

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение
 Отделение школы (НОЦ) Отделение машиностроение

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Технологическая подготовка производства детали «Фланец прибора» на станках с ЧПУ

УДК 621.81-2:658:621.9.06-529

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А8А	Даныкин Виктор Владимирович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Ефременкова С.К.			

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кащук И.В.	К.Т.Н ДОЦЕНТ		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Черемискина М.С.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в профессиональной деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Умеет использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
ОПК(У)-2	Осознает сущности и значения информации в развитии современного общества
ОПК(У)-3	Владеет основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации
ОПК(У)-4	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ДОПК(У)-1	Способен разрабатывать и оформлять конструкторскую документацию в соответствии со стандартами и с учетом технических и эксплуатационных характеристик деталей и узлов изделий
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий

Код компетенции	Наименование компетенции
ПК(У)-2	Способен разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств
ПК(У)-3	Способен обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование
ПК(У)-4	Способен участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции
ПК(У)-5	Умеет проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования
ПК(У)-6	Умеет проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ
ПК(У)-7	Умеет выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
ПК(У)-8	Умеет применять методы стандартных испытаний по определению физико- механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
ПК(У)-9	Способен к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции
ПК(У)-10	Умеет учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании
ПК(У)-11	Умеет использовать стандартные средства автоматизации при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями
ПК(У)-12	Способен оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
ПК(У)-16	Способен к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки
ПК(У)-17	Умеет обеспечивать моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов

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

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки (специальность) 15.03.01 Машиностроение
 Отделение школы (НОЦ) отделение машиностроение

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Е.А. Ефременков
 (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
4А8А	Даныкину Виктору Владимировичу

Тема работы:

Технологическая подготовка производства детали «Фланец прибора» на станках с ЧПУ	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	03.02.2022 № 34-74/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	07.06.2022
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Чертёж детали «Фланец прибора» 2. Тип производства - мелкосерийное
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Технологическая подготовка производства детали «Фланец прибора»; 2. Социальная ответственность; 3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Чертеж детали; 2. Комплект технологической документации;

	3.Карты наладки; 4.Сборочный чертеж специального приспособления; 5.Спецификация.
--	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
«Социальная ответственность»	Черемискина М.С.
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Кашук И.В.

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

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	13.12.2021
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Ефременкова С.К.			13.12.2021

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А8А	Даныкин Виктор Владимирович		13.12.2021

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 104 с., 5 рис., 28 табл., 20 источников.

Ключевые слова: Фланец прибора, ЧПУ – числовое программное управление, технологический процесс, технологическая оснастка, базирование, приспособление.

Объектом исследования является деталь «Фланец прибора».

Цель работы – выполнить технологическую подготовку производства детали «Фланец прибора» с применением оборудования с ЧПУ.

В процессе выполнения ВКР были подробно рассмотрены следующие разделы: Проектирование технологического процесса изготовления детали; Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; Социальная ответственность.

В разделе «Проектирование технологического процесса» были рассмотрены следующие этапы: анализ технологичности; проектирование технологического маршрута и операций; разработаны управляющие программы для станков с ЧПУ; разработано специальное приспособление.

В разделе «Социальная ответственность» были рассмотрены вредные факторы присущие данному технологическому процессу, выбрано наиболее вероятное ЧП и разработаны мероприятия по его устранению.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» рассчитана стоимость разработки технологического процесса

Область применения: Машиностроение.

Перечень стандартов, используемых при оформлении пояснительных записок и чертежей

1. ГОСТ 1050-2013Metalлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей.
2. ГОСТ 2590-2006 Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый.
3. ГОСТ 9.306-85 ЕСЗКС. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Обозначения.
4. ГОСТ Р 53924-2010 Полотна ленточных пил. Типы и основные размеры.
5. ГОСТ 25347-82 Основные нормы взаимозаменяемости. ЕСДП Поля допусков и рекомендуемые посадки.
6. ГОСТ 12195-66 Приспособления станочные. Призмы опорные.
7. Конструкция.
8. ГОСТ 24104-2001 Весы лабораторные. Общие технические требования.
9. ГОСТ 2424-83 Круги шлифовальные. Технические условия.
10. ГОСТ 18880-73 Резцы токарные подрезные, отогнутые с пластинами из твердого сплава. Конструкция и размеры.
11. ГОСТ 18879-73 Резцы токарные проходные упорные с пластинами из твердого сплава. Конструкция и размеры.
12. ГОСТ 18883-73 Резцы токарные расточные с пластинами из твердого сплава для обработки глухих отверстий. Конструкция и размеры.
13. ГОСТ 2675-80 Патроны самоцентрирующиеся трехкулачковые. Основные размеры.
14. ГОСТ 14952-75 Сверла центровочные комбинированные. Технические условия.
15. ГОСТ 10903-77 Сверла спиральные с коническим хвостовиком.
16. Основные размеры.
17. ГОСТ 13598-85 Втулки переходные для крепления инструмента с коническим хвостовиком. Конструкция и размеры.
18. ГОСТ 9378-75 Образцы шероховатости поверхности (сравнения). Общие технические условия.

19. ГОСТ 1465-80 Напильники. Технические условия.
20. ГОСТ 1513-77 Надфили. Технические условия.
21. ГОСТ 2682-86 Оправка с конусом Морзе для сверлильных патронов.
22. Конструкция и размеры.
23. ГОСТ 6507-90 Микрометры. Технические условия.
24. ГОСТ 4126-66 Шаблоны радиусные.
25. ГОСТ 26228-90 Системы производственные гибкие. Термины и определения, номенклатура показателей.
26. СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы.
27. СН 2.2.4/2.1.8.562–96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
28. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение.
29. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
30. Р 2.2.200605 Гигиена труда. Руководство, по гигиенической оценке, факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
31. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).
32. Шум. Общие требования безопасности.
33. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
34. ГОСТ 3.1404-86 ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием.
35. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019)
36. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
37. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки"

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

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

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

41. СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

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

43. ГОСТ 27782-88 Материалоемкость изделий машиностроения. Термины и определению.

Оглавление

1. Технологическая подготовка	14
1.1 Технологическая подготовка производства.....	14
1.2 Технологическая подготовка производства для детали «Фланец прибора»	15
2. Проектирование технологического процесса изготовления детали.....	17
2.1 Анализ технологичности конструкции детали.....	17
2.2 Обеспечение эксплуатационных свойств детали	19
2.3 Способ получения заготовки	21
2.4 Проектирование технологического маршрута	23
2.5 Подбор средств технологического оснащения.....	28
2.6 Выбор средств технологического контроля	32
2.7 Расчёт припусков на обработку	36
2.8 Расчёт режимов резания	42
2.9 Разработка управляющих программ.....	45
2.10 Размерный анализ технологического процесса.....	46
2.11 Проектирование и расчёт приспособления.....	49
3 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	54
3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	55
3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	55
3.1.2 Анализ конкурентных технических решений	57
3.1.3 Технология QuaD	59
3.1.4 SWOT-анализ.....	62
3.2 Планирование научно-исследовательских работ	65
3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	65
3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения	66
3.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	69
3.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования	70
3.3.2 Расчет амортизации специального оборудования.....	71
3.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы	73
3.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	75
3.3.5 Накладные расходы.....	76
3.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	78

3.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	79
4 Социальная ответственность	86
4.1 Правовые вопросы и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	87
4.2 Производственная безопасность.....	90
4.3 Экологическая безопасность.....	98
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	100
Заключение	102
Список литературы	103
Приложение А	105

Введение

Ключевую роль в осуществлении новейших достижений науки и техники отводится машиностроению. Ускорение темпов его роста - основа научно-технического прогресса во всех отраслях народного хозяйства и поддержания на должном уровне обороноспособности страны. Машиностроение призвано выпускать системы и комплексы машин, оборудования и приборов высшего технико-экономического уровня, обеспечивающего революционные перемены в технологии и организации производства, многократное повышение производительности труда, снижение материалоемкости и энергоемкости, улучшение качества продукции, рост фондоотдачи. Использование в механообработке станков с ЧПУ позволяет модернизировать технологическую подготовку производства, перейти от практики разработки и применения индивидуальных технологических процессов к созданию унифицированных технологий. При этом технологическая унификация имеет две стороны, непрерывно связанные между собой: унификацию объектов производства и унификацию технологических процессов. Детали машин, несмотря на все свое многообразие, обладают рядом сходных признаков, можно выделить основные группы признаков:

1. функционально-конструктивные, они определяют служебное назначение объекта;

2. конструктивные, которые определяют только различия или общность конструктивных форм и элементов детали, их конфигурацию;

3. технологические, определяют общность решения технологических задач;

4. конструктивно-технологические - складываются из тех и других признаков, выбор признаков в значительной степени обусловлен целью разработки системы. В данном случае классификация носит технологическую направленность, целью которой является создание базы для разработки групповых технологических процессов. Пользуясь соответствующими схемами можно объединить детали в виде комбинаций различных составляющих

геометрических элементов: плоскостей, цилиндрических поверхностей, уступов, отверстий.

Руководствуясь выше сказанным, была произведена технологическая подготовка производства детали детали «Фланец прибора» с применением станков ЧПУ. Для этого разработан технологический маршрут изготовления детали «Фланец прибора», составлены карты наладки с применением станков с ЧПУ и вся соответствующая технологическая документация.

1. Технологическая подготовка

1.1 Технологическая подготовка производства

Технологическая подготовка производства (ТПП) — совокупность процессов по обеспечению технологической готовности производства к выпуску спроектированного изделия, при соблюдении требований к срокам, качеству и объемам выпускаемой продукции, а также учитывая запланированные затраты.

Технологическая подготовка производства включает:

- обеспечение технологичности конструкции изделия;
- проектирование технологических процессов и средств технологического оснащения;
- расчет технически обоснованных материальных и трудовых нормативов;
- необходимого числа оборудования и производственных площадей;
- внедрение технологических процессов и управление ими в производстве.

Конечной целью ТПП является создание технологической документации.

Перечислим этапы технологической подготовки производства:

- Анализ технологичности конструкции детали;
- Обеспечение эксплуатационных свойств детали;
- Способ получения заготовки;
- Проектирование технологического маршрута;
- Подбор средств технологического оснащения;
- Выбор средств технологического контроля;
- Расчёт припусков на обработку;
- Расчёт режимов резания;
- Проектирование технологических операций.

1.2 Технологическая подготовка производства для детали «Фланец прибора»

Одной из целей ВКР является обеспечение высокого качества изготовления деталей. Также необходимо создать условия для обеспечения максимальной производительности. При этом финансовые затраты должны быть минимальны.

При технологической подготовке производства необходимо выявить недостатки, содержащиеся в чертежах детали и предъявляемых требованиях, и при возможности устранить их, улучшив при этом технологичность детали.

Технологичность конструкции изделия – это совокупность свойств изделия, определяющих приспособленность его конструкции к достижению оптимальных затрат ресурсов при производстве и эксплуатации. Технологичность конструкции принято оценивать по следующим показателям:

- материалоемкость изделия – затраты материальных ресурсов, необходимых для производства, эксплуатации и ремонта изделия;
- металлоемкость изделия – затраты металла, необходимого для производства, эксплуатации и ремонта изделия;
- энергоемкость изделия – затраты топливно-энергетических ресурсов, необходимых для производства, эксплуатации и ремонта изделия;
- трудоемкость изделия в изготовлении (ремонте) – суммарные затраты труда на выполнение технологических процессов изготовления (ремонта) изделия.

