центр HYUNDAI WIA KF4600	<p>Установ 1:                  Сверло центровочное по ГОСТ 14034-74 d1,9                  Материал режущей части сверла: P6M5;                  Сверло спиральное по ГОСТ 4010-77                  СЦП 4010 A1 d5мм                  Материал режущей части сверла: 9ХС;                  Сверло спиральное по ГОСТ 4010-77                  СЦП 4010 A1 d9мм                  Материал режущей части сверла: 9ХС;                  Фреза концевая: 1P260-2000XB 1620 Ø20 мм                  Материал режущей части сверла: P6M5;</p>	<p>3х кулачковый патрон 3504-200-II (DIN 6350);                  Переходник от MAS-BT 403 к цанговому патрону ER16: A2B14-40 16 070 (3 шт);                  Цанги ER16 (ISO 15488);</p>
		<p>Установ 2:                  Фреза концевая: 1P260-2000XB 1620 Ø20 мм                  Материал режущей части сверла: P6M5;                  Фреза концевая: 2P210-1000-NC N20C Ø8мм                  Материал режущей части сверла: P6M5</p>	<p>Переходник от BIG-PLUS MAS-BT к Weldon/ISO 9766: 392.55523-4020065;</p>

Продолжение таблицы 1.6

Слесарная		Напильник 2821-0001 ГОСТ 1465-80 Надфиль 2827-0061 ГОСТ 1513-77	
Плоскошлифовальная	Станок плоскошлифовальный с горизонтальным шпинделем 3E711B	ГОСТ 5.1326-72 Круг шлифовальный ПП 250 x 32 x 76 для плоского шлифования.	Электромагнитная плита 7208-0068М (3Л723В-1600.827.000); Подкладка цеховая толщина 10мм(3шт.).
Слесарная		Напильник 2821-0001 ГОСТ 1465-80 Надфиль 2827-0061 ГОСТ 1513-77 Метчик ручной М6 x 0,75 Материал режущей части: 9ХС.	Ручная державка для метчика
Промывочная			Ванна промывочная ВП-6.8.10/0,7
Гальваническая			Ванна химического никелирования ВХН-2
Консервация		Материалы согласно ТТП 01279-00001, вариант 14	

Таблица 1.7 - Средства контроля точности изготовления детали

Операция	Способ контроля	Измерительный прибор
Заготовительная	Инструментальный, визуальный	Линейка измерительная 150 ГОСТ 427-75
Токарная ЧПУ Установ 1	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ-I-0-125-0,1 ГОСТ166-89; Образцы шероховатости 3,2 Т, ТТ ГОСТ 9378-93; Пробка гладкая Ø32 Н12 ПР-НЕ (ЧИЗ)
Токарная ЧПУ Установ 2	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ-I-0-125-0,1 ГОСТ166-89; Образцы шероховатости 3,2 Т, Р, ТТ ГОСТ 9378-93
Фрезерная ЧПУ Установ 1	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦЦ-I-0-150-0,01 ГОСТ166-89 Пробка гладкая Ø5 Н12 ПР-НЕ (ЧИЗ);

Продолжение таблицы 1.7

		Пробка гладкая Ø9 Н12 ПР-НЕ (ЧИЗ); Образцы шероховатости 3,2 Т, Р, ТТ ГОСТ 9378-93
Фрезерная ЧПУ Установ 2	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦЦ-I-0-150-0,01 ГОСТ166-89; Образцы шероховатости 3,2 ФЦ ГОСТ 9378-93; Набор радиусных шаблонов №1 ГОСТ 4126-66
Плоскошлифовальная	Инструментальный, визуальный	Микрометр МК Ц100-1 ГОСТ 6507-9; Образцы шероховатости 1,25 ФЦ ГОСТ 9378-93
Слесарная	Инструментальный, визуальный	Калибр-пробка резьбовая ПР-НЕ М6х0,75-7Н
Гальваническая	Инструментальный, визуальный, расчетный	Контроль внешнего вида – по ГОСТ 9.302-88; Толщину никельных покрытий контролируют гравиметрическим и вихретоковым методами по ГОСТ 9.302-88 Вихретоковый толщиномер ВТ-10НЦ, Весы лабораторные ГОСТ 24104-2001

### 1.6.2 Уточнение содержания переходов

Технологическим переходом называют законченную часть технологической операции, характеризуемую постоянством применяемого инструмента и поверхностей, образуемых обработкой и соединяемых при сборке. Когда изменяется режим резания или режущий инструмент, начинается следующий переход.

Под рабочим ходом понимают законченную часть технологического перехода, состоящую из однократного перемещения инструмента относительно заготовки, сопровождаемого изменением формы, размеров, шероховатости поверхности или свойств заготовки.

Уточним содержание переходов для получения поверхностей.

Токарная с ЧПУ (Установ А):

- 1) Подрезка торца – 1 переход, 1 рабочих хода;
- 2) Центрование – 1 переход, 1 рабочий ход;

3)Сверление Ø32 мм – 1 переход, 1 рабочих хода;

4)Точение наружного диаметра Ø42h12 – 1 перехода, 19 рабочих ходов;

Токарная с ЧПУ (Установ Б):

1)Подрезка торца – 1 переход, 2 рабочих хода;

2)Точение наружного Ø74h12 мм– 1 переход, 3рабочих хода;

Фрезерная с ЧПУ (Установ А):

1) Фрезерование – 2 перехода, 25 рабочих ходов;

2)Центрование – 1 переход, 5 рабочих хода;

3)Сверление Ø5 мм – 1 переход, 2 рабочих хода;

4) Сверление Ø9 мм – 1 переход, 3 рабочих хода;

5) Центрование – 1 переход, 4 рабочих хода;

Фрезерная с ЧПУ (Установ Б):

1)Фрезерование – 1 переходов, 10 рабочих хода;

Плоскошлифовальная:

1) Шлифование – 1 переход, 2 рабочий ход;

### 1.6.3 Выбор и расчет режимов резания

Токарная:

Инструмент – Резец подрезной 2212-0019 ГОСТ 18880-73.

Глубина резания  $t = 1$  мм, подача  $S = 0,4$  мм/об.

Скорость резания при наружном поперечном точении:

$$v = \frac{C_v}{T^{m_t} x S^y} K_v, [7]$$

$C_v = 350$ ,  $y = 0,20$ ,  $x = 0,15$ ,  $m = 0,20$  – коэффициенты, принятые в соответствии с таблицей, учитывающие вид обработки, материал режущей части и материал обрабатываемой заготовки.  $T = 30$  мин - стойкость резца.  $K_v$  – поправочный коэффициент, принимаются по табл. 78, 81[4].

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv} = 1,67 \cdot 0,8 \cdot 0,65 = 0,8684$$

$$v = \frac{303,94}{3,61} = 84,2 \text{ м/мин}$$

Рассчитаем получившееся кол-во оборотов при получившейся скорости резания, используя упрощенную формулу для расчета режимов резания [7]:

$$v = \frac{\pi d n}{1000} \Rightarrow n = \frac{1000 v}{\pi d} = \frac{84200}{3,14 \cdot 42} = 640 \text{ об/мин}$$

Сверление:

Инструмент – сверло Ø9 ГОСТ 10902-77.

Подача  $S = 0,1$  мм/об. Скорость резания при сверлении:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v, [7]$$

где безразмерные коэффициенты:  $C_v = 7$ ,  $y = 0,7$ ;  $m = 0,20$ ;  $q = 0,4$ ;  $S = 0,2$ ;  $y = 0,7$  – приняты в соответствии со справочными данными [4], учитывающие вид обработки, материал режущей части и материал обрабатываемой заготовки,  $T = 25$  мин – стойкость сверла,  $K_v$  – поправочный коэффициент, принимается из справочных данных [4].

$$v = \frac{7 \cdot 2,4 \cdot 1,6}{1,9 \cdot 1,32} = 18,8 \text{ м/мин};$$

тогда кол-во оборотов будет равно:

$$n = \frac{1000 v}{\pi d} = \frac{18800}{3,14 \cdot 9} = 1280 \text{ об/мин.}$$

Фрезерная:

Инструмент- фреза Ø8 ГОСТ 17025-71.

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v, [7]$$

$t$  - глубина резания = 1;  $B$  – максимальная ширина фрезерования = 5мм;

Примем согласно справочным таблицам:  $C_v = 332$ ;  $S_z = 0,022$ ;  $q = 0,2$ ;  $x = 0,1$ ;  $y = 0,4$ ;  $u = 0,2$ ;  $p = 0$ ;  $m = 0,2$ ;

$T = 80$  мин – стойкость фрезы.