Цель работ по обеспечению ТК заключается в придании конструкции изделия такого комплекса свойств, при котором достигаются оптимальные затраты всех видов ресурсов при производстве, эксплуатации и ремонте изделия [1].

Деталь «Фланец прибора» должна обладать свойствами, которые определяют длительность рабочего ресурса и надёжность изделия в соответствии с их функциональным назначением и условиями эксплуатации. Такими свойствами является износостойкость, коррозионная стойкость, жаростойкость, хладостойкость.

Необходимо определить способ получения заготовки, учитывая при этом коэффициент использования материала (КИМ). При больших расходах материала соответственно будет увеличиваться стоимость получения детали. Также необходимо проанализировать, какой материал будет использоваться при изготовлении детали, так как материалы имеют различные свойства.

Одним из этапов технологической подготовки производства является составление последовательности прохождения заготовки по цехам и производственным участкам предприятия в ходе технологического процесса изготовления детали.

Расчёт оптимальных припусков является важной задачей при обеспечении высоких качеств детали. Правильно подобранные припуски позволяют получать поверхность необходимой точности и показателя шероховатости. Обеспечение оптимальных припусков приводит к уменьшению расходов материала и как следствие к снижению себестоимости детали.

Опираясь на всё вышесказанное необходимо составить последовательность технологических операций.

Назначение режимов обработки резанием является одной из важных задач при технологической подготовке производства. Режимы обработки оказывают влияние на показатели производства как технические, так и экономические. В связи с этим расчет режимов резания является одной из самых массовых задач в машиностроении. Особое значение при расчете режимов резания имеет зависимость между стойкостью режущего инструмента, скоростью резания, подачей и глубиной резания, а также геометрическими параметрами режущего инструмента.

Одним из этапов является выбор средств технологического оснащения и контроля, необходимых для осуществления технологического процесса.

2. Проектирование технологического процесса изготовления детали

2.1 Анализ технологичности конструкции детали

Анализ технологичности включает обработку конструкции детали с целью максимальной унификации элементов (размеров, резьб, фасок и др.), правильный выбор и простановку размеров, оптимальных допусков и шероховатости поверхности, соблюдение всех требований, предъявляемых к заготовкам и т.д.

При обработке на технологичность конструкции детали необходимо производить оценку в процессе ее конструирования [8].

Деталь имеет как цилиндрическую, так и прямоугольную поверхность. Наружная цилиндрическая поверхность имеет шероховатость Ra 0,32; Внутренняя цилиндрическая поверхность имеет шероховатость Ra 1,25. Это потребует использование дополнительной шлифовальной операции. Точность внутренних и наружных поверхностей вплоть до 5 качества, что также потребует дополнительных операций. Помимо этого имеются канавки для выхода шлифовального круга. Также имеются отверстия с довольно сложным, и при этом точным расположением. Шероховатость отверстий - Ra 2,0. Также имеются резьбовые отверстия с резьбой М6-7Н. Одна канавка имеет радиальное биение 0,05.

Анализ стали

Деталь «Фланец прибора» изготавливается из стали 20. Химический состав стали представлен в таблице 1

Таблица 1 – химический состав стали 20.

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As
0,17-0,24	0,17-0,37	0,35-0,65	до 0,3	до 0,04	до 0,035	до 0,25	до 0,3	до 0,08

Сталь 20 — углеродистая. Именно процентное содержание вещества — углерода, определяет название сплава. По ГОСТу 1050-2013 его должно быть от 0,17 до 0,24%, или среднее значение – 0,2%. Оно и используется для маркировки металла.

Основа — железо. Дополнительные компоненты:

1. Углерод (0,2%). От данного компонента зависит прочность, твердость сплава. Чем его больше, тем выше эти показатели, но при этом снижается пластичность.

2. Марганец (0,6%). Это сильный раскислитель. При его добавлении снижается количество серы в составе. Увеличивает показатель прочности, износоустойчивости у поверхности структуры сплава. Улучшает ковку, сварку металла.

3. Кремний (0,35%). Сильный раскислитель. Добавляется для уменьшения содержания азота, кислорода, водорода. Это снижает количество пор, газовых раковин, которые негативно влияют на прочность.

4. Медь (0,3%), хром (0,2%), никель (0,3%). Эти компоненты нужны для повышения устойчивости к образованию ржавчины, увеличения механической стойкости.

5. Сера (0,04%), фосфор (0,035%). Вредные компоненты, которые ухудшают его технические характеристики, свойства [5]

Итоги выведем в таблицу 2.

Таблица 2 – Анализ технологичности детали «Фланец прибора».

Положительно	Отрицательно
1. Сталь 20 является высокотехнологичным сплавом и хорошо поддается обработке резанием 2. Умеренная цена сплава 3. Наличие канавок для выхода шлифовального круга	1. Изначально предполагалось, что деталь изготавливается отливкой 2. Деталь несимметрична 3. Есть размеры 5, 6, 7 качества 4. Непростое расположение отверстий 5. Наличие шероховатостей Ra 0,32; Ra 1,25 6. Наличие радиального биения 0,05

2.2 Обеспечение эксплуатационных свойств детали

Надежность и долговечность машин зависит от эксплуатационных свойств их деталей и соединения – статической, усталостной и контактной прочности, коррозионной стойкости, герметичности, износостойкости, прочности посадок и др. указанные свойства зависят от механических свойств материалов, точности размеров деталей параметров качества их поверхностного слоя и условий эксплуатации [19].

Многие эксплуатационные свойства деталей зависят от состояния их поверхностного слоя: наличие или отсутствие наклепа, микротрещин, твердость и др. В настоящее время, широкое применение в области повышения эксплуатационных свойств деталей получили методы поверхностного пластического деформирования (ППД), которые позволяют при сравнительно низких производственных затратах в несколько раз повысить сопротивление усталости, контактной жёсткости, износостойкости и увеличить тем самым ресурс работы машин.

В процессе механической обработки заготовка подвергается упрочнению. Управлять поверхностным упрочнением можно применением соответствующего способа пластического деформирования или метода механической обработки [19].

Для формирования поверхностного слоя заготовок применяют следующие виды обработки:

- химико-термическая (цементация, азотирование, нитроцементация);
- упрочнение поверхностным пластическим деформированием;
- лазерное поверхностное упрочнение;
- ионная имплантация;
- осаждение покрытий из паровой фазы в вакууме;
- детонационно-газовое нанесение покрытий.

На основе анализа определяются параметры качества поверхностного слоя и оптимизируются эксплуатационные свойства детали. Решение этих задач возможно расчетно-аналитическим, экспериментальным или опытно-

статическим способом. Для анализа нашей заготовки воспользуемся программой Solid Works, которая включает сразу три способа это: расчетно-аналитическое, экспериментальное и опытно-статическое. Произведем необходимые инженерные расчеты: определение напряженно-деформированного состояния детали, распределение напряженно-деформированного состояния конструкции в любом текущем сечении, рассчитывается температурное поле, устойчивость детали.

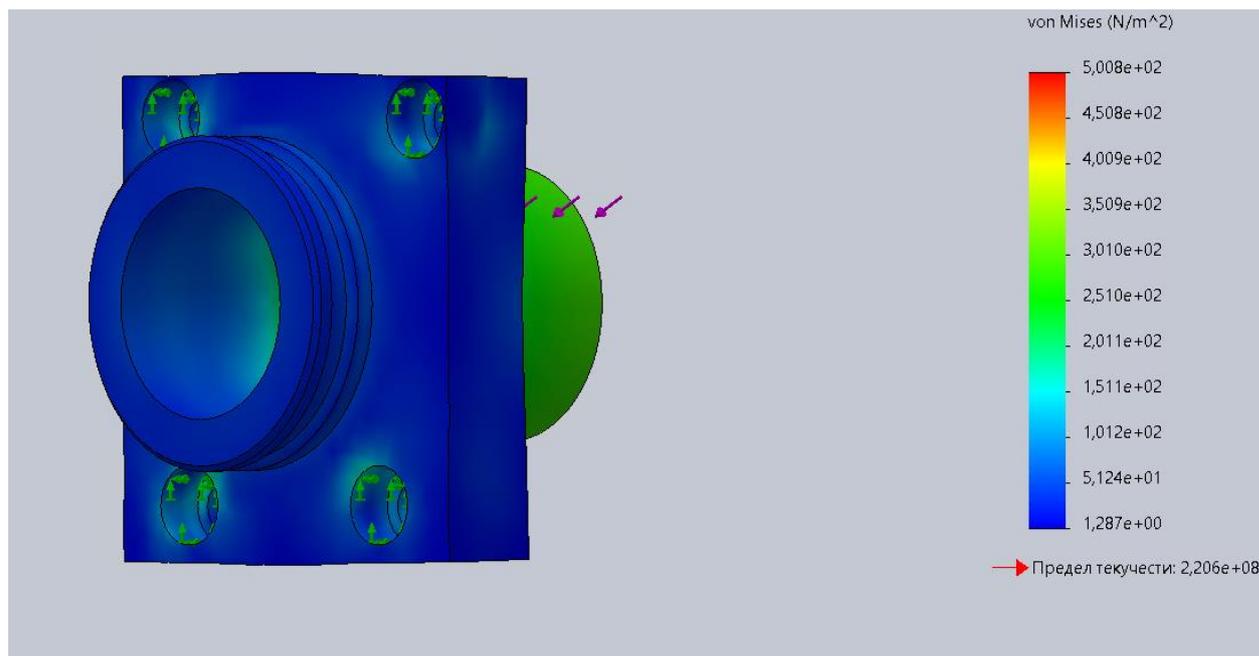


Рисунок 1 – результаты анализа напряженно-деформированного состояния детали.

2.3 Способ получения заготовки

От выбора заготовки зависит построение всего технологического процесса изготовления детали. Самым первым критерием при выборе типа заготовки служит материал, из которого изготавливается деталь. Вторым критерием являются размер и сложность получаемой детали. Правильный выбор заготовки влияет на трудоемкость и себестоимость продукции.

Способ получения заготовки будем определять на основании чертежа детали, результатов анализа ее служебного назначения и технических требований, программы выпуска и величины серии, типа производства, наличия оборудования, экономичности изготовления.

Существуют различные способы получения заготовок: литье, штамповка, сортовой прокат и др. Анализируя чертеж, отметим, что деталь имеет непростую форму, но довольно компактный размер. Будем рассматривать два наиболее экономичных способа получения заготовок – штамповку и прокат. Наиболее оптимальный вариант определяется сравнительным технико-экономическим анализом. Чем больше заготовка приближена к форме и размерам готовой детали.

Деталь «Фланец прибора» принадлежит к группе деталей, у которых все поверхности подлежат обработке путем снятия стружки. Сталь 20, из которого изготовлена деталь, поставляется как в форме листов, так и в форме прессованных полуфабрикатов.