$K_V$  – поправочный коэффициент, принимается из справочных данных

[4].

$$v = \frac{332 \cdot 8^{0,2 \cdot 1}}{80^{0,2 \cdot 1} \cdot 10^{1 \cdot 0,22} \cdot 4 \cdot 5^{0,2 \cdot 4} \cdot 0,1} = 83,6 \text{ м/мин};$$

тогда кол-во оборотов будет равно:

$$n = \frac{1000v}{\pi d} = \frac{83600}{3,14 \cdot 8} = 3400 \text{ об/мин.}$$

Таблица 1.8 – Режимы резания

Операция	Инструмент	Подача s, мм/об	Глубина а t, мм	Скорость v, м/мин
Токарная с ЧПУ	Резец проходной 2103-0023 ГОСТ 18879-73	0,4	38	84,2
Фрезерная с ЧПУ (Установ А)	Фреза концевая: 2P210-1000-NC N20C(8мм)	0,1	12	83,6
	Сверло центровочное по ГОСТ 14034-74 d1,9	0,1	1,25	26
	Сверло спиральное по ГОСТ 4010-77 СЦП 4010 А1 d5мм	0,1	8	7,6
	Сверло спиральное по ГОСТ 4010-77 СЦП 4010 А1 d9мм	0,2	8	18,8
Фрезерная с ЧПУ (Установ Б)	Фреза концевая: 1P260-2000XB 1620 (20мм);	0,3 8	5	42

Плоскошлифовальная	ГОСТ 5.1326-72 Круг шлифовальный ПП 250 x 32 x 76 для плоского шлифования	15	0,2	35
--------------------	---	----	-----	----

#### 1.6.4 Нормирование технологических переходов

Одной из составляющих частей разработки технологического процесса является определение нормы времени на выполнение заданной работы. Расчет норм времени ведется по укрупненным типовым нормативам, установленных на основе изучения затрат рабочего времени. Расчет ведется по следующим формулам:

Расчет норм времени для операции 005

Определяем расчетную длину обработки по формуле:

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}};$$

где:  $l_{\text{под}}$  – длина подвода;  $l_{\text{сх}}$  – длина схождения;  $l_{\text{вр}}$  – длина врезания;

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}} = 80 + 1,5 + 1 + 1,0 = 83,5 \text{ мм};$$

Минутная подача:

$$S_M = 35 \text{ м/мин};$$

Число рабочих ходов  $i=1$ ;

Тогда основное время:

$$t_{\text{оп}} = \frac{83,5 \cdot 1}{35} = 2,39 \text{ мин};$$

Вспомогательное время операции:

$$t_{\text{в}} = 0,15 t_{\text{о}} = 0,15 \cdot 2,39 = 0,36 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$t_{\text{о}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{в}} = 2,39 + 0,36 = 2,75 \text{ мин};$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{обс}} = t_T + t_{\text{орг}} = 0,06 t_{\text{о}} + 0,08 t_{\text{о}} = 0,385 \text{ мин};$$

Время на личные потребности:

$$t_{\Pi} = 0,025t_{оп} = 0,025 \cdot 2,39 = 0,06 \text{ мин};$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{шк 005} = t_{оп} + t_{в} + t_{Обс} + t_{\Pi} = 2,39+0,36+0,385+0,06 = 3,195 \text{ мин};$$

Расчет норм времени для операции 010

Установ А: Подрезка торца.

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}} = 41,75 \text{ мм};$$

Минутная подача:

$$S_M = S \cdot n = 0,2 \cdot 1900 = 380 \text{ мм/мин}$$

Число рабочих ходов  $i=1$ ;

Тогда оперативное время:

$$t_{оп} = \frac{41,75 \cdot 1}{380} = 0,11 \text{ мин};$$

Вспомогательное время операции:

$$t_{в} = 0,15t_o = 0,15 \cdot 0,22 = 0,0165 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$t_o = t_{оп} + t_{в} = 0,11+0,0165 = 0,1265 \text{ мин};$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{обс} = t_{Т} + t_{орг} = 0,06t_{оп} + 0,08t_{оп} = 0,0154 \text{ мин};$$

Время на личные потребности:

$$t_{\Pi} = 0,025t_{оп} = 0,00275 \text{ мин};$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как:

$$t_{шк 010} = t_{оп} + t_{в} + t_{Обс} + t_{\Pi} = 0,14465 \text{ мин};$$

Точение наружной поверхности.

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}} = 8 + 1 + 1 = 10 \text{ мм};$$

Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,2 \cdot 1150 = 230 \text{ мм/мин};$$

Число рабочих ходов  $i=19$ .

Тогда основное время:

$$t_{\text{оп}} = \frac{10 \cdot 19}{230} = 0,83 \text{ мин};$$

Вспомогательное время операции:

$$t_{\text{в}} = 0,15t_o = 0,15 \cdot 0,83 = 0,1245 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$t_o = t_{\text{оп}} + t_{\text{в}} = 0,9545 \text{ мин};$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{обс}} = t_{\text{т}} + t_{\text{орг}} = 0,06t_{\text{оп}} + 0,08t_{\text{оп}} = 0,1162 \text{ мин};$$

Время на личные потребности:

$$t_{\text{п}} = 0,025t_{\text{оп}} = 0,02075 \text{ мин};$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как:

$$t_{\text{шк 010}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{п}} = 1,092 \text{ мин};$$

Установ Б: Подрезка торца.

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}} = 41,75 \text{ мм};$$

Минутная подача:

$$S_M = S \cdot n = 0,2 \cdot 1900 = 380 \text{ мм/мин};$$

Число рабочих ходов  $i=1$ ;

Тогда оперативное время:

$$t_{\text{оп}} = \frac{41,75 \cdot 1}{380} = 0,11 \text{ мин};$$

Вспомогательное время операции:

$$t_{\text{в}} = 0,15t_o = 0,15 \cdot 0,22 = 0,0165 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$t_o = t_{\text{оп}} + t_{\text{в}} = 0,11 + 0,0165 = 0,1265 \text{ мин};$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{обс}} = t_{\text{т}} + t_{\text{орг}} = 0,06t_{\text{оп}} + 0,08t_{\text{оп}} = 0,0154 \text{ мин};$$

Время на личные потребности:

$$t_{\Pi} = 0,025t_{оп} = 0,00275 \text{ мин};$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как:

$$t_{шк 010} = t_{оп} + t_{в} + t_{Обс} + t_{\Pi} = 0,14465 \text{ мин};$$

Точение наружной поверхности.

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}} = 8 + 1 + 1 = 10 \text{ мм}$$
 Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,2 \cdot 1150 = 230 \text{ мм/мин};$$

Число рабочих ходов  $i=5$ ;

Тогда основное время:

$$t_{оп} = \frac{10 \cdot 5}{230} = 0,2174 \text{ мин};$$

Вспомогательное время операции:

$$t_{в} = 0,15t_o = 0,15 \cdot 0,2174 = 0,033 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$t_o = t_{оп} + t_{в} = 0,2504 \text{ мин};$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{обс} = t_T + t_{орг} = 0,06t_{оп} + 0,08t_{оп} = 0,0304 \text{ мин};$$

Время на личные потребности:

$$t_{\Pi} = 0,025t_{оп} = 0,0054 \text{ мин};$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как:

$$t_{шк 005} = t_{оп} + t_{в} + t_{Обс} + t_{\Pi} = 0,2862 \text{ мин}.$$

Расчет норм времени для операции 015.

Установ А: Фрезерование по контуру.

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}} = 15,5 \text{ мм};$$

Минутная подача:

$$S_M = S \cdot n = 0,2 \cdot 3000 = 600 \text{ мм/мин};$$

Число рабочих ходов  $i=25$ ;

Тогда оперативное время:

$$t_{\text{оп}} = \frac{15,5 \cdot 25}{600} = 0,646 \text{ мин};$$

Вспомогательное время операции:

$$t_{\text{в}} = 0,15t_o = 0,15 \cdot 0,646 = 0,0969 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$t_o = t_{\text{оп}} + t_{\text{в}} = 0,646 + 0,0969 = 0,7429 \text{ мин};$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{обс}} = t_{\text{т}} + t_{\text{орг}} = 0,06t_{\text{оп}} + 0,08t_{\text{оп}} = 0,0904 \text{ мин};$$

Время на личные потребности:

$$t_{\text{п}} = 0,025t_{\text{оп}} = 0,0161 \text{ мин};$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как:

$$t_{\text{шк } 015} = t_{\text{оп}} + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{п}} = 0,8494 \text{ мин};$$

Центрование.

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}} = 1,5 + 0,5 = 2 \text{ мм};$$

Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,05 \cdot 173 = 9 \text{ мм/мин};$$

Число рабочих ходов  $i=1$ ;

Тогда основное время:

$$t_{\text{оп}} = \frac{2 \cdot 1}{9} = 0,22 \text{ мин};$$

Вспомогательное время операции:

$$t_{\text{в}} = 0,15t_o = 0,15 \cdot 0,22 = 0,033 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$t_o = t_{\text{оп}} + t_{\text{в}} = 0,253 \text{ мин}$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{обс}} = t_{\text{т}} + t_{\text{орг}} = 0,06t_{\text{оп}} + 0,08t_{\text{оп}} = 0,0308 \text{ мин};$$

Время на личные потребности:

$$t_{\text{п}} = 0,025t_{\text{оп}} = 0,0055 \text{ мин};$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{\text{штк } 015} = t_{\text{оп}} + t_{\text{в}} + t_{\text{Обс}} + t_{\text{п}} = 0,22 + 0,033 + 0,0308 + 0,0055 = 0,2893 \text{ мин};$$

Сверление.

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}} = 8 + 1 + 1 = 10 \text{ мм};$$

Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,15 \cdot 260 = 39 \text{ мм/мин};$$

Число рабочих ходов  $i=1$ ;

Тогда основное время:

$$t_{\text{оп}} = \frac{10 \cdot 1}{39} = 0,2564 \text{ мин};$$

Вспомогательное время операции:

$$t_{\text{в}} = 0,15 t_{\text{о}} = 0,15 \cdot 0,2564 = 0,0384 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$T_{\text{о}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{в}} = 0,2948 \text{ мин};$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{Обс}} = t_{\text{т}} + t_{\text{орг}} = 0,06 t_{\text{оп}} + 0,08 t_{\text{оп}} = 0,03589 \text{ мин};$$

Время на личные потребности:

$$t_{\text{п}} = 0,025 t_{\text{оп}} = 0,0064 \text{ мин};$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как:

$$t_{\text{штк } 015} = t_{\text{оп}} + t_{\text{в}} + t_{\text{Обс}} + t_{\text{п}} = 0,2464 + 0,0384 + 0,03589 + 0,0064 = 0,3371$$

мин;

Установ Б: Фрезерование.