Рассчитаем коэффициент использования материала по формуле [3]. Масса детали по данным КОМПАС-3D v18.1 равна 1,48 кг

$$\text{КИМ} = \frac{m_d}{m_z},$$

где m_d - масса детали;

m_z - масса заготовки;

$$\text{КИМ} = \frac{1,48}{7,856 + 0,15} = 0,184$$

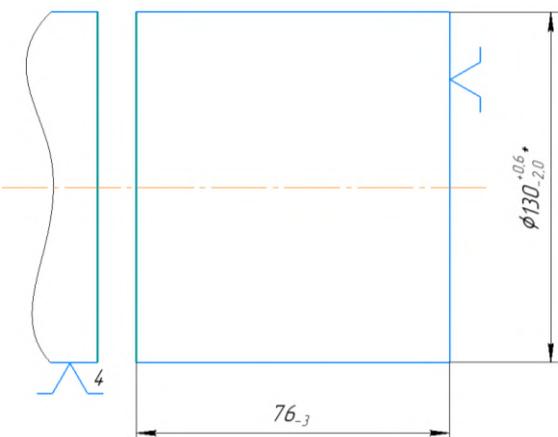
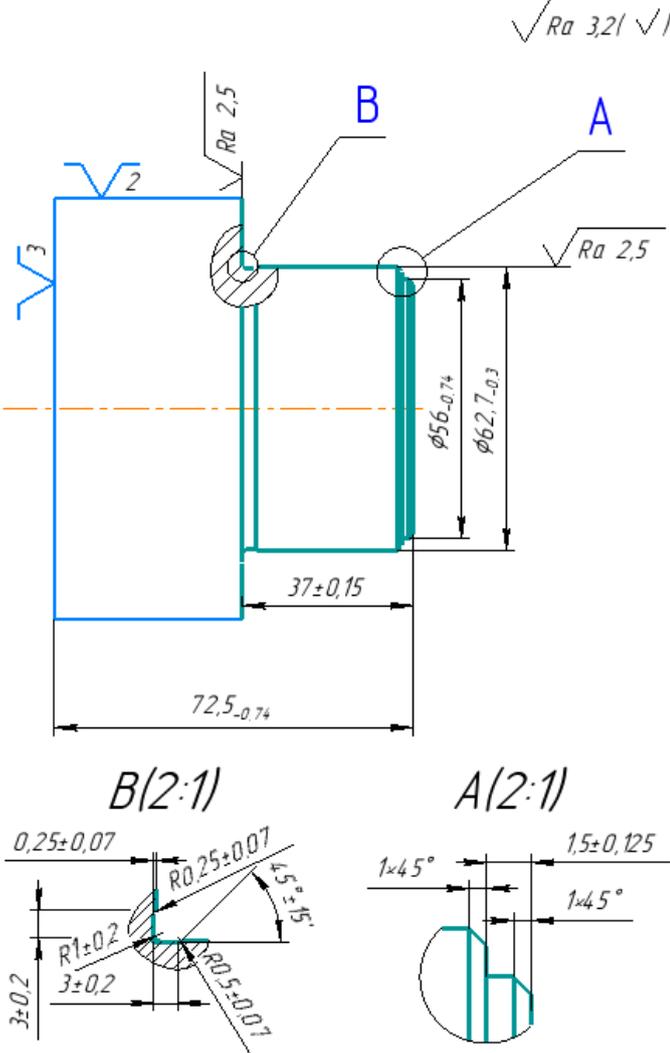
Исходя из вышесказанного, в качестве заготовки применяется прессованный пруток круглого сечения диаметром 130 мм, полученный согласно

ГОСТ 21488–97. Получение такой заготовки – один из простых, дешёвых и распространённых процессов. Получение штамповкой или ковкой единичных заготовок не позволит получить приемлемую для обработки форму и только приведёт к увеличению стоимости заготовительной операции.

2.4 Проектирование технологического маршрута.

Технологический маршрут оформим в таблице 3.

Таблица 3 – маршрут технологического процесса.

Операционный эскиз	Описание
 <p style="text-align: center;">* - размер для справок</p>	<p>005 Заготовительная</p> <p>А. Установить заготовку в призмы.</p> <p>База: Наружный диаметр и торец.</p> <p>1. Отрезать заготовку, выдерживая размер $76_{-0,3}$ мм.</p>
	<p>010 Токарная с ЧПУ</p> <p>А. Установить заготовку в трехкулачковом патроне.</p> <p>База: Наружный диаметр и торец.</p> <p>1. Подрезать торец, выдерживая размер $72,5_{-0,74}$ мм.</p> <p>2. Точить наружный диаметр $\varnothing 62,7_{-0,3}$ мм, выдерживая размер $37 \pm 0,15$ мм.</p> <p>3. Точить наружный диаметр $\varnothing 56_{-0,74}$ мм, выдерживая размер $1,5 \pm 0,125$ мм.</p> <p>4. Снять фаску $1 \times 45^\circ$, выдерживая размер $1,5 \pm 0,125$ мм.</p> <p>5. Снять фаску $1 \times 45^\circ$ на правом торце.</p> <p>6. Точить канавку В $3 \pm 0,2$ мм для выхода шлифовального круга.</p>

Операционный эскиз	Описание
<p>The drawing shows a cylindrical part with a total length of $70_{-0,3}$ mm. Key dimensions include a diameter of $\phi 56,7_{-0,3}$ mm, a diameter of $\phi 37,5_{+0,1}$ mm, and a diameter of $\phi 51,3_{-0,074}$ mm. A chamfer of $0,5 \times 45^\circ$ is specified at the right end. A groove with a diameter of $4 \pm 0,09$ mm is shown. Surface finish requirements are indicated as $Ra 3,2$ and $Ra 2,5$. A detail view shows a chamfer of $3 \pm 0,2$ mm with a $45 \pm 15^\circ$ angle and a groove with a diameter of $3 \pm 0,2$ mm. Another detail view shows a chamfer of $4 \pm 0,09$ mm with a 15° angle and a groove with a diameter of $4 \pm 0,09$ mm. The drawing also includes a surface finish symbol $\sqrt{Ra 3,2} \sqrt{1}$ and a tolerance symbol E.</p>	<p>015 Токарная с ЧПУ</p> <p>А. Установить заготовку в трёхкулачковый патрон</p> <p>База: наружный диаметр и торец</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подрезать торец, выдерживая размер $70_{-0,3}$ мм 2. Точить наружный диаметр $\phi 56,7_{-0,3}$, выдерживая размер $13 \pm 0,15$ мм. 3. Точить канавку $\Delta 4 \pm 0,09$ мм, выдерживая размеры согласно эскизу 4. Точить канавку $\Gamma 3 \pm 0,2$ мм для выхода шлифовального круга согласно эскизу 5. Снять фаску $0,5 \times 45^\circ$ на правом торце. 6. Центровать отверстие $\phi 3,15$ мм 7. Сверлить сквозное отверстие $\phi 20$ мм 8. Растачить сквозное отверстие диаметром $\phi 37,5_{+0,1}$ мм

Операционный эскиз	Описание
	<p>025 Слесарная</p> <p>А. Установить заготовку в трёхкулачковый патрон</p> <p>База: наружный диаметр и плоскость.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Снять заусенцы, притупить острые кромки 2. Снять фаску $1 \times 45^\circ$ в 2 отверстиях $\phi 5^{+0,26}$. 3. Нарезать резьбу М6-7Н согласно эскизу в 2 отверстиях $\phi 5^{+0,26}$.

Операционный эскиз	Описание
	<p>030 Внутришлифовальная</p> <p>А. Установить заготовку в трёхкулачковом патроне</p> <p>База: Наружный диаметр и торец</p> <p>1. Шлифовать сквозное отверстие диаметром $\phi 38^{+0,025}$ мм.</p>
	<p>035 Круглошлифовальная</p> <p>А. Установить заготовку в специальном приспособлении</p> <p>База: внутренний диаметр и торец</p> <p>1. Шлифовать наружный диаметр $\phi 56_{-0,019}$ мм в размер $13 \pm 0,215$ мм.</p> <p>2. Шлифовать наружный диаметр $\phi 62_{-0,013}$ в размер $37 \pm 0,31$ мм.</p>
<p>040 Промывочная</p> <p>Промыть деталь по ТП 01279-00002</p>	
<p>045 Консервация</p> <p>Консервировать по ТП 60270-00001, вариант 1.</p>	

2.5 Подбор средств технологического оснащения

Средствами технологического оснащения называют совокупность орудий производства, необходимых для осуществления технологического процесса. Технологический процесс оснащается с целью обеспечения требуемой точности обрабатываемых деталей и повышения производительности труда [2].

Выбор средств технологического оснащения будем выбирать исходя из типа производства, габаритов заготовки и требуемой точности обработки. К тому же будем выбирать оборудование с наименьшей стоимостью. В первую очередь выбирают стандартное технологическое оснащение. В том случае, когда стандартного оснащения не достаточно, производится выбор и проектирование специального оснащения.

Подберем необходимые для механической обработки средства технологического оснащения и занесем данные в таблицу 4.

Таблица 4 – подбор средств технологического оснащения.

Операция	Оборудование	Инструмент	Приспособление
005 Заготовительная	Отрезной круглопильный станок МП8Г663-200.001	Пила 2257-0055 ГОСТ 18210-72.	Призмы опорные 7033-0040 ГОСТ 12195-66.
010 Токарная с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ 16А25Ф3	Резец подрезной 2112-0084 ГОСТ 18880-73; Резец проходной 2100-0003 ГОСТ 18878-73; Резец 2141-0002 ГОСТ 18883-73.	Трехкулачковый патрон 7100-0009 ГОСТ 2675-80.

Операция	Оборудование	Инструмент	Приспособление
015 Токарная с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ 16A25Ф3	<p>Резец подрезной 2112-0084 ГОСТ 18880-73;</p> <p>Резец проходной 2100-0003 ГОСТ 18878-73;</p> <p>Резец прорезной 2120-0501 ГОСТ 18874-73;</p> <p>Резец 2141-0002 ГОСТ 18883-73;</p> <p>Центровочное сверло $\varnothing 3,15$ мм 2317-0103 ГОСТ 14952-75;</p> <p>Сверло $\varnothing 20$ мм 2300-6467 ГОСТ 10902-77;</p> <p>Резец расточной 2141-0201 ГОСТ 18883-73.</p>	<p>Трехкулачковый патрон 7100-0009 ГОСТ 2675-80;</p> <p>Патрон цанговый 2-40-17-110 ГОСТ 26539-85.</p>
020 Вертикально- фрезерная с ЧПУ	Фрезерный станок с ЧПУ VTM5	<p>Фреза 2200-0301 ГОСТ 29092-91;</p> <p>Центровочное сверло $\varnothing 1$ мм</p>	<p>Трехкулачковый патрон 7100-0009 ГОСТ 2675-80;</p>

Операция	Оборудование	Инструмент	Приспособление
		2317-0101 ГОСТ 14952-75; Сверло 2300-0303 ГОСТ 10902-77; Центровочное сверло $\varnothing 1$ мм 2317-0104 ГОСТ 14952-75; Сверло 2300-3449 ГОСТ 10902-77; Зенкер 2320-2554 ГОСТ 12489-71; Цековка 2350-0677 ГОСТ 26258-87; Зенковка 2353- 0081 ГОСТ 14953- 80.	Патрон цанговый 2-40-17-110 ГОСТ 26539-85.
025 Слесарная	Верстак	Комплект метчиков 2621-1153 ГОСТ 3266-81; Напильник 2820-0012 ГОСТ 1465-80;	

Операция	Оборудование	Инструмент	Приспособление
		Надфиль 2828-0041 ГОСТ 1513-77. Зенковка 2353-0081 ГОСТ 14953-80;	
030 Внутришлифовальная	Внутришлифовальный станок ЗК225А	Круг шлифовальный 1-20x10x6-КНБ- F120-S-6-V-A-1 К 50 м/с ГОСТ 2424-83.	Трехкулачковый патрон 7100-0009 ГОСТ 2675-80
035 Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок КШ-400	Круг шлифовальный 1-150x8x32-КНБ- F120-S-6-V-A-1 К 35 м/с ГОСТ 2424-83.	Специальное приспособление
040 Промывочная	Промывочная ванна	Раствор по ТТП 01279-00002	
045 Консервация		Материалы по ТТП 60270-00001, вар. 1	

2.6 Выбор средств технологического контроля

Развитие промышленности характеризуется значительным повышением внимания производителей и потребителей к качеству промышленной продукции. Выпуск продукции высокого качества рассматривается теперь во всех странах мира как одно из важнейших условий развития экономики страны, от которого зависят темпы промышленного развития, эффективность использования трудовых ресурсов, успехи внешней торговли и престиж страны на международной арене.