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}} = 35,5 \text{ мм};$$

Минутная подача:

$$S_M = S \cdot n = 0,2 \cdot 3000 = 600 \text{ мм/мин};$$

Число рабочих ходов  $i=5$ ;

Тогда оперативное время:

$$t_{\text{оп}} = \frac{35,5 \cdot 5}{600} = 0,2958 \text{ мин};$$

Вспомогательное время операции:

$$t_{\text{в}} = 0,15t_o = 0,15 \cdot 0,2958 = 0,04437 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$t_o = t_{\text{оп}} + t_{\text{в}} = 0,2958 + 0,04437 = 0,34017 \text{ мин};$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{обс}} = t_T + t_{\text{орг}} = 0,06t_{\text{оп}} + 0,08t_{\text{оп}} = 0,0414 \text{ мин};$$

Время на личные потребности:

$$t_{\text{п}} = 0,025t_{\text{оп}} = 0,0074 \text{ мин};$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как:

$$t_{\text{шк 005}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{п}} = 0,3889 \text{ мин};$$

Расчет норм времени для операции 025.

Шлифование.

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}} = 3,7 \text{ мм};$$

Минутная подача:

$$S_M = S \cdot n = 0,05 \cdot 3000 = 150 \text{ мм/мин};$$

Число рабочих ходов  $i=2$ ;

Тогда оперативное время:

$$t_{\text{оп}} = \frac{3,7 \cdot 2}{150} = 1,23 \text{ мин};$$

Вспомогательное время операции:

$$t_{\text{в}} = 0,15t_o = 0,15 \cdot 1,23 = 0,1845 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$t_o = t_{\text{оп}} + t_{\text{в}} = 1,23 + 0,1845 = 1,4145 \text{ мин};$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{обс}} = t_T + t_{\text{орг}} = 0,06t_{\text{оп}} + 0,08t_{\text{оп}} = 0,1722 \text{ мин}$$

Время на личные потребности:

$$t_{\Pi} = 0,025t_{оп} = 0,0307 \text{ мин};$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как:

$$t_{штк 030} = t_{оп} + t_{в} + t_{Обс} + t_{\Pi} = 1,6174 \text{ мин.}$$

## 1.7 Разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ

Современное машиностроительное производство невозможно представить без широкого использования станков с ЧПУ. Программно управляемые станки позволяют обеспечивать высокую точность и производительность обработки за счет высокой концентрации различных типов технологических операций на одном станке и возможности изготовления детали за один установ. Наиболее полно объединяют в себе эти качества многофункциональные токарно-фрезерные и фрезерно-токарные обрабатывающие центры, выполняющие одновременную многоосевую обработку деталей в главном и вспомогательном шпинделе несколькими инструментами [6].

В данном курсовом проекте будут использоваться токарный станок, HYUNDAI WIA L160A и вертикальный обрабатывающий центр HYUNDAI WIA KF4600. УП для данных станков были разработаны в программе FeatureCAM.

Мы будем использовать FeatureCAM для разработки программы для станка с ЧПУ. Это система для быстрой подготовки управляющих программ, основанная на распознавании типовых элементов (под определение «типовые элементы», «Features», попадают такие геометрические объекты детали, как: отверстия, карманы, канавки, бобышки, стенки и т.д.). Данная система предназначена для составления управляющих программ для широкой гаммы станков: токарных, фрезерных, токарно-фрезерных, электроэрозионных станков и обрабатывающих центров различного типа. Преимущество FeatureCAM перед другими САМ-системами – высокая степень

автоматизации принятия решений. В базе знаний системы заложены типовые технологии обработки различных элементов с рекомендуемым инструментом и режимами резания (типовые технологии и режимы можно настраивать под свое производство и традиции обработки).

Процесс разработки управляющей программы начинается с построения 3D-модели детали в CAD/CAM-системе. На основании 3D-модели проектируется управляющая программа и разрабатывается технологический документ – карта наладки станка с ЧПУ. Разработанная программа находится в приложении Б «Комплект технологической документации».



Рисунок 1.3 – Горизонтальный токарный центр L160A

Таблица 1.9 Технические характеристики станка [19]

Диаметр патрона	мм	152
Макс. диаметр обработки	мм	355
Макс. длина обработки	мм	560
Частота вращения шпинделя	об/мин	6000
Мощность привода шпинделя	кВт	7,5
Перемещение по осям X/Z	мм	220/460
Скорость быстрой подачи по осям X/Z	м/мин	36/36
Количество инструментов	шт	12
Приводные инструменты	шт	-

Продолжение таблицы 1.9

Габаритные размеры станка ДхШхВ	мм	2720x1685x1860
Вес станка	кг	4300
Система ЧПУ	Fanuc 21i	



Рисунок 1.4 – Вертикальный обрабатывающий центр HYUNDAI WIA KF4600

Таблица 1.10 Технические характеристики станка [19]

Конус шпинделя	-	ВВТ40
Тип привода шпинделя	-	прямой
Частота вращения шпинделя	об/мин	10000
Мощность привода шпинделя	кВт	18,5/11
Перемещение по осям X/Y/Z	мм	900/460/520
Размер стола (ДхШ)	мм	1050x460
Скорость быстрой подачи по осям X/Z/Y	м/мин	36/36/36
Количество инструментов	шт	30
Время смены инструмента	сек	3,5
Габаритные размеры станка ДхШхВ	мм	2805x2180x3028
Система ЧПУ	Fanuc 21M	

## 1.8 Размерный анализ технологического процесса

В системе технологической подготовки производства разработка технологического процесса изготовления деталей машин является одной из сложных задач. В свою очередь в создаваемом технологическом процессе есть наиболее важный раздел – размерный анализ, с помощью которого предусматривается согласование чертежных размеров детали со всеми операционными размерами, припусками, размерами заготовки и др. Именно на этом этапе проектирования предусматривается обеспечение надежности технологического процесса. [5].

Для токарной операции с ЧПУ необходимо произвести проверку обеспечения точности конструкторских размеров:

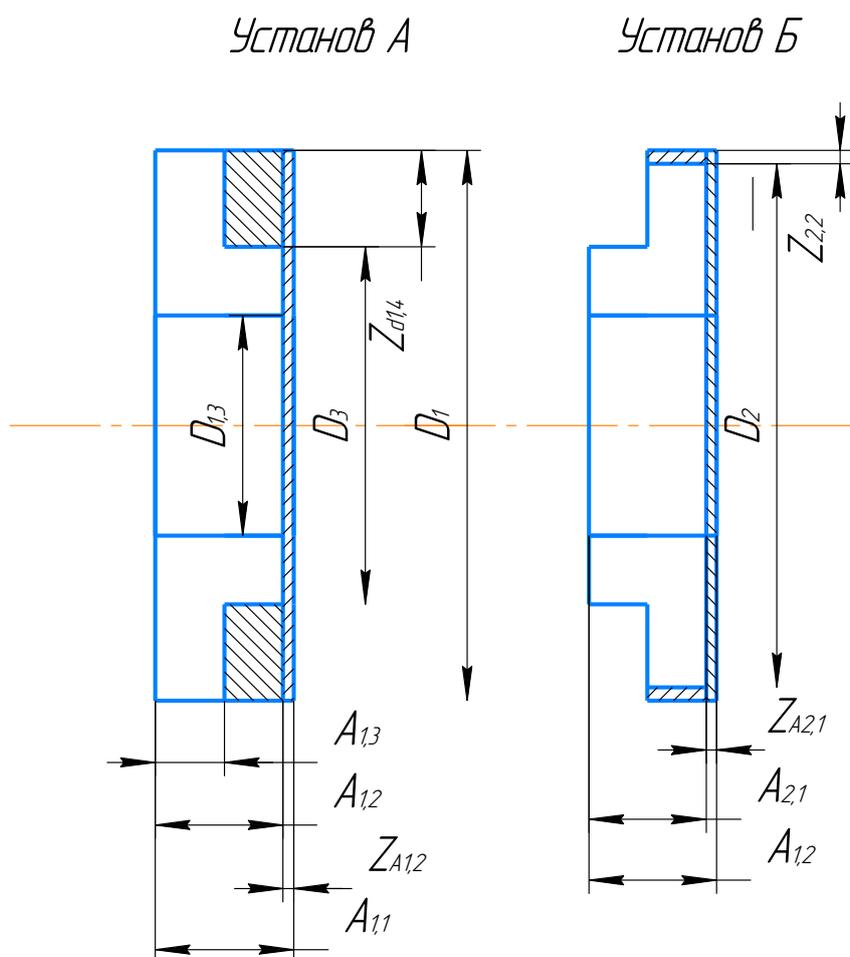


Рисунок 1.5 – Размерная схема токарной операции с ЧПУ.

$$Z_{A1,2} = A_{1,1} - A_{1,2} = 19_{-0,6} - 18_{-0,43} = 1_{-0,6}^{+0,43};$$

$$Z_{d1.4} = \frac{D_1 - D_2}{2} = \frac{80 \pm 0.8 - 74_{-0.74}}{2} = 3_{-0,4}^{+0,03};$$

$$Z_{A2.1} = A_{1.2} - A_{2.1} = 18_{-0.43} - 16,2_{-0.43} = 1,8_{-0,43}^{+0,43};$$

$$Z_{d2.2} = \frac{D_1 - D_2}{2} = \frac{80 \pm 0.8 - 74_{-0.74}}{2} = 3_{-0,4}^{+0,03}.$$

### 1.9 Технико-экономические показатели технологического процесса

Произведем расчет себестоимости производства детали без учета общезаводских затрат. Определения технологической себестоимости включает расчет стоимости расчет стоимости заготовки и оборудования, расчет затрат на заработную плату рабочих.

Произведем примерный расчет стоимости труда рабочих задействованных при производстве детали типа корпус. Средний уровень заработной платы определим исходя из данных сайта TRUD за 2018 год [9]:

Таблица 1.11 – Затраты на оплату труда рабочих

Профессия	Стоимость работы, руб/час	Время занятости на рабочем месте, час	Зарплата по факту выполненной работы, руб
Станочник заготовительного оборудования	150	18,2	2730
Оператор токарного станка с ЧПУ	148	50,58	7485,84
Оператор фрезерного станка с ЧПУ	148	67,916	10051,57
Наладчик станков с ПУ	386	15	5790
Слесарь	140	13	1820
Мойщик-сушильщик	120	12	1440
Гальваник	174	21,3	3706,2
Шлифовальщик	148	65	9620
Итого, $\Sigma$			42643,61

Далее представим затраты на оборудование в виде таблицы 1.12.

Таблица 1.12 – стоимость оборудования

Операция	Оборудование	Стоимость, руб.
Заготовительная	Ленточнопильный станок модели ЛПС8542	800 000
Токарная с ЧПУ	токарный центр HYUNDAI L160A	7 000 000
Фрезерная с ЧПУ	вертикальный обрабатывающий центр HYUNDAI WIA KF4600	5 200 000
Промывочная	Ванна промывочная ВП-6.8.10/0,7	20 000
Гальваническая	Ванны для анодного оксидирования и хромирования.	130 000
Шлифовальная	Плоскошлифовальный станок 3E711B	1 000 000
Итого, $\Sigma$		16 250 000

Таким образом для технологического оснащения производства детали типа «Фланец» потребуется примерно 16 250 000 руб. без учета затрат на режущий инструмент, оснастку, мерительный инструмент.

#### 1.10 Проектирование средств технологического оснащения

Для фрезерной операции с ЧПУ была спроектировано приспособление, т.к. фрезерная операция состоит из обработки сложного контура детали, спроектированное приспособления позволяет обеспечить закрепление и базирование детали для этой операции.

Для безопасного закрепления детали в приспособлении необходимо рассчитать усилия зажима.

Рассчитаем усилия зажима по формуле:

$$W=0,5 \cdot K \cdot P_z \text{ [11]}$$

где  $K = 1,5$  – коэффициент запаса

$$P_z = 1060 \text{ Н} \text{ – осевая сила}$$

$$P_y = 0.5 \cdot P_z = 528,6 \text{ Н}$$

$$W = 0,7 \cdot 1,5 \cdot 528,6 = 555 \text{ Н.}$$

Таким образом, для закрепления детали в приспособлении необходимо усилие в 555 Н.

#### 1.10.1 Обоснование выбора схемы приспособления

При фрезерной обработке с ЧПУ, необходимо получить сложный контур. Приспособление представляет собой вал с прижимающей шайбой, которые обеспечивают надежное закрепление детали, так же в приспособлении предусмотрен срезанный палец, по которому базируется отверстие  $\varnothing 9\text{мм}$ , он не дает заготовке провернуться при обработке. Приспособление устанавливается на стол фрезерного станка, базируясь по пазам. Для получения сложного контура, с помощью данного приспособления базируем деталь по валу, который имеет поверхность точностью по 7 качеству, и срезанному пальцу.

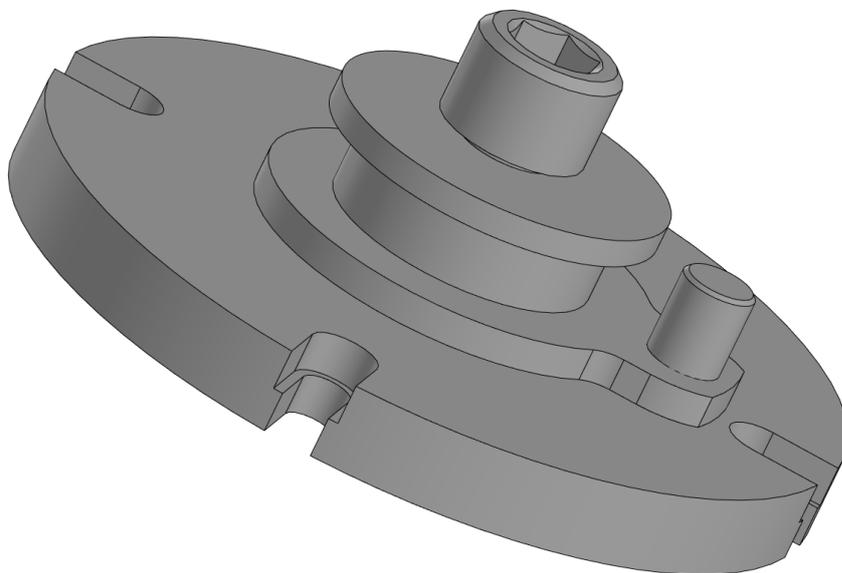


Рисунок 1.6 – графическое изображение приспособления.

### 1.11 Проектирование гибкой производственной системы (модуля)

Важной особенностью сегодняшнего производства, направленного на удовлетворение все возрастающих запросов потребителей, является рост числа мелких серий обрабатываемых деталей и увеличение их разнообразия, что вызывает необходимость в частой переналадке технологического оборудования. Поэтому в настоящее время наряду с традиционными требованиями (высокой производительности, точности и надежности) к оборудованию предъявляют новое требование – гибкость, т. е. переналаживаемость в минимально возможное время. Этому требованию удовлетворяет оборудование с ЧПУ, объединенное в гибкие производственные модули (ГПМ), предназначенные для комплексной обработки различных деталей.

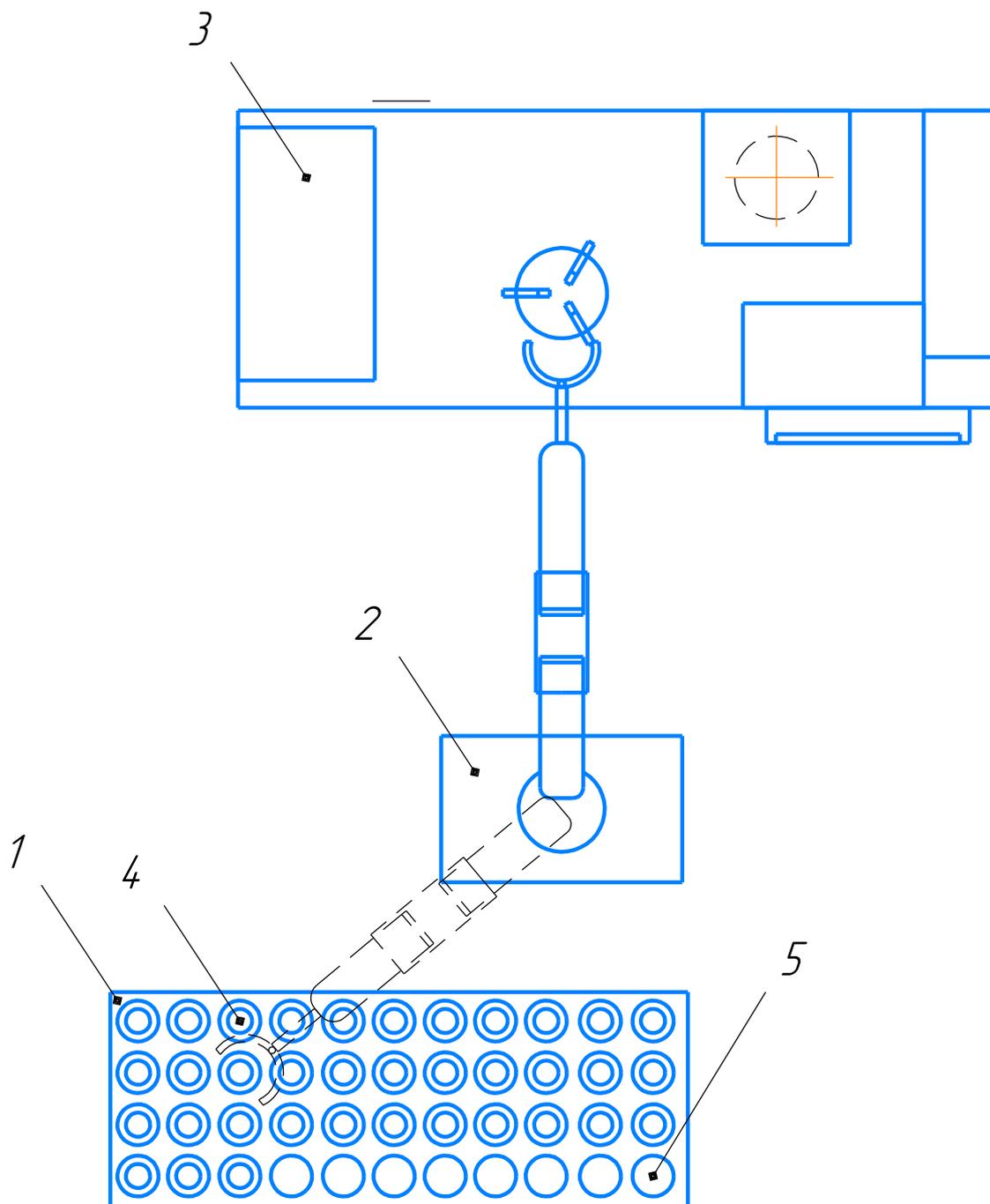
ГПМ состоит из единицы технологического оборудования, оснащенного УЧПУ и средствами автоматизации технологического процесса. ГПМ функционирует автономно, осуществляя многократные циклы, и может встраиваться в ГПС более высокого уровня.