Техническим контролем называется проверка соответствия объекта установленным техническим требованиям [9].

Подберём средства технологического контроля в таблице 5.

Таблица 5 – Средства технологического контроля.

Операция	Способ контроля	Измерительный прибор
010 Токарная с ЧПУ	Инструментальный, визуальный.	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93; Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89; Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89; Угломер типа 3-5 ГОСТ 5378; Набор радиусных шаблонов №1 ГОСТ 4126-66;
015 Токарная с ЧПУ	Инструментальный, визуальный.	Штангенциркуль ШЦ- I -125-0,05 ГОСТ 166-89;

Операция	Способ контроля	Измерительный прибор
		<p>Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93;</p> <p>Штангенциркуль ШЦ- I -125-0,1 ГОСТ 166-80;</p> <p>Угломер типа 2-2 ГОСТ 5378;</p> <p>Индикатор ИЧ10Б кл. 1 ГОСТ 577-68;</p> <p>Стойка С-111 ГОСТ 10197-70</p> <p>Штангенциркуль ШЦЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89;</p> <p>Угломер типа 3-5 ГОСТ 5378;</p> <p>Набор радиусных шаблонов №1 ГОСТ 4126-66;</p> <p>Штангенциркуль ШЦЦ- II -150-0,01 ГОСТ 166-89;</p>
020 Вертикально-фрезерная с ЧПУ	Инструментальный, визуальный.	<p>Штангенциркуль ШЦ- II -125-0,1 ГОСТ 166-89;</p> <p>Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93;</p> <p>Штангенциркуль ШЦ- I -125-0,05 ГОСТ 166-89</p> <p>Штангенциркуль ШЦК-I-150-0,02</p>

Операция	Способ контроля	Измерительный прибор
		ГОСТ 166-89; Угломер типа 2-2 ГОСТ 5378 Штангенциркуль ШЦЦ- I I -150-0,05 ГОСТ 166-89; Штангенциркуль ШЦ- I I -125-0,05 ГОСТ 166-89; Штангенциркуль ШЦ- I I -150-0,05 ГОСТ 166-89; Штангенциркуль ШЦ- I I -125-0,1 ГОСТ 166-89;
025 Слесарная	Инструментальный, визуальный.	Калибр резьбовой М6-7Н ГОСТ 18465-73. Зенковка 2353-0081 ГОСТ 14953-80; Штангенциркуль ШЦ- I -125-0,05 ГОСТ 166-89; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93; Угломер типа 2-2 ГОСТ 5378

Операция	Способ контроля	Измерительный прибор
030 Внутришлифовальная	Инструментальный, визуальный.	Нутромер НИ-18-50-1 ГОСТ 868-82; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93.
035 Круглошлифовальная	Инструментальный, визуальный.	Микрометр МК Ц75 ГОСТ 6507-90; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93.

2.7 Расчёт припусков на обработку

Одной из важнейших задач, решаемых в рамках технологического проектирования, является обеспечение требуемого качества деталей и машин при минимальных затратах ресурсов. В условиях высокой стоимости материалов проблема снижения материалоемкости производства особенно актуальна. Одним из путей снижения материалоемкости является уменьшение припусков на обработку. Помимо роста материальных затрат, «закладываемых» в заготовку вместе со стоимостью материала, завышенные значения припусков ведут к росту трудоемкости и энергозатрат при изготовлении изделий, снижению эффективности использования оборудования, в первую очередь с ЧПУ, и в конечном итоге к росту себестоимости изготовления изделия. Определение припусков на механическую обработку состоит из двух основных этапов - определение величин припусков на обработку в соответствии с технологическими переходами ТП и определение размеров заготовки, в соответствии с техническими требованиями рабочего чертежа.

Минимальные припуски на обработку Z_{imin} в основном определяются двумя методами: нормативным и расчетно-аналитическим. При нормативном методе значения Z_{imin} находят непосредственно по таблицам, которые составлены путем обобщения и систематизации производственных данных. Этот метод, благодаря своей простоте, нашел широкое распространение в машиностроении. Основным недостатком нормативного метода – неполный учет особенностей выполнения конкретной операции (перехода). Значения припусков, определенные нормативным методом, обычно оказываются завышенными. При расчетно-аналитическом методе Z_{imin} находят путем суммирования отдельных составляющих, что позволяет наиболее полно учесть конкретные условия обработки. При этом выделяют следующие факторы, определяющие значения минимального припуска.

1. Шероховатость поверхности Rz_{i-1} , полученная на предшествующем переходе (операции) обработки данной поверхности.

2. Толщина дефектного поверхностного слоя h_{i-1} , сформированного на предшествующем переходе (операции) обработки данной поверхности.
3. Погрешность формы обрабатываемой поверхности, полученная на предшествующем переходе (операции) ее обработки $\rho_{\phi_{i-1}}$, если эта погрешность не входит в допуск на соответствующий размер.
4. Погрешность расположения обрабатываемой поверхности относительно технологических баз $\rho_{p_{i-1}}$, возникшая на предшествующем переходе (операции) ее обработки.
5. Погрешность установки заготовки на выполняемом переходе (операции) ε_{y_i} .

Данные факторы – табличные значения [3].

Производим расчёт минимальных значений межоперационных припусков, пользуясь основной формулой [3]:

$$2Z_{min} = 2 \cdot (R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \left(\sqrt{\rho_{\phi_{i-1}}^2 + \varepsilon_{y_i}^2} \right))$$

Для поверхностей вращения направление векторов $\rho_{\phi_{i-1}}$ и $\rho_{p_{i-1}}$ неизвестно. Наиболее вероятным является расположение этих векторов под прямым углом друг к другу, поэтому их суммируют по правилу квадратного корня, т. е. [3].

$$\rho_{i-1} = \sqrt{\rho_{\phi_{i-1}}^2 + \rho_{p_{i-1}}^2}$$

Рассчитаем ρ для всех операций:

$$\rho = \sqrt{60^2 + 77^2} = 98 \text{ мкм}$$

$$\rho = \sqrt{16^2 + 26^2} = 31 \text{ мкм}$$

$$\rho = \sqrt{2^2 + 4,5^2} = 5 \text{ мкм}$$

Рассчитаем $2Z_{min}$ для всех операций:

$$2Z_{min} = 2 \cdot \left(110 + 70 + \left(\sqrt{98^2 + 38^2} \right) \right) = 2 \cdot 285 \text{ мкм}$$

$$2Z_{min} = 2 \cdot \left(30 + 40 + \left(\sqrt{31^2 + 11^2} \right) \right) = 2 \cdot 103 \text{ мкм}$$

Расчитаем d_{min} :

$$55,981 + 0,206 = 56,187 \text{ мм}$$

$$56,187 + 0,57 = 56,757 \text{ мм}$$

По таблице определяем для каждой операции значения допусков в соответствии с качеством точности. Суммируя наименьшие значения размеров по операциям с соответствующими значениями допусков, получим наибольшие значения d_{max} :

$$56,187 + 0,03 = 56,217 \text{ мм}$$

$$56,757 + 0,105 = 56,862 \text{ мм}$$

Далее определим предельные значения припусков:

$$56,187 - 55,981 = 0,206 \text{ мм}$$

$$56,757 - 56,187 = 0,57 \text{ мм}$$

$$56,862 - 56,217 = 0,645 \text{ мм}$$

$$56,217 - 56 = 0,217 \text{ мм}$$

Расчёты припусков для размера $\varnothing 56H6$ занесём в таблицу 6.

Таблица 6 – Припуски для размера $\varnothing 56H6$.

Технологические операции обработки заготовки	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{min}$, мкм	Допуск T_d , мкм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мм	
	Rz	h	ρ	ε			d_{min}	d_{max}	$2Z_{min}$	$2Z_{max}$
Точение черновое	110	70	98	-	-	105	56,757	56,862	-	-
Шлифование черновое	30	40	31	38	2*285	30	56,187	56,217	0,57	0,645
Шлифование чистовое	7	15	5	11	2*103	19	55,981	56	0,206	0,217
Итого, Σ :									0,777	0,862

Рассчитаем ρ для всех операций:

$$\rho = \sqrt{30^2 + 90^2} = 95 \text{ мкм}$$

$$\rho = \sqrt{10^2 + 27^2} = 29 \text{ мкм}$$

$$\rho = \sqrt{2^2 + 6,7^2} = 7 \text{ мкм}$$

Рассчитаем $2Z_{min}$ для всех операций:

$$2Z_{min} = 2 \cdot \left(108 + 73 + \left(\sqrt{95^2 + 37^2} \right) \right) = 2 \cdot 283 \text{ мкм}$$

$$2Z_{min} = 2 \cdot \left(33 + 41 + \left(\sqrt{29^2 + 11^2} \right) \right) = 2 \cdot 105 \text{ мкм}$$

Расчитаем d_{min} :

$$61,987 + 0,21 = 62,197 \text{ мм}$$

$$62,197 + 0,566 = 62,763 \text{ мм}$$

Расчитаем d_{max} :

$$61,987 + 0,013 = 62 \text{ мм}$$

$$62,197 + 0,03 = 62,227 \text{ мм}$$

Далее определим предельные значения припусков:

$$62,197 - 61,987 = 0,21 \text{ мм}$$

$$62,763 - 62,197 = 0,566 \text{ мм}$$

$$62,868 - 62,227 = 0,641 \text{ мм}$$

$$62,227 - 62 = 0,227 \text{ мм}$$

Расчёты припусков для размера $\varnothing 62H5$ занесём в таблицу 7.

Таблица 7 – Припуски для размера $\varnothing 62H5$.