В состав ГПМ входят: металлорежущий станок с ЧПУ; транспортно-накопительная система; магазин инструментов и устройств их автоматической смены; устройства автоматического контроля размеров режущего инструмента; система контроля за состоянием процесса резания; механизм автоматической смены элементов зажимных приспособлений [10].

В нашем случае для автоматизации фрезерного участка, где происходит обработка детали типа «Фланец» проектируем гибкий производственный модуль с использованием вертикального обрабатывающего центра HYUNDAI WIA KF4600 и промышленного робота Kawasaki FS010E. Максимальная загрузка робота 10 кг, а радиус действия 1450 мм, что отлично подойдет для проектируемой ГПС. Робот помогает выполнять функцию загрузки заготовок и разгрузки готовых деталей. Заготовки робот берет с накопителя-приемника, подводит их к автоматическому зажимному устройству, после зажима он

возвращается в исходное положение. По завершению обработки робот извлекает готовую деталь из зажимного устройства и устанавливает ее обратно в накопитель-приемник, далее цикл повторяется.

Для данного ГПМ спроектируем компоновочную схему, которая предоставлена на рисунке 6.



1 – Накопитель-приемник; 2 – промышленный робот Kawasaki FS010E;  
3 - Вертикальный обрабатывающий центр HYUNDAI WIA KF4600; 4- готовые детали; 5 – заготовки

Рисунок 1.7 – компоновка ГПМ

Данный ГПМ позволяет автоматизировать фрезерную обработку на вертикальном обрабатывающем центре HYUNDAI WIA KF4600. При увеличении программы выпуска детали «Фланец», необходимо внести изменения в данный технологический процесс, с целью автоматизации установки на предшествующие операции.

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

Тема ВКР: Проектирование технологического процесса изготовления детали «Фланец».  
Студенту:

Группа 4А51	ФИО Азимбаеву Жанибеку Аскарбековичу
----------------	---

Школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Машиностроение

<b>Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»</b>	
<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и технологических</i>	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях аналитических материалах, статических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; наблюдение. В реализации проекта задействованы 2 человека: руководитель проекта и инженер-технолог. Материально-технические ресурсы: Материал сталь 20 (35 руб./кг); энергетические ресурсы: электрическая энергия (2,39р/кВт).
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	В соответствии с ГОСТ 14.322-83 «Нормирование расхода материалов» и ГОСТ Р 51541-99 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность»
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчисления, дисконтирования и кредитования</i>	Отчисления по страховым взносам –30% от ФОТ
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<i>1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Определение потенциалов потребителя результатов исследования, SWOT-анализ, определение возможных альтернатив проведения научных исследований.
<i>2. Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Планирование этапов работы, определение календарного графика трудоёмкости работы, расчет бюджета.
<i>3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Определение ресурсной и финансовой эффективности проекта
<b>Перечень графического материала:</b>	

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Коммерциализация проекта
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка сравнительной эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Скаковская Наталья Вячеславовна	к.ф.н		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А51	Азимбаев Жанибек Аскарбекович		

## 2 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Целевой рынок – сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем разработка. В свою очередь, сегмент рынка – это особым образом выделенная часть рынка, группы потребителей, обладающих определенными общими признаками.

Сегментирование – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар (услуга). Можно применять географический, демографический, поведенческий и иные критерии сегментирования рынка потребителей, возможно применение их комбинаций с использованием таких характеристик, как возраст, пол, национальность, образование, любимые занятия, стиль жизни, социальная принадлежность, профессия, уровень дохода.

Целесообразно выбрать два наиболее значимых критерия: размер компании и отрасль, по которым будет производиться сегментирование рынка.

Таблица 2.1 – Карта сегментирования рынка.

Размер компании	Виды работ	
	Разработка технологического процесса	Изготовление детали
Фирма 1	+	+
Фирма 2	-	+
Фирма 3	+	-

Как видно из таблицы 2.1, наиболее перспективной является фирма 1, так как она задействована во всех сегментах рынка.

## 2.1 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим конкурентам. В настоящий момент в Томске можно выделить лишь два наиболее влиятельных предприятий-конкурентов в области производства детали «Фланец»: ОАО «Томский электромеханический завод им. В.В. Вахрушева» и ООО «Томский машиностроительный завод».

В таблице 2.2 приведена оценочная карта, включающая конкурентные технические разработки в области производства детали.

Таблица 2.2 – Оценочная карта

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии катализатора							
1. Производительность	0,2	4	5	4	0,8	1,5	0,8
2. Срок службы	0,4	4	5	4	1,6	2	1,6
Экономические критерии оценки эффективности							
3. Цена	0,2	5	4	4	1	0,8	0,8
4. Уровень проникновения на рынок	0,1	4	4	4	0,4	0,4	0,4
5. Финансирование научной разработки	0,1	3	5	5	0,3	0,5	0,5
Итого:	1	20	23	21	4,1	5,2	4,1

Б<sub>ф</sub> – продукт проведенной исследовательской работы;

Б<sub>к1</sub> – ОАО «Томский электромеханический завод им. В.В. Вахрушева»;

Б<sub>к2</sub> – «Томский машиностроительный завод».

Таким образом, на основании таблицы 2.2 можно сделать вывод, что разработанный в ходе исследовательской работы технологический процесс

может составить серьезную конкуренцию уже имеющимся на российском рынке производителям. Главными преимуществами данной разработки является довольно высокая производительность и срок службы при относительно низкой цене.

## 2.2 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

На основе анализа, проведенного в предыдущих разделах бакалаврской работы был составлен SWOT-анализ научно-исследовательского проекта. Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Матрица первого этапа SWOT-анализа

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1.Высокое качество получаемой продукции С2.Широкая область применения С3.Более низкая стоимость производства С4.Квалифицированный персонал С5.Актуальность проекта	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Требуется два источника питания Сл2. Отсутствие квалифицированного персонала Сл3. Перенастройка оборудования Сл4.Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца
Возможности: В1. Регулирование производительности В2.Получение качественных деталей В3. Повышение стоимости конкурентных разработок		
Угрозы: У1. Появление новых		

технологий У2. Отсутствие спроса на новые технологии производства У3. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства		
---	--	--

Интерактивные матрицы представлены в таблицах 2.4, 2.5, 2.6, 2.7.

Таблица 2.4 - Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	+	+	+	+
	B2	+	+	-	+	+
	B3	+	+	-	+	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильные сторон и возможности: B1C1C2C3C4C5, B2B3C1C2C4C5.

Таблица 2.5 - Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта					
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	B1	-	-	-	+
	B2	+	-	+	-
	B3	-	+	-	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и возможности: B1Сл1Сл3, B3Сл1.

Таблица 2.6 - Интерактивная матрица угроз и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	-	-	-	+	+
	У2	+	-	-	-	-
	У3	-	-	-	+	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильные сторон и угроз: У1С4С5.

Таблица 2.7 - Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

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

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и угроз: У1Сл1Сл2Сл3.

Таким образом, можно составить итоговую матрицу SWOT-анализа (таблица 2.8).

Таблица 2.8 – Итоговая матрица SWOT-анализа

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1.Высокое качество получаемой продукции С2. Широкая область применения С3. Более низкая стоимость производства С4.Квалифицированный персонал С5. Актуальность проекта	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Требуется два источника питания Сл2. Отсутствие квалифицированного персонала Сл3. Перенастройка оборудования Сл4.Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца
Возможности: В1. Регулирование производительности В2.Получение качественных сварных соединений В3. Повышение стоимости конкурентных разработок	В результате получения высокого качества продукции возможно регулирования производительности.	Отсутствие квалифицированного персонала влияет на получение качественных сварных соединений
Угрозы: У1. Появление новых технологий У2. Отсутствие спроса на новые технологии производства У3. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства	Когда продукция имеет широкую область применения, спрос на новые технологии производства отсутствует.	Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца влияет на появление новых технологий изготовления детали.

Результаты SWOT-анализа учитываются при разработке структуры работ, выполняемых в рамках научно-исследовательского проекта.

## 2.3 Планирование научно-исследовательских работ

### 2.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

Таблица 2.9 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Создание темы проекта	1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель
	2	Анализ актуальности темы	
Выбор направления исследования	3	Поиск и изучение материала по теме	Студент
	4	Выбор направления исследований	Научный руководитель, студент
	5	Календарное планирование работ	
Теоретические исследования	6	Изучение литературы по теме	Студент
	7	Подбор нормативных документов	
	8	Составление технологического процесса изготовления детали «Вал выходной»	
Оценка полученных результатов	9	Анализ результатов	Научный руководитель, студент
	10	Составление технологической документации	Научный руководитель, студент

### 2.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

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

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5},$$

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:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i},$$

где  $T_{pi}$  – продолжительность одной работы, раб. дн.;  $t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.  $Ч_i$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел. Результаты расчетов внесены в таблицу 2.10.

Таблица 2.10 — Временные показатели проведения научного исследования

№ этапа	Название работы	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях, $t_{раб}$
		$t_{\min}$ , чел.-дни	$t_{\max}$ , чел.-дни	$t_{ожі}$ , раб. дни		
1	Составление и утверждение темы проекта	2	3	2,4	Р	3
2	Анализ актуальности темы	2	3	2,4	И,Р	2
3	Поиск и изучение материала по теме	14	21	16,8	И	17
4	Выбор направления исследований	2	3	2,4	И	3
5	Календарное планирование работ	2	3	2,4	И	3
6	Изучение литературы по теме	7	14	9,8	И	10

7	Подбор нормативных документов	2	5	3,2	И, Р	4
8	Составление технологического процесса изготовления детали «Вал выходной»	14	21	16,8	И	17
9	Анализ результатов	7	14	9,8	И,Р	5
10	Составление технологической документации	7	14	9,8	И	10
Итого:						74

### 2.3.3 Разработка графика проведения научного исследования

При выполнении дипломных работ студенты в основном становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем. Поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

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

где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;  $T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;  $k_{\text{кал}}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

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

где  $T_{\text{кал}}$  – количество календарных дней в году;  $T_{\text{вых}}$  – количество выходных дней в году;  $T_{\text{пр}}$  – количество праздничных дней в году.