Технологические операции обработки заготовки	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{min}$, мкм	Допуск T_d , мкм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мм	
	Rz	h	ρ	ε			d_{min}	d_{max}	$2Z_{min}$	$2Z_{max}$
Точение черновое	108	73	95	-	-	105	62,763	62,868	-	-
Шлифование черновое	33	41	29	37	2*283	30	62,197	62,227	0,566	0,641

Технологические операции обработки заготовки	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{min}$, мкм	Допуск T_d , мкм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мм	
	Rz	h	ρ	ε			dmin	dmax	$2Z_{min}$	$2Z_{max}$
	Шлифование чистовое	7	14	7			11	$2 \cdot 105$	13	61,987
Итого, Σ :									0,776	0,868

Рассчитаем ρ для всех операций:

$$\rho = \sqrt{30^2 + 55^2} = 63 \text{ мкм}$$

$$\rho = \sqrt{3^2 + 6,5^2} = 7,2 \text{ мкм}$$

$$\rho = \sqrt{1^2 + 2,7^2} = 2,9 \text{ мкм}$$

Рассчитаем $2Z_{min}$ для всех операций:

$$2Z_{min} = 2 \cdot \left(100 + 80 + \left(\sqrt{63^2 + 43^2} \right) \right) = 2 \cdot 283 \text{ мкм}$$

$$2Z_{min} = 2 \cdot \left(30 + 40 + \left(\sqrt{7,2^2 + 39^2} \right) \right) = 2 \cdot 105 \text{ мкм}$$

Расчитаем dmin:

$$38 - 0,22 = 37,78 \text{ мм}$$

$$37,78 - 0,512 = 37,268 \text{ мм}$$

Расчитаем dmax:

$$38 + 0,025 = 38,025 \text{ мм}$$

$$37,78 + 0,2 = 37,98 \text{ мм}$$

Далее определим предельные значения припусков:

$$37,78 - 37,268 = 0,512 \text{ мм}$$

$$38 - 37,78 = 0,22 \text{ мм}$$

$$37,98 - 37,688 = 0,292 \text{ мм}$$

$$38,025 - 37,98 = 0,045 \text{ мм}$$

Расчёты припусков для размера $\varnothing 38H7$ занесём в таблицу 8.

Таблица 8 – Припуски для размера $\varnothing 38H7$.

Технологические операции обработки заготовки	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{min}$, мкм	Допуск T_d , мкм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мм	
	Rz	h	ρ	ε			dmin	dmax	$2Z_{max}$	$2Z_{min}$
Сверление	100	80	63	-	-	-	37,268	37,688	-	-
Растачивание	30	40	7,2	43	$2*256$	200	37,78	37,98	0,512	0,292
Шлифование	10	15	2,9	39	$2*110$	25	38	38,025	0,220	0,045
Итого, Σ :									0,732	0,337

2.8 Расчёт режимов резания

1. Расчёт режимов резания на продольное точение $\varnothing 62,7^{0,3}$ мм

Расчёт общего поправочного коэффициента по формуле:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}$$

Где $K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{450}\right)^1 = 1,666$ коэффициент качества обрабатываемого материала;

$K_{nv} = 1$ коэффициент состояния поверхности;

$K_{uv} = 1$ коэффициент материала инструмента.

$$K_v = 1,666$$

Подбираем остальные коэффициенты $C_v=340$; $x=0.15$; $y=0.45$; $m=0.2$ зависящие от типа резца, а также пары обрабатываемый и обрабатывающий материал, $T=60$ минут стойкость инструмента, $t=0,4$ мм глубина резания, $s=0,8$ мм/об подача.

Скорость резания [4]:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v$$

Где C_v, T^m, t^x, s^y – коэффициенты

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 0,4^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 1,666 = 315 \text{ м/мин};$$

Обороты [4]:

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot D}$$

Где v – скорость резания;

D – диаметр;

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{315 \cdot 1000}{\pi \cdot 62,7} = 1600 \text{ об/мин};$$

2. Расчёт режимов резания на отрезание $\varnothing 130$ в размер 76_{-3} мм

Расчёт общего поправочного коэффициента:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}$$

Где $K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{450}\right)^1 = 1,666$ коэффициент качества обрабатываемого материала;

$K_{nv} = 1$ коэффициент состояния поверхности;

$K_{uv} = 1$ коэффициент материала инструмента.

$$K_v = 1,666$$

Подбираем остальные коэффициенты $C_v=340$; $x=0.15$; $y=0.45$; $m=0.2$ зависящие от типа резца, а также пары обрабатываемый и обрабатывающий материал, $T=60$ минут стойкость инструмента, $t=0,4$ мм глубина резания, $s=0,8$ мм/об подача.

Скорость резания [4]:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{340}{60^{0.2} \cdot 0,8^{0.45}} \cdot 1,666 = 276 \text{ м/мин};$$

Обороты:

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{276 \cdot 1000}{\pi \cdot 130} = 676 \text{ об/мин};$$

3. Расчёт режимов резания на сверление $\varnothing 20^{+0,3}$ мм

Расчёт общего поправочного коэффициента:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}$$

Где $K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{450}\right)^1 = 1,666$ коэффициент качества обрабатываемого материала;

$K_{nv} = 1$ коэффициент состояния поверхности;

$K_{uv} = 1$ коэффициент материала инструмента.

$$K_v = 1,666$$

Подбираем остальные коэффициенты $C_v=9,8$; $q=0,4$; $y=0,5$; $m=0,2$ зависящие от типа резца, а также пары обрабатываемый и обрабатывающий материал, $T=60$ минут стойкость инструмента, $t=10$ мм глубина резания, $s=0,49$ мм/об подача.

Скорость резания [4]:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v$$

Где D^q – коэффициент

$$v = \frac{9,8 \cdot 20^{0,4}}{60^{0,2} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 1,666 = 26 \text{ м/мин};$$

Обороты:

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{26 \cdot 1000}{\pi \cdot 20} = 414 \text{ об/мин};$$

2.9 Разработка управляющих программ

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 [10].

Одним из основных этапов технологической подготовки производства деталей для станков с ЧПУ является разработка операционной технологии и управляющей программы. Управляющая программа (УП) — это записанная на программноносителе в закодированном цифровом виде маршрутно-операционная технология на конкретную деталь с указанием траекторий движения инструмента. Все данные, необходимые для обработки заготовки на станке, устройство числового программного управления (УЧПУ) получает от управляющей программы. Управляющая программа может быть разработана как в ручную, так и с помощью систем автоматизированного проектирования (САПР). В данной работе УП разработаны с помощью программы SprutCAM. SprutCAM — САМ-система для подготовки управляющих программ, сочетающая широкий спектр возможностей и простоту в использовании, что позволяет минимизировать время разработки УП для станков с ЧПУ.

УП разработаны и находятся в приложении.

2.10 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.

Произведем размерный анализ, используя [6].

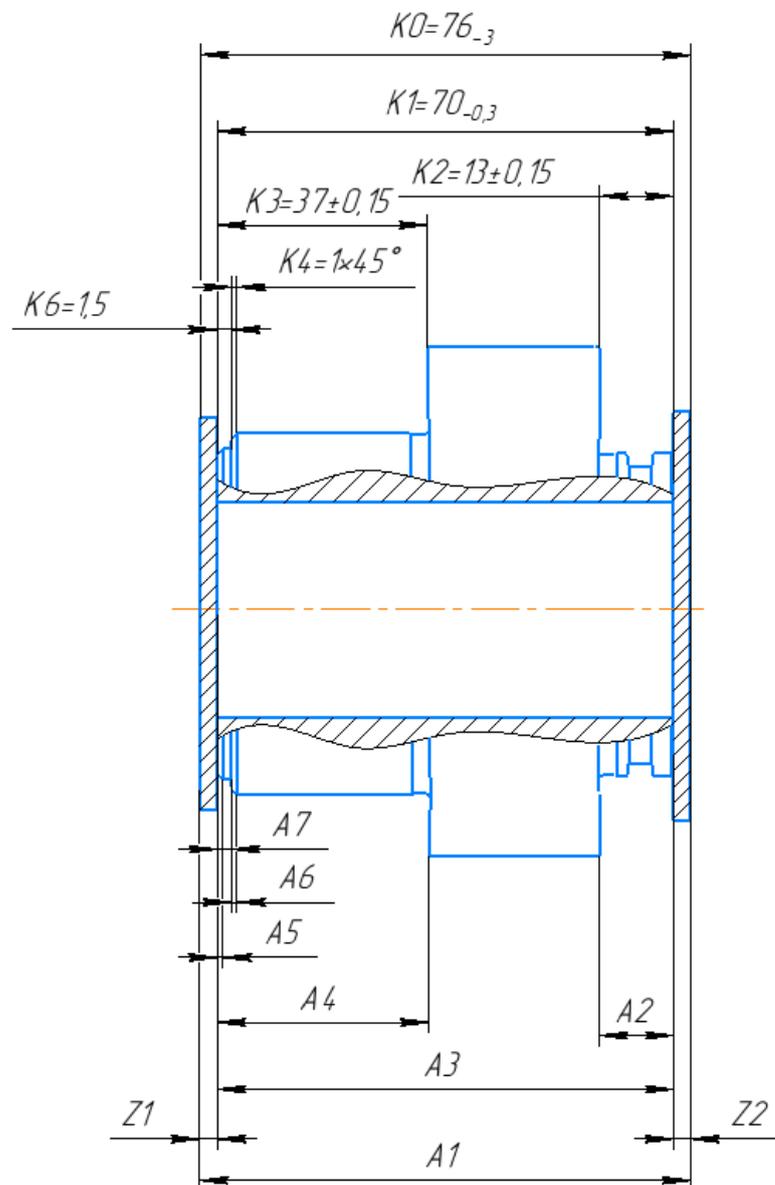


Рисунок 2 – размерная схема.

Найдём технологические размеры и припуски:

$$K0 = A1 = 76_{-3} \text{ мм}$$

$$K1 = A3 = 70_{-0,3} \text{ мм};$$

$$K2 = A2 = 13 \pm 0,15 \text{ мм};$$

$$K3 = A4 = 37 \pm 0,15 \text{ мм};$$

$$K4 = A6 = 1 \times 45^\circ;$$

$$K5 = A5 = 1 \times 45^\circ;$$

$$K6 = A7 = 1,5 \text{ мм};$$

$$Z1 = Z2 = \frac{(A1 - A3)}{2} = \frac{76_{-3} - 70_{-0,3}}{2} = \frac{6_{-3}^{+0,3}}{2} = 3_{-1,5}^{+0,15}.$$

Произведём размерный анализ для диаметральных размеров.

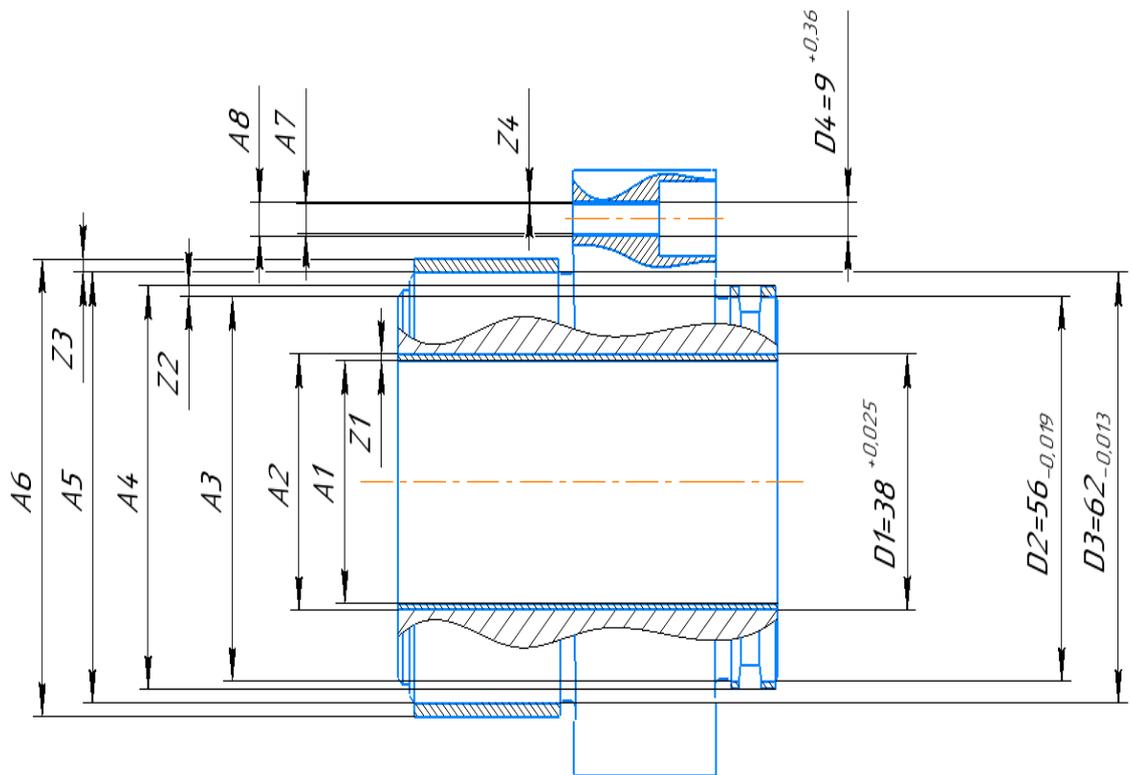


Рисунок 3 – размерная схема для диаметральных размеров.

Найдём технологические размеры и припуски:

$$A2=D1=38^{+0,025};$$

$$A3=D2=56_{-0,019};$$

$$A5=D3=62_{-0,013};$$

$$A8=D4=9^{+0,36};$$

$$Z1=D1-A1=38^{+0,025} - 37,5^{+0,1} = 0,5_{-0,1}^{+0,025};$$

$$Z2=A4-D2=56,7_{-0,3} - 56_{-0,019} = 0,7_{-0,3}^{+0,019};$$

$$Z3=A6-D3=62,7_{-0,3} - 62_{-0,013} = 0,7_{-0,3}^{+0,013};$$

$$Z4=D4-A7=9^{+0,36} - 8,5^{+0,36} = 0,5_{-0,36}^{+0,36}.$$

2.11 Проектирование и расчёт приспособления

Станочное приспособление – это вспомогательный инструмент для установки заготовок с целью обработки на металлорежущих станках. С помощью станочных приспособлений можно решить три основные задачи:

- базирование обрабатываемых деталей на станках производится без выверки, что ускоряет процесс базирования и обеспечивает возможность автоматического получения размеров на настроенных станках;
- повышается производительность и обеспечиваются условия труда рабочих за счёт применения многоместной, многопозиционной и непрерывной обработки;
- расширяются технологические возможности станков [11].

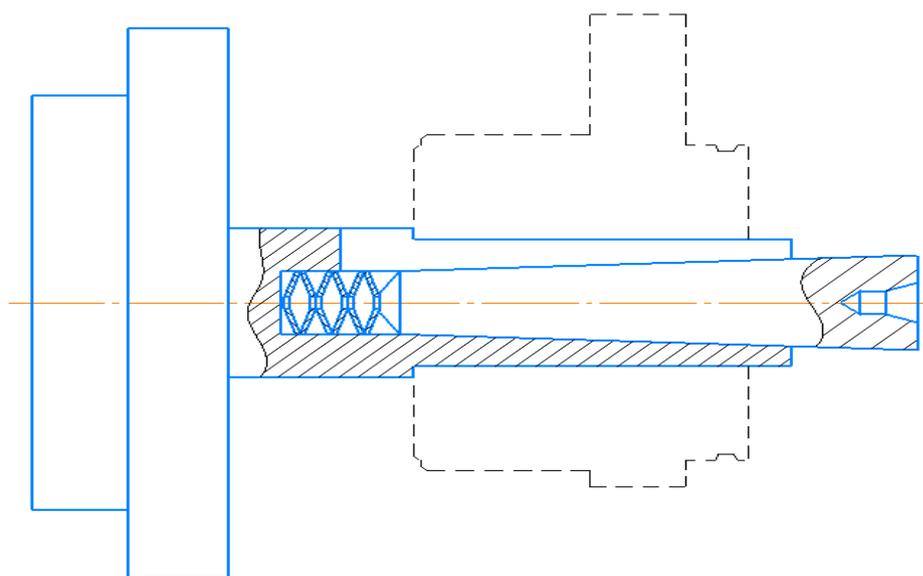


Рисунок 4 – схема приспособления

Приспособление «Оправка разжимная» предназначено для базирования и закрепления заготовки «Фланец прибора» на круглошлифовальной операции. Приспособление состоит из базовой части и сменных установочных элементов. Сменными элементами является цанга. Базовая часть состоит из штока, цанги и задней бабки с пневмоприводом.

Принцип работы приспособления: при подаче сжатого воздуха задняя бабка начинает давить, тем самым перемещая шток влево, шток давит на цангу,

лепестки цанги расходятся в радиальном направлении и происходит зажим заготовки. При подаче сжатого воздуха в поршневую полость задняя бабка перемещается вправо, тем самым перестает давить на шток, шток за счет тарельчатой пружины возвращаются в начальное состояние и заготовка раскрепляется. Данное приспособление позволяет закреплять заготовки различной конфигурации, различных размеров за счет сменных установочных элементов.

Расчёт требуемой силы закрепления [7]:

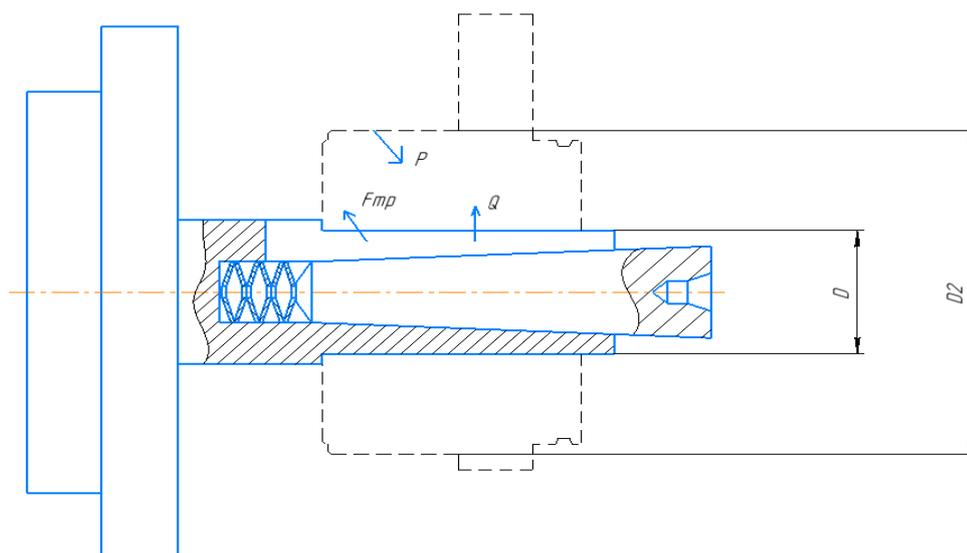


Рисунок 5 – схема к определению силы закрепления заготовки

Определим коэффициент запаса:

$$k = k_0 + k_1 + k_2 + k_3 + k_4 + k_5 + k_6$$

где k_0 – гарантированный коэффициент запаса (принимают $k_0 = 1,5$)

k_1 – коэффициент, учитывающий неравномерность припуска по обрабатываемой поверхности заготовки, что приводит к увеличению силы резания.

k_2 – коэффициент, учитывающий увеличению силы резания при затуплении режущего инструмента

k_3 – коэффициент, учитывающий увеличение силы резания при обработке прерывистых поверхностей

k_4 – коэффициент, учитывающий непостоянство силы зажима

k_5 – коэффициент, учитывающий эргономику ручных зажимных элементов

k_6 – коэффициент, учитываемый только при наличии моментов, стремящихся повернуть заготовку.

$$k = 1,5 * 1 * 1,1 * 1,2 * 1 * 1 * 1,5 = 2,97$$

Недопустимость провертывания заготовки на цанге:

$$kM_{\text{рез}} \leq M_{\text{тр}}$$

$M_{\text{тр}}$ определяется как $F_{\text{тр}} * \frac{D}{2}$ (Плечо)

$$kM_{\text{рез}} \leq F_{\text{тр}} * \frac{D}{2}$$

$$F_{\text{тр}} = 0,12 * Q$$

$$kM_{\text{рез}} \leq F_{\text{тр}} * \frac{D}{2}$$

$$kM_{\text{рез}} \leq 0,12 * Q * \frac{D}{2}$$

$$Q \geq \frac{2kM_{\text{рез}}}{D * 0,12}$$

$$M_{\text{рез}} = P * \frac{D2}{2} = 17 * \frac{31}{2} = 263,5$$

$$P = C_p * V^a * S^b * t^c = 2,1^{0,7} * 35^{0,7} * 0,4^{0,7} * 0,015^{0,7} = 17 \text{ Н}$$

$$Q \geq \frac{2 * 2,97 * 263,5}{38 * 0,12} \geq 343 \text{ Н}$$

Выбор и расчёт зажимных устройств и силовых приводов.

Сила закрепления N для цилиндров одностороннего действия с возвратной пружиной [7]:

$$N = \frac{\pi D^2}{4} p\eta - q = \frac{3,14 * 40^2}{4} * 0,5 * 0,9 - 100 = 465,2 \text{ Н}$$

Расчётная формула для односкосого клина без ролика

$$Q = N * \frac{1}{\text{tg}(\alpha + \varphi_{\text{ТК}}) + \text{tg}\varphi_1} = 1046 \text{ Н}$$

Расчёт станочного приспособления на точность.

$$\varepsilon = \varepsilon_{\text{обр}} + \varepsilon_{\text{н}} + \varepsilon_{\text{пр}} + \varepsilon_{\text{др}} = 16 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_{\text{обр}} = 11 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_{\text{н}} = 2 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_{\text{пр}} = 3 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_{\text{др}} = 0,05 * T_A = 0,05 * 0,019 = 0,00095$$

$$\varepsilon < T_A$$

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ
И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
4А8А	Даныкин Виктор Владимирович

Школа	ИШНПТ	Отделение Школа	Отделение машиностроения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

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

<i>Стоимость ресурсов научного исследования (ИР): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ
<i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование
<i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Отчисления во внебюджетные фонды 30 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>Анализ конкурентных технических решений (ИР)</i>	Расчет конкурентоспособности SWOT-анализ
<i>Формирование плана и графика разработки и внедрения (ИР)</i>	Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования.
<i>Составление бюджета инженерного проекта (ИР)</i>	Расчет бюджетной стоимости проектной разработки.
<i>Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (ИР)</i>	Интегральный финансовый показатель. Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности.