На основе таблицы 2.16 строится календарный план-график (таблица 2.17).

Таблица 2.11 – Календарный график работы над проектом

№ работ	Вид работ	Исполнители	T <sub>кi</sub> , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ												
				Февраль		март			Апрель			май			июнь	
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	
1	Составление и утверждение темы проекта	Руководитель	5	□												
2	Анализ актуальности темы	Инженер	3	■												
		Руководитель	3	□												
3	Поиск и изучение материала по теме	Инженер	26		■	■	■									
4	Выбор направления исследований	Инженер	5				■									
5	Календарное планирование работ Изучение литературы по теме	Инженер	5					■								
6	Изучение литературы по теме	Инженер	15						■	■						
7	Подбор нормативных документов	Инженер	6								■					



## 2.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с выполнением.

### 2.4.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

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

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

$N_{расхи}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);

$C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup> и т.д.);

$k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов.

Таблица 2.12 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, ( $Z_m$ ), руб.
Бумага	лист	150	2	345
Картридж для принтера	шт.	1	1000	1150
		1	1000	1150
Интернет	М/бит (пакет)	1	350	402,5
Итого				1898

Таблица 2.13 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
	Исп.1	Исп.1	Исп.1	Исп.1
1	Ленточнопильный станок модели ЛПС8542	1	800000	800000
2	Токарный центр HYUNDAI L160A	1	7000000	7000000
3	Вертикальный обрабатывающий центр HYUNDAI WIA KF4600	1	5 200 000	5 200 000
4	Плоскошлифовальный станок 3E711B	1	1000000	1000000
5	Ванны для анодного оксидирования и хромирования.	1	130000	130000
Итого:				14130000

Затраты на амортизацию оборудования рассчитываются по формуле:

$$Зоб = (Ц \cdot Fф) / (Fн \cdot Fсс)$$

где Ц – цена оборудования, руб.;  $Fн$  – номинальный фонд времени (рабочее время в году), ч;  $Fсс$  – срок службы оборудования, 10лет;  $Fф$  – фактическое время занятости оборудования, 9ч.;  $Fн = 300$  дней = 7200 ч.

$$Зоб = (14130000 \cdot 9) / (7200 \cdot 10) = 1767 \text{ руб.}$$

#### 2.4.2 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей

темы

Исходными нормативами заработной платы данных категорий работающих является оклад, определяющий уровень месячной заработной платы в зависимости от объема и ответственности работ.

Величина расходов на заработную плату определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

Месячный должностной оклад работника:

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

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

$k_{пр}$  – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от  $Z_{tc}$ );

$k_d$  – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5;

$k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн},$$

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

Расчет полной заработной платы осуществляется следующим образом:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп},$$

где  $Z_{осн}$  — основная заработная плата;  $Z_{доп}$  — дополнительная заработная плата (12-15 % от  $Z_{осн}$ ).

Основная заработная плата ( $Z_{осн}$ ) исполнителя рассчитывается по формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p,$$

где  $Z_{осн}$  — основная заработная плата одного работника;

$T_p$  — продолжительность работ, выполняемых работником, раб. д.

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}$$

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

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

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

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

Таблица 2.14 - Баланс рабочего времени

Показатель рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	52	52
- праздничные дни	12	12
Потери рабочего времени		
- отпуск	24	24
- невыходы по болезни	-	-
Действительный годовой фонд рабочего времени	253	253

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

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

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

Таблица 2.15 — Расчёт основной заработной платы

Исполнители	Разряд	$k_T$	$Z_{\text{тс}}$ , руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_d$	$k_p$	$Z_m$ , руб.	$Z_{\text{дн}}$ , руб.	$T_p$ , раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$ , руб.
Руководитель	доцент	1	23264	0,3	0,2	1,3	45365	1865	14	26110
Студент		1	1742	0,3	0,2	1,3	3397	140	71	9940
Итого $Z_{\text{осн}}$										36050

### 2.4.3 Отчисления во внебюджетные фонды

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

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

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

На 2017 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30,2%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2017 году водится пониженная ставка – 30,2%.

Таблица 2.16 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Отчисления во внебюджетные фонды, руб.
Руководитель проекта	26110	7885
Студент	9940	3002
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,302	
	Итого	10887

#### 2.4.4 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = k_{\text{нр}} \cdot (\text{сумма статей } 1 \div 3),$$

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

$$Z_{\text{накл}} = 0,16 \cdot 50263 = 8192 \text{руб.}$$

Величину коэффициента накладных расходов  $k_{\text{нр}}$  допускается взять в размере 16%.

#### 2.4.5 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который

при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 2.17.

Таблица 2.17 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	36050
Отчисления во внебюджетные фонды	10887
Накладные расходы	8042
Материальные затраты	1898
Амортизация оборудования	1767
Бюджет затрат НТИ	59390

При планировании бюджета было обеспечено полное отражение всех видов возможных расходов, необходимых для его выполнения.

## 2.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансово, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

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

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

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

где  $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$  – интегральный финансовый показатель разработки;  $\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;  $\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

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

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности для  $i$ -го варианта исполнения разработки;  $a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;  $b_i^a, b_i^p$  – бальная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Таблица 2.18 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5	4	3
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	5	4	4
3. Помехоустойчивость	0,15	4	4	4
4. Энергосбережение	0,20	4	4	4
5. Надежность	0,25	4	5	5
6. Материалоемкость	0,15	5	3	3
ИТОГО	1	4,4	4,1	4

$$I_{p-исп1} = 5*0,1 + 4*0,15 + 5*0,15 + 4*0,2 + 4*0,25 + 5*0,05 + 4*0,01 = 3,94;$$

$$I_{p-исп2} = 3*0,1 + 2*0,15 + 3*0,15 + 3*0,2 + 4*0,25 + 2*0,05 + 4*0,1 = 3,15;$$

$$I_{p-исп3} = 4*0,1 + 3*0,15 + 3*0,15 + 3*0,2 + 4*0,25 + 4*0,05 + 4*0,1 = 3,5.$$

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

$$I_{исп1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр}}, I_{исп2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{финр}} \text{ и т. д.}$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (таблица 2.19) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ( $\mathcal{E}_{cp}$ ):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп1}}{I_{исп2}}$$

Таблица 2.19 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель	0,51	1	0,89
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,4	4,1	4
3	Интегральный показатель эффективности	8,6	4,1	4,5
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	2	0,9	1

Сравнительный анализ интегральных показателей эффективности показывает, что предпочтительным является первый вариант исполнения, так как данный вариант исполнения является наиболее экономичным и ресурсоэффективным.

Вывод по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

Таким образом, в результате проведенных исследований, установлено, что разработанный технологический процесс изготовления детали «Вал выходной» экономичен, энергоэффективен, характеризуется низкой материалоемкостью, высокой производительностью труда, поэтому данный научно-исследовательский проект конкурентоспособным. Также можно сказать, что задачи, поставленные в данном разделе выпускной квалификационной работы, решены в полном объеме. А именно:

1) Была выявлена конкурентоспособность мелкосерийного производства изготовления детали;

2) Проведен SWOT-анализ, в котором рассматриваются все сильные и слабые стороны проекта, а также возможности и угрозы, связанные с проектом;

3) Был распланирован график НИР, по которому руководителю отводится 14 рабочих дней, студенту 71 рабочий день;

4) При планировании комплекса работ по проекту была построена диаграмма Ганта, которая позволяет координировать работу исполнителей в ходе выполнения исследования;

5) Рассчитан бюджет НИР (58644 руб.): основная заработная плата составила 36050 руб. с учетом районного коэффициента, отчисления во ВБФ - 10887 руб., накладные расходы – 8042руб., материальные затраты – 1898руб., амортизация оборудования – 1767руб.

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
4A51	Азимбаеву Жанибеку Аскарбековичу

<b>Школа</b>	<b>ИШНПТ</b>	<b>Отделение (НОЦ)</b>	<b>Материаловедение</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	15.03.01 «Машиностроение»

Тема ВКР:

Проектирование технологического процесса изготовления детали «Фланец»	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	В качестве объекта исследования выступает производственный технологический процесс детали типа «Фланец». При разработке в основном используется металлообрабатывающие станки, которые неблагоприятно влияют на здоровье и несут за собой ряд опасных факторов.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	1. ГОСТ 12.1.005-88. 2. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. " 3. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. 4. ГОСТ 12.4.051-87. 5. СНиП 2.01.02-85. 6. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ 7. ГОСТ 12.2.032-78. 8. СанПиН 2.2.4.548–96. 9. СНиП 11-2-80. 10. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018)
<b>2. Производственная безопасность:</b> 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Вредные факторы: шум, вибрация, плохое освещение, вредные вещества. Опасные факторы: Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности заготовок, инструментов и оборудования, повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкании которой может произойти через тело человека. В целях индивидуальной защиты от вредных веществ рекомендуется использовать респираторы, либо применение специальных систем вытяжек ГОСТ 12.1.005-88 Свет влияет на физиологическое состояние человека, правильно организованное освещение стимулирует протекание процессов высшей нервной деятельности и повышает работоспособность. При повышенном уровне шума, во избежание негативных воздействий шума