Перечень графического материала

Оценка конкурентоспособности ИР Матрица SWOT Диаграмма Ганта Бюджет НИ Основные показатели эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	28.02.22
---	----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Кашук Ирина Вадимовна	к.т.н доцент		28.02.22

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А8А	Даныкин Виктор Владимирович		28.02.22

3 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Данный раздел выполним в соответствии с учебно-методическим пособием. В этом разделе представим комплексное описание и анализ финансово-экономических аспектов выполненной работы. Необходимо оценить полные денежные затраты на разработку технологического процесса, а также дать хотя бы приближенную экономическую оценку результатов внедрения. Это в свою очередь позволит с помощью традиционных показателей эффективности оценить экономическую целесообразность осуществления работы. Раздел должен быть завершён комплексной оценкой научно-технического уровня ВКР на основе экспертных данных.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

- Оценка коммерческого потенциала разработки.
- Планирование научно-исследовательской работы;
- Расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- Определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования.

Целью выпускной квалифицированной работы является разработка технологического процесса изготовления детали «Фланец прибора».

3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Анализ конкурентных технических решений позволяет производить сравнения между конкурирующими разработками и определить тенденции для ее дальнейшего роста.

Область применения фланца продиктована конструктивными особенностями данной детали, а также ее предназначением. Фланец представляет собой плоский элемент, изготовленный в виде кольца (реже квадрата или прямоугольника), с отверстием внутри, предназначенным для вставки трубы. Также на фланце присутствуют отверстия для вставки болтов или шпилек. Они распложены равномерно (симметрично относительно центра детали), при этом находятся близко к внешнему диаметру фланца. Для обеспечения герметичности соединения между фланцами устанавливается эластичная прокладка. Вставка данной конструкции в трубопровод обеспечивает свободный доступ к определенным участкам за счет простой разборки фланцевого соединения. Стыковка валов и вращающихся запчастей также не обойдется без этой важной детали. Поэтому фланцы нашли широкое применение в следующих областях:

- Нефтепромышленной и нефтеперерабатывающей;
- Химической;
- Пищевой;
- Машиностроении;
- В агрегатах и системах, где требуется разбор трубопровода для планового техосмотра или ремонта отдельных узлов.

Сегментирование рынка проводится по сфере использования и по размеру компании-заказчика. Карта сегментирования приведена в таблице 9.

Таблица 9 – карта сегментирования рынка услуг.

		Сфера использования			
Размер организации		Машиностроение	Пищевая Промышленность	Химическая	Нефтеперерабатывающая
	Крупные				
	средние				
	мелкие				

В приведённой карте сегментирования показано, что для реализации разработки подходят крупные и средние предприятия пищевой, химической, нефтеперерабатывающей и машиностроительной промышленности

3.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Данное исследование целесообразно производить с использованием оценочной карты таблица 10.

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

Таблица 10 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес	Баллы			Конкурентно способность		
		0,	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Повышение производительности труда пользователя	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3
Удобство в эксплуатации	0,1	4	3	3	0,2	0,3	0,2
Энергоэкономичность	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,2
Надежность	0,15	3	4	3	0,3	0,2	0,3
Уровень шума	0,1	4	4	4	0,4	0,2	0,3
Безопасность	0,15	3	3	3	0,4	0,4	0,3
Простота эксплуатации	0,1	4	3	4	0,3	0,4	0,2
Экономические критерии оценки эффективности							
Конкурентоспособность продукта	0,1	3	4	4	0,3	0,4	0,4
Уровень проникновения на рынок	0,02	4	4	4	0,3	0,4	0,4
Цена	0,1	3	4	3	0,3	0,4	0,4
Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	4	3	4	0,3	0,4	0,4
Послепродажное обслуживание	0,01	3	3	3	0,3	0,4	0,4

Критерии оценки	Вес	Баллы			Конкурентно способность		
		0,	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
Срок выхода на рынок	0,01	3	3	4	0,3	0,4	0,4
Наличие сертификации разработки	0,01	4	3	4	0,3	0,4	0,4
Итого	1	46	41	46	4,5	4,6	4,3

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

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

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Разработка:

$$K = \sum V_i \cdot B_i = 4,5$$

Конкуренты:

$$K = \sum V_i \cdot B_i = 4,6$$

$$K = \sum V_i \cdot B_i = 4,6$$

Анализ показывает, что деталь конкурентоспособна. Разработанная технология является удобной в эксплуатации и повышает производительность труда.

3.1.3 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект. По своему содержанию данный инструмент близок к методике оценки конкурентных технических решений, описанных в разделе 1.2.

В основе технологии QuaD лежит нахождение средневзвешенной величины следующих групп показателей:

1) *Показатели оценки коммерческого потенциала разработки:*

- влияние нового продукта на результаты деятельности компании;
- перспективность рынка;
- пригодность для продажи;
- перспективы конструирования и производства;
- финансовая эффективность.
- правовая защищенность и др.

2) *Показатели оценки качества разработки:*

- динамический диапазон;
- вес;
- ремонтпригодность;
- энергоэффективность;
- долговечность;
- эргономичность;
- унифицированность;
- уровень материалоемкости разработки и др.

Показатели оценки качества и перспективности новой разработки подбираются исходя из выбранного объекта исследования с учетом его технических и экономических особенностей разработки, создания и коммерциализации.

Для упрощения процедуры проведения QuaD рекомендуется оценку проводить в табличной форме (табл. 11).

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

Таблица 11 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических разработок

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (3x2)
Показатели оценки качества разработки					
Энергоэффективность	0,1	70	100	0,7	0,07
Надежность	0,05	70	100	0,7	0,035
Унифицированность	0,1	60	100	0,8	0,08
Уровень материалоемкости разработки	0,1	50	100	0,5	0,05
Безопасность	0,08	50	100	0,5	0,04
Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,1	70	100	0,7	0,07
Простота эксплуатации	0,1	70	100	0,7	0,07
Качество интеллектуального интерфейса	0	50	100	0,5	0
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
Конкурентоспособность продукта	0,1	70	100	0,7	0,07
Уровень проникновения на рынок	0,1	70	100	0,7	0,07
Перспективность рынка	0,01	70	100	0,5	0,05
Цена	0,1	70	100	0,7	0,03
Срок выхода на рынок	0,01	50	100	0,5	0,002
Финансовая эффективность научной разработки	0,05	70	100	0,7	0,014
Итого	1	890		8,9	0,605

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{\text{cp}} = \sum B_i \cdot \text{Б}_i = 890 * 0,605 = 538,45$$

где $P_{\text{ср}}$ – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Значение $P_{\text{ср}}$ позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Если значение показателя $P_{\text{ср}}$ получилось от 100 до 80, то такая разработка считается перспективной. Если от 79 до 60 – то перспективность выше среднего. Если от 69 до 40 – то перспективность средняя. Если от 39 до 20 – то перспективность ниже среднего. Если 19 и ниже – то перспективность крайне низкая.

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

3.1.4 SWOT-анализ

SWOT – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT- анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. 1. Описание сильных и слабых сторон проекта, выявление 64 возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Таблица 12 – SWOT-анализ

	<p>Сильные стороны: С1. экономичность и энергоэффективность технологии. С2. Экологичность технологии. С3. Наличие бюджетного финансирования. С4. Квалифицированный персонал.</p>	<p>Слабые стороны: Сл1. Отсутствие инжиниринговой компании, способной построить производство под ключ Сл2. Вероятность получения брака</p>
<p>Возможности: В1. Увеличение степени надежности эксплуатации разработки технологического процесса изготовления «Фланец прибора». В2. Появление потенциального спроса на новые разработки. В3. Внедрение на мировой рынок, экспорт за рубеж.</p>		
<p>Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства У2. Развитая конкуренция технологий производства У3. Ограничения на экспорт технологии У4. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции У5. Несвоевременное финансовое обеспечение</p>		

научного исследования со стороны государства		
--	--	--

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

Таблица 13 – интерактивная матрица.

		C1	C2	C3	C4
Возможности проекта	B1	-	+	+	+
	B2	+	+	+	-
	B3	+	+	+	-

Составление итоговой матрицы SWOT-анализа.

Таблица 14 - итоговая матрица SWOT-анализа.

	<p>Сильные стороны: С1. экономичность и энергоэффективность технологии. С2. Экологичность технологии. С3. Наличие бюджетного финансирования. С4. Квалифицированный персонал.</p>	<p>Слабые стороны: Сл1. Отсутствие инжиниринговой компании, способной построить производство под ключ Сл2. Вероятность получения брака</p>
<p>Возможности: В1. Увеличение степени надежности эксплуатации разработки технологического процесса изготовления «Фланец прибора». В2. Появление потенциального спроса на новые разработки. В3. Внедрение на мировой рынок, экспорт за рубеж.</p>		
<p>Угрозы: У1. Развитая конкуренция технологий производства У2. Ограничения на экспорт технологии У3. Введения дополнительных государственных</p>		

требований к сертификации продукции У4. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства		
--	--	--

В результате SWOT-анализа показано, что преимущества разрабатываемой технологии преобладают над ее недостатками. Данные недостатки, которые на данный момент на практике не устранены, но в теории уже есть возможности для их устранения. Результаты анализа учтены в дальнейшей научно-исследовательской разработке.

3.2 Планирование научно-исследовательских работ

3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в табл. 15.

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы, инженер-дипломник
	2	Анализ актуальности темы	инженер-дипломник
Выбор направления исследований	3	Поиск и изучение материалов по теме	инженер-дипломник
	4	Выбор направления исследований	инженер-дипломник
	5	Календарное планирование работ по теме	Руководитель темы, инженер-дипломник
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Подбор нормативных документов	инженер-дипломник
	7	Составление технологического процесса изготовления детали «Фланец прибора»	инженер-дипломник
Обобщение и оценка результатов	8	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель темы, инженер-дипломник
	9	Составление технологической документации	инженер-дипломник

3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

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 $t_{ожі}$ 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. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{p_i} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i},$$

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

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

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

Для перевода длительности каждого этапа из рабочих в календарные дни, необходимо воспользоваться формулой:

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

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

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

$k_{кал}$ – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$k_{кал.инж} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48$$

где $T_{кал}$ – общее количество календарных дней в году; $T_{вых}$ – общее количество выходных дней в году; $T_{пр}$ – общее количество праздничных дней в году (2022 год).

Таблица 16 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ожг}$, чел-дни			
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Составление и утверждение технического задания	2	-	4	-	2,8	-	2,8	4
2. Анализ актуальности темы	1	3	3	4	1,8	3,4	2,6	4
3. Поиск и изучение материалов по теме	-	6	-	10	-	7,6	7,6	11
4. Выбор направления исследования	-	3	-	5	-	3,8	3,8	6
5. Календарное планирование работ по теме	2	6	4	8	2,8	6,8	4,8	7

6. Подбор нормативных документов	-	5	-	7	-	5,8	5,8	9
7. Составление технологического процесса изготовления детали «Фланец прибора»	-	18	-	25	-	20,8	20,8	31
8. Оценка эффективности полученных результатов	2	3	4	5	2,8	3,8	3,3	5
9. Составление пояснительной записки	-	15	-	20	-	17	17	25
Итого:	7	59	15	84	13,5	68,5	68,5	111

Примечание: Исп. 1 – руководитель темы, Исп. 2 – инженер-дипломник.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. Диаграмма ганта разработана и находится в приложении.

3.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

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

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

3.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

В данном разделе произведем расчет материальных затрат.

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, м² и т.д.);

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

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Для остальных позиций произведем аналогичный расчет.

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 18.