	<p>рекомендуется использовать средства и методы коллективной защиты по ГОСТ 12.1.029-80; применение средств индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.051-87.</p> <p>Для защиты от возможных</p>
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	<p>Механическая обработка металлов на станках сопровождается выделением пыли, стружки, туманов масел и эмульсий</p>
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	<p>Типовая ЧС при исследовании: возникновение пожара.</p> <p>В данном случае источникам возгорания может оказаться неисправность и неправильная эксплуатация электроустановок. Предусмотренные средства пожаротушения (согласно требованиям противопожарной безопасности, СНиП 2.01.02-85): огнетушитель ручной углекислотный ОУ-5, пожарный кран с рукавом и ящик с песком (в коридоре).</p>

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

**Задание выдал консультант:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А51	Азимбаев Жанибек Аскарбекович		

### 3 Социальная ответственность

#### Введение

Безопасность жизнедеятельности представляет собой систему законодательных актов и соответствующих им социально - экономических, технических, гигиенических, организационных мероприятий, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

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

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

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

#### 3.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

3.1.1 Специальные (характерные для рабочей зоны станочника) правовые нормы трудового законодательства

Оператор станка работает в двух положениях: сидя и стоя (преимущественно). Рабочее место для выполнения работ сидя организуют при легкой работе, не требующей свободного передвижения работающего, а также при работе средней тяжести в случаях, обусловленных особенностями технологического процесса. Категории работ - по ГОСТ 12.1.005-88. Конструкция рабочего места и взаимное расположение всех его элементов (сиденье, органы управления, средства отображения информации и т.д.) должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы. Рабочее место должно быть организовано в соответствии с требованиями стандартов, технических условий и (или) методических указаний по безопасности труда.

Электробезопасность в соответствии с ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ обеспечивается: конструкцией металлорежущих станков, техническими способами и средствами защиты, организационными и техническими мероприятиями.

Требования к планам эвакуации в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.143-2002 включает в себя указание путей эвакуации, эвакуационных выходов и мест размещения спасательных средств, аварийных выходов [24].

### 3.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя

Энергоснабжение предприятия осуществляется от трехфазной сети 380/220 В с глухозаземленной нейтралью, переменного тока частотой 50 Гц. Электрооборудование, используемое на предприятии согласно ПУЭ относится к установкам напряжением до 1000 В. Условия, создающие особую опасность (особая сырость, химически активная или органическая среда, токопроводящая пыль и др.) в данном помещении отсутствуют. Поэтому по степени опасности поражения электрическим током помещение предприятия относится к классу помещений без повышенной опасности, т.к. отсутствует

возможность одновременного прикосновения человека к заземленным металлическим поверхностям и корпусу оборудования.

Рабочая зона - это часть пространства, в котором осуществляет основная трудовая деятельность, и проводится большая часть рабочего времени. При организации рабочего места, необходимо соблюдать следующие основные условия: оптимальное размещение оборудования, входящего в состав рабочего места; достаточное рабочее пространство, позволяющее осуществлять все необходимые движения и перемещения; необходимо естественное и искусственное освещение для выполнения поставленных задач; уровень акустического шума не должен превышать допустимого значения [22].

### 3.2 Производственная безопасность

#### 3.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в процессе производства детали

При производстве детали «Фланец» на участке цеха используется следующее оборудование: ленточнопильный станок, токарный станок с ЧПУ, фрезерный станок с ЧПУ, плоскошлифовальный станок, промывочная ванна и ванна химического никелирования. Перечень всех опасных и вредных факторов при изготовлении детали «Фланец» приведены в таблице 3.1 (по ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ).

Таблица 3.1 – Опасные и вредные факторы при изготовлении детали «Фланец»

Оборуд.	Вредные и опасные факторы	Меры защиты
Механическая обработка	1. Незащищённые подвижные элементы производственного оборудования	1. Ограждение зоны обработки

Продолжение таблицы 3.1

2. Опасный уровень напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека	2. $U=380В$ , $J=10А$ , $f=50Гц$ Применение контурного заземления $R_3 \leq 4Ом$
3. Повышенный уровень шума на рабочем месте $УЗД=97дБА$ $ПДУ=80дБА$	3. Использование звукопоглощающих покрытий $\alpha \geq 0,5$ , защитных кожухов, перфорированных экранов
4. Повышенный уровень вибрации $f=18Гц$ $ПДУ=92дБ$	4. Упругая подвеска, амортизация, индивидуальные средства защиты (антивибрационные пояса, спец. одежда, поглощающая обувь, коврик)
5. Стружкообразование материала стали 20	5. Индивидуальные средства защиты: очки, использование стружколомов, использование автоматической уборки стружки
6. Недостаточная освещенность рабочей зоны	6. Применение комбинированной системы освещения с использованием люминесцентных ламп типа ЛБ и ЛД
7. Повышенная запыленность воздуха рабочей зоны	7. Использование принудительной вытяжной вентиляции, СИЗ
8. Недопустимые метеорологические условия для помещения рабочей зоны	8. Использование приточно-вытяжной вентиляции, системы воздушного отопления

С точки зрения санитарно-гигиенических норм можно выделить следующие вредные факторы, связанные с работой на станках данного технологического процесса:

1) Загрязненность рабочей зоны мелкой стружкой и пылью обрабатываемого материала. Следствием этого может быть травма глаз и легочные заболевания, вызванные длительным воздействием пыли на органы дыхания;

2) Монотонный шум, вызванный работой станков. При обработке детали на токарных и фрезерных станках раздражающее действие на станочника оказывает шум в виде скрипа и свиста, обусловленный трением

инструмента об обрабатываемые материалы, а также шум, возникающий при работе станков. Воздействие шума на организм может проявляться в виде специфического поражения органа слуха в сочетании с нарушениями со стороны различных органов и систем. Также монотонный шум может привести к ослаблению внимания станочника. Следствием этого могут быть ошибочные переключения станочного оборудования, а это приводит к тяжелым различным травмам. Предельно допустимый уровень шума в цехе должен быть не более 80дБА, что соответствует ГОСТ 12.1.003-83. Допустимые уровни шума на рабочих местах относятся к широкополосному шуму. Источником вибраций в основном является сборочное оборудование, а причиной возникновения вибрации при работе станков являются неуравновешенные силовые воздействия;

3) Плохая освещенность. Недостаточная освещенность рабочей зоны приводит к перенапряжению органов зрения, в результате чего снижается острота зрения, и человек быстро устает. Работает менее продуктивно, возникает потенциальная опасность несчастных случаев и, кроме того, длительное, плохое освещение может привести к профессиональным заболеваниям (близорукость и др.). Причиной плохой освещенности в цехе является снижение уровня естественной освещенности в связи с загрязнением остекленных поверхностей световых проемов, стен и потолков;

4) Использование СОЖ приводит к различным заболеваниям кожи, а также раздражающе действует на слизистые оболочки верхних дыхательных путей;

5) Активную роль на безопасность работы оказывает вентиляция и отопление. Согласно ГОСТ 12.1.005-88 устанавливается комплекс оптимальных и допустимых метеорологических условий для помещения рабочей зоны, включающий значение температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха. Допустимые и оптимальные нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне помещения цеха приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Допустимые и оптимальные нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне помещения цеха

Период года	Температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость воздуха, м/с	
	оптим.	допуст.	оптим.	допуст.	оптим.	допуст.
Холодный	18-20	17-23	40-60	не более 75	не более 0,2	не более 0,3
Тёплый	21-23	18-27	40-60	не более 55 при 28°С 60 при 27°С 65 при 26°С 70 при 25°С 75 при 24°С	не более 0,3	0,2-0,4

3.2.2 Обоснование мероприятий по защите от действия опасных и вредных факторов.

В качестве мероприятий по снижению опасных и вредных факторов при производстве детали «Фланец» предлагается использовать:

1) Ограждение опасных зон: движущихся частей станков и механизмов, режущих инструментов, обрабатываемого материала, токоведущих частей электрооборудования, зоны выделения стружки;

2) Применение предохранительных устройств: от перегрузки станка, от перехода движущихся узлов за установленные пределы, от внезапного падения или повышения напряжения электрического тока;

3) Использование системы дистанционного управления: управление станком осуществляется с помощью стойки ЧПУ, которая включает в себя клавиатуру для ввода команд и дисплей. Стойка ЧПУ расположена вне опасной зоны станка;

4) Использование сигнализации безопасности: цветовой и

знаковой. Отключающие устройства станка, в том числе аварийные, окрашены в красный сигнальный цвет согласно. При нарушении технологического процесса на станке предусмотрены сигнальные лампы, окрашенные в красный цвет. Открытые и не полностью закрытые движущиеся части оборудования окрашены в желтый цвет. На шкафах с электрооборудованием станка нанесен знак «Осторожно! Электрическое напряжение»;

5) Применение расстояния и габаритных размеров безопасности: габаритные размеры рабочих мест, безопасные расстояния между станками и элементами производственного помещения, габаритные размеры, габаритные размеры подвеса электрических проводов;

6) Использование средств индивидуальной защиты: очки, спец. одежда, головные уборы, специальная обувь.)

7) Применение профилактических испытаний станка и его узлов: на механическую прочность, на электрическую проводимость, на надёжность срабатывания предохранительных устройств-блокировок;

8) Использование и применение специальных средств обеспечения безопасности: защитное контурное заземление  $R_3 \leq 4$  Ом, средства дробления сливной стружки в процессе резания, искусственное освещение станков, ограничители шума УЗД=97дБА, ПДУ=80дБА и вибрации  $f=18$ Гц, ПДУ=92дБ, манипуляторы с программным управлением;

9) Необходимой мерой безопасности является освещение в соответствии с требованиями норм и правил СНиП 23-05-95 для общего освещения производственных помещений механических цехов рекомендуется применять общее и местное освещение. Величина минимальной освещенности должна составлять 400 лк согласно СНиП II – 4 – 95. В нашем случае освещенность цеха комбинированная – сочетание общего освещения с местным источником света на рабочем месте. При устройстве освещения следует помнить, что оно нормируется и по показателям яркости рабочей поверхности. Поверхности, отражающие свет, не должны производить слепящего действия на человека. Наиболее благоприятно для человека

естественное освещение.

### 3.3 Экологическая безопасность

Механическая обработка металлов на станках сопровождается выделением пыли, стружки, туманов масел и эмульсий, которые через вентиляционную систему выбрасываются из помещений.

При обработке деталей на металлорежущих станках от 15 до 25% массы заготовки превращается в металлическую стружку, поэтому возникает важная проблема уборки стружки от станков и последующей ее утилизации и переработки. Обрабатываемая деталь «Фланец» изготовлена из стали, стружка после обработки идет на переработку.

Также огромное значение имеет очистка вентиляционных выбросов от механических примесей. Это происходит аппаратами мокрого и сухого пылеулавливания, волокнистыми фильтрами и электрофильтрами.

Очистку и обезвреживание газовых составляющих выбросов производства осуществляют конденсационным методом, заключающимся в охлаждении паровоздушной смеси ниже точки росы в специальных теплообменниках – конденсаторах.

Защита от тончайшей пыли и металлоабразивной стружки, а также от выбросов вредных газов осуществляется вытяжными трубами, воздухоотборниками, отсосами. Воздух, проходя через многочисленные фильтры, очищается, а пыль и грязь поступает в отходы.

Загрязнение водных ресурсов металлорежущими станками может произойти при чистке станков и его узлов. Такая чистка производится на специальном месте оборудованном стоком с фильтрами, задерживающими грязь, масла, кислоты.

На предприятиях машиностроительной промышленности очистка сточных вод осуществляется, как правило, в отстойниках, шлако-накопителях, нефте- и маслотовушках. Очищенные воды в большинстве случаев

используются в системах оборотного водоснабжения. При этом вода основного источника или из других циклов водопользования идёт на компенсацию потерь оборотной воды.

### 3.4 Безопасность при чрезвычайных ситуациях

К возможным ситуациям техногенного характера может быть выделено возгорание в цехе/производственном участке при несоблюдении предписанных норм пожарной безопасности или же вследствие короткого замыкания или проблем с токопроводящим оборудованием. Поэтому следует:

В качестве профилактических мероприятий на участке используются:

- правильная эксплуатация машин, правильное содержание территории, противопожарный инструктаж рабочих и служащих;
- соблюдение противопожарных правил, норм при устройстве оборудования, отопления, освещения, правильное размещение оборудования;
- запрещение курения в неустановленных местах, проведения сварочных и других огневых работ в пожароопасных помещениях;
- своевременные профилактические осмотры, ремонты и испытания технологического оборудования.
- применение автоматических средств обнаружения пожаров;
- повышение огнестойкости зданий и сооружений путём облицовки или оштукатуривания металлических конструкций;
- в доступном месте должны висеть инструкции по действиям при пожаре с указанием последовательности действий, а также планов эвакуации с телефонами спецслужб, куда стоит сообщить о возникновении чрезвычайной ситуации;
- обязательно наличие звуковой пожарной сигнализации. Система пожарной сигнализации включается в общезаводскую/общецеховую систему пожарных извещателей кольцевого типа. Оповещение рабочих происходит через местную связь (радиосвязь).

Для обеспечения тушения пожара в начальной стадии его возникновения используется система пожарных водопроводов и аппараты пожаротушения (смонтированные в зданиях стационарные установки, предназначенные для тушения пожара без участия людей, и огнетушители - пенные ОХВП-10 и углекислотные ОУ-2 по одному на каждые 700 м<sup>2</sup> площади, ящики с песком 1-ин на 500м<sup>2</sup> площади). Для обеспечения безопасности людей при пожарах в производственных помещениях предусматриваются пути эвакуации и устройства для удаления из помещений дыма (дымовые люки и т. п.)

Вывод по разделу «Социальная ответственность»:

В производственном цехе рабочее место около каждого станка должно быть обеспечено возможностью свободного доступа для эксплуатации и ремонта. При этом станки не должны загромождать проход в случае ЧС. Рычаг аварийного отключения электроэнергии должен быть легко достижим при работе у любой части станка.

В производственных цехах должны висеть огнетушители, а также силовой щит, позволяющий мгновенно обесточить его, т.к. имеется большое количество оборудования. На видном месте в коридорах вывешены инструкции и обязанности сотрудников и план эвакуации в случае пожара. В случаях, когда не удастся ликвидировать пожар самостоятельно, требуется вызвать пожарную охрану и покинуть помещение, руководствуясь разработанным и вывешенным планом эвакуации.

В данном разделе проведен анализ вредных факторов, к которым относятся повышенный уровень шума, отклонение показателей микроклимата в помещении, недостаточная освещенность рабочей зоны, физические и нервно-психические перегрузки. В том числе, выявлены опасные факторы производства – электрический ток и пожароопасность. В результате анализа даются рекомендации по обеспечению оптимальных условий труда и охране окружающей среды.

## Заключение

В ходе проделанной работы был разработан технологический процесс изготовления детали типа Фланец в условиях мелкосерийного производства. На первом этапе разработки был произведен анализ технологичности конструкции детали, при помощи встроенного приложения АРМ FEM, в программном обеспечении КОМПАС-3В v17.1, а так же был разработан технологический маршрут и выбран способ получения заготовки. На этапе проектирования технологических операций были рассчитаны минимальные припуски на механическую обработку, произведен выбор средств технологического оснащения и измерения, в связи с технологической необходимостью. В процессе разработки были рассчитаны режимы резания, учитывающие возможности выбранного технологического оборудования и материала заготовки. С помощью программы FeatureCAM были разработаны управляющие программы для операций с ЧПУ.

## Список используемых источников и литературы

1. Основы технологии машиностроения: учебное пособие / В.Ф. Скворцов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. -352 с.
2. Обеспечение эксплуатационных свойств деталей: Научная статья по специальности «Машиностроение». Автор: Дудников И.А. 2011г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/obespechenie-ekspluatatsionnyh-svoystv-detaley-opredelyayuschih-nadyozhnost-selskohozyaystvennyh-mashin>
3. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие / Под ред. Н.П. Солнышкина. Спб.: Изд-во СПбГТУ, 210. 344 с.
4. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. ред. А.А. Панова. – М.: Машиностроение, 1988. -736 с.
5. Припуски на механическую обработку [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/k/KOVN/academic/Tab3/7\\_raschet\\_pri\\_puskov\\_VN\\_rusPDF.pdf](http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/k/KOVN/academic/Tab3/7_raschet_pri_puskov_VN_rusPDF.pdf)
6. Справочник инструментальщика / И.А. Ориднарцев – Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1987. – 846 с.
7. Расчет режимов резания. Учебное пособие / Безъязычный В.Ф., Аверьянов И.Н., Кордюков А.В. – Рыбинск: РГАТА, 2009. – 185 с.
8. Техническое нормирование операций механической обработки деталей: Учебное пособие. Компьютерная версия. – 2-е изд., перер. /И.М. Морозов, И.И. Гузеев, С.А.Фадюшин. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2005. – 65 с.
9. Сайт подбора вакансий [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://russia.trud.com/>

10. Металлорежущие станки: учебное пособие / А.М. Гуртяков. – 3-е изд., перераб. и доп. – Томск, 2009. – 350 с.
11. Групповая технология машиностроительного производства. В 2-х т. Т. 2. Проектирование и использование технологической оснастки металлорежущих станков. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1983. – 376 с., ил.
12. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. Л., Машиностроение, 1975.
13. Балабанов А.М. Краткий справочник технолога машиностроителя / А.М. Балабанов – М.: Издательство стандартов, 1922. – 461 с.
14. Каталог высокоточного инструмента (ТИЗ) / (обновлен 02.04.2018) [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.tiz.ru/catalogues/katalog\\_vysokotoch.pdf](http://www.tiz.ru/catalogues/katalog_vysokotoch.pdf)
15. Каталог инструмента общепромышленного назначения (ТИЗ) / (обновлен 02.04.2018) [Электронный ресурс] – [http://www.tiz.ru/catalogues/katalog\\_opn.pdf](http://www.tiz.ru/catalogues/katalog_opn.pdf)
17. Sandvik Coromant™ Металложежущий инструмент [Электронный ресурс] - <https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/products/pages/tools.aspx>
18. Sandvik Coromant Toolguide™ [Электронный ресурс] - <https://www.sandvik.coromant.com/en-gb/products/Pages/toolguide.aspx>
19. Горизонтальный токарный центр L160A [Электронный ресурс] - <http://atmt.ru/l160a>
20. Вертикальный обрабатывающий центр KF4600 [Электронный ресурс] - <http://atmt.ru/kf4600>
21. ППБ 01-03. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации. – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2003. – 111 с.
22. Ефремова О.С. : Опасные и вредные производственные факторы и средства защиты работающих от них. Альфа-Пресс, 2005 г.-296с

23. П. А. Долина. Техника безопасности в электроэнергетических установках: справочное пособие. «Энергоатомиздат». Москва 1987. – 400 с.

24. Е.А. Алябышева, Е.В. Сарабаева и др. Промышленная экология: – ГОУ ВПО «Марийский государственный университет». Йошкар-Ола 2010. – 110 с.

Приложение А. «Чертеж заданной детали»

## Приложение Б «Комплект технологической документации»

Приложение В «Сборочный чертеж приспособления»