Материалы и оборудование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (Z_m), руб.
Бумага	шт	1000	1	1000
Картриж	шт.	1	1500	1500
Ручка	шт.	3	50	150
Итого	2650 руб			

3.3.2 Расчет амортизации специального оборудования

Расчет сводится к определению амортизационных отчислений, так как оборудование было приобретено до начала выполнения данной работы и эксплуатировалось ранее, поэтому при расчете затрат на оборудовании учитываем только рабочие дни по данной теме.

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации: рассчитывается по формуле:

$$H_A = \frac{1}{n},$$

где n – срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация оборудования рассчитывается по формуле:

$$A = \frac{H_A I}{12} \cdot m,$$

где I – итоговая сумма, тыс. руб.; m – время использования, мес.

При выполнении научно-исследовательского проекта использовался ПЭВМ - Asus. Срок полезного использования данного ноутбука по паспорту составляет 3 года.

Таблица 19 – Затраты на оборудование

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Срок полезного использования, лет	Цены единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
1	ПЭВМ	1	3	30	30
Итого		30 тыс. руб.			

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации определяется по следующей формуле:

$$H_A = \frac{1}{n},$$

где n – срок полезного использования в годах.

Амортизация определяется по следующей формуле:

$$A = \frac{H_A I}{12} \cdot m,$$

где I – итоговая сумма, тыс. руб.;

m – время использования, мес.

Рассчитаем норму амортизации для ноутбука, с учётом того, что срок полезного использования составляет 3 года:

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{3} = 0,33.$$

Общую сумму амортизационных отчислений находим следующим образом:

$$A = \frac{H_A I}{12} \cdot m = \frac{0,33 \cdot 30000}{12} \cdot 3 = 2475 \text{ руб.}$$

3.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

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

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

где $З_{\text{осн}}$ – основная заработная плата; $З_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $З_{\text{осн}}$) [12].

Основная заработная плата ($З_{\text{осн}}$) руководителя рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{зд}} \cdot T_{\text{р}}$$

где $З_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника; $T_{\text{р}}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. Дн. (табл. 9); $З_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}$$

где $З_{\text{м}}$ – 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;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (таблица 23).

Таблица 20 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	52	52
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	48	48

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
- невыходы по болезни	0	0
Действительный годовой фонд рабочего времени	252	252

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;

k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15- 20 % от Z_{TC});

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

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 24.

Таблица 21 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	Z_{TC} , руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_M , руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб.дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	30000	0,3	0,2	1,3	58 500	5571	13,5	75 208
Инженер	3300	0,3	0,2	1,3	6435	613	68,5	41 990
Итого $Z_{осн}$								117 198

Дополнительная заработная плата исполнителей

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле [12]:

$$Z_{Доп} = k_{Доп} \cdot Z_{осн},$$

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

Руководитель: $Z_{Доп} = k_{Доп} \cdot Z_{осн} = 0,12 \cdot 75\ 208 = 9\ 024$ руб.

Инженер: $Z_{Доп} = k_{Доп} \cdot Z_{осн} = 0,12 \cdot 41\ 990 = 5\ 038$ руб.

Итого: 14 062 руб.

3.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы [12]:

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

$k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2022 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ). Отчисления во внебюджетные фонды рекомендуется представлять в табличной форме (таблица 22).

Таблица 22 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнители	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.	Величина отчислений во внебюджетные фонды, руб.
Руководитель	75 208	9 024	25 269
Студент	41 990	5 038	14 108
Итого			39 377

3.3.5 Накладные расходы

Накладные расходы включают в себя следующие расходы: печать ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи и т.д. Сумма 5 статьи затрат, рассчитанных выше, приведена в таблице ниже и используются для расчета накладных расходов.

Таблица 23 – Группировка затрат по статьям

Статьи					
1	2	3	4	5	6
Материальные затраты	Амортизация	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления во внебюджетные фонды	Итого без накладных расходов
2 650	30 000	117 198	14 062	39 377	203 287

Величина накладных расходов определяется по формуле:

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

где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величина коэффициента принимается равной 0,2.

Таблица 24 – Группировка затрат по статьям

№	Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
		Текущий Проект	Исп.2	Исп.3	
1	Материальные затраты НИР	2 650	4626	15945	Пункт 3.3.1
2	Затраты на специальное оборудование	30 000	12959	33453	Пункт 3.3.2
3	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	117 198	138 391	118519	Пункт 3.3.3
4	Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	14 062	12258	12826	Пункт 3.3.3
5	Отчисления во внебюджетные фонды	39 377	41194	32374	Пункт 3.3.4
6	Накладные расходы	40 657	39776	48781	Пункт 3.3.5

№	Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
		Текущий Проект	Исп.2	Исп.3	
	Бюджет затрат НИР	243 944	249 204	261 898	Сумма ст. 1- 6

3.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основной для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции [12]. Определение бюджета затрат на НИР приведет в таблице 25.

Таблица 25 – Расчет бюджета затрат НИР

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты НИР	2650	Пункт 3.3.1
2. Амортизация	2475	Пункт 3.3.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей проекта	117 198	Пункт 3.3.3
4. Дополнительная заработная плата исполнителей темы	14 062	Пункт 3.3.3
5 Отчисления во внебюджетные фонды	39 377	Пункт 3.3.4
6. Накладные расходы	40 657	Пункт 3.3.5
Бюджет затрат НИР	243 944	Сумма ст.1-6

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

Для определения эффективности исследования рассчитан интегральный показатель эффективности научного исследования путем определения интегральных показателей финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получен в процессе оценки бюджета затрат трех вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принят за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки рассчитывается как:

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

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

$\Phi_{\text{р}i}$ – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения.

$\Phi_{\text{текущ.проект}} = 243\,944$ руб, $\Phi_{\text{исп.1}} = 249\,204$ руб, $\Phi_{\text{исп.2}} = 261\,898$ руб.

$$I_{\text{финр}}^{\text{тек.пр.}} = \frac{\Phi_{\text{тек.пр.}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{243\,944}{261\,898} = 0,93$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп2}} = \frac{\Phi_{\text{исп2}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{249\,204}{261\,898} = 0,95$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп3}} = \frac{\Phi_{\text{исп3}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{261\,898}{261\,898} = 1$$

В результате расчета консолидированных финансовых показателей по трем вариантам разработки вариант 1 (текущий проект) с меньшим перевесом признан считается более приемлемым с точки зрения финансовой эффективности.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов выполнения НИР (I_{pi}) определен путем сравнительной оценки их характеристик, распределенных с учетом весового коэффициента каждого параметра (таблица 26).

Таблица 26 – Сравнительная оценка характеристик вариантов НИР

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
1. Безопасность при использовании установки	0,15	4	4	4
2. Стабильность работы	0,2	5	4	5
3. Технические характеристики	0,2	5	3	4
4. Механические свойства	0,3	4	4	3
5. Материалоёмкость	0,15	4	4	5
ИТОГО	1	4,4	3,8	4,05

Расчет интегрального показателя для разрабатываемого проекта:

$$I_{p1} = 0,15 * 4 + 0,2 * 5 + 0,2 * 5 + 0,3 * 4 + 0,15 * 4 = 4,4$$

$$I_{p2} = 0,15 * 4 + 0,2 * 4 + 0,2 * 3 + 0,3 * 4 + 0,15 * 4 = 3,8$$

$$I_{p3} = 0,15 * 4 + 0,2 * 5 + 0,2 * 4 + 0,3 * 3 + 0,15 * 5 = 4,05$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки вычисляется на основании показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.i} = \frac{I_{p-исп.i}}{I_{финр}}$$

$$I_{исп.1} = \frac{4,4}{0,93} = 4,73$$

$$I_{исп.2} = \frac{3,8}{0,95} = 4$$

$$I_{исп.3} = \frac{4,05}{1} = 4,05$$

Далее интегральные показатели эффективности каждого варианта НИР сравнивались с интегральными показателями эффективности других вариантов с целью определения сравнительной эффективности проекта (таблица 27).

Таблица 27 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,93	0,95	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,4	3,8	4,05
3	Интегральный показатель эффективности	4,73	4	4,05
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,84	0,86

Сравнение среднего интегрального показателя сопоставляемых вариантов позволило сделать вывод о том, что наиболее финансово- и ресурсоэффективным является вариант 1 (текущий проект). Наш проект является более эффективным по сравнению с конкурентами.

Вывод

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

- определены с помощью технологии QuaD показатели оценки коммерческого потенциала (пригодность для продажи, перспективы конструирования и производства, финансовая эффективность) и качества разработки (энергоэффективность, долговечность, уровень материалоемкости разработки и др.)
- составлена матрица SWOT-анализа, отражающая сильные и слабые стороны разработки. SWOT-анализ показал, что применение данной научной разработки на предприятии позволяет автоматизировать процесс разработки металлов резанием и увеличить качество изготавливаемой продукции, что приведет к уменьшению себестоимости. Изделие, полученное по разработанной технологии, будет востребованным на внешнем рынке, что приведет к развитию новых технологий у конкурентов. Применение нового оборудования и новых методов получения деталей приведет к введению дополнительных государственных требований к сертификации продукции.
- определена трудоемкость выполнения работ и построен ленточный график проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.
- произведен расчет материальных затрат НТИ, основной заработной платы исполнителей, накладные расходы и отчисления во внебюджетные фонды. Бюджет проекта составил 216 419 руб.
- Результат оценки эффективности ИР показывает следующие выводы:
 - 1) значение интегрального финансового показателя ИР составляет 0,93, что является показателем того, что ИР является финансово выгодной по сравнению с аналогами;

- 2) значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4,4, по сравнению с 3,8 и 4,05;
- 3) значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 4,73, по сравнению с 4 и 4,05, и является наиболее высоким, что означает, что техническое решение, рассматриваемое в ИР, является наиболее эффективным вариантом исполнения.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа 4А8А		ФИО Даныкину Виктору Владимировичу	
Школа	Инженерная школа новых производственных технологий	Отделение (НОЦ)	Машиностроение
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Тема ВКР:

Технологическая подготовка производства детали «Фланец прибора» на станках с ЧПУ	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p>Введение</p> <ul style="list-style-type: none"> – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при изготовлении детали 	<p><i>Объект исследования:</i> производственный технологический процесс изготовления детали типа «Фланец прибора»</p> <p><i>Область применения:</i> Машиностроение (прочное, герметичное соединение труб, валов и других вращающихся деталей при помощи крепежных элементов)</p> <p><i>Рабочая зона:</i> производственный цех</p> <p><i>Размеры помещения:</i> 108x30x13 м</p> <p><i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> 15, металлорежущие станки (фрезерные с ЧПУ, токарные с ЧПУ, круглошлифовальные, внутришлифовальные и др.)</p> <p><i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> изготовление детали металлорежущими станками.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при изготовлении детали</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>ГОСТ 12.2.033-78 Рабочее место при выполнении работ стоя</p> <p>«Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 16.12.2019)</p>
<p>2. Производственная безопасность при изготовлении детали:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов 	<p>Вредные производственные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Нервно-психические перегрузки, монотонность трудового процесса • Отсутствие или недостаток естественного освещения • отклонение показателей микроклимата • повышенный уровень шума <p>Опасные производственные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> • повышенное напряжение электрической сети • движущиеся твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего • неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним.

	<p>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> • очки защитные • противошумные наушники • вентиляция для очистки воздуха
3. Экологическая безопасность при изготовлении детали	<p><i>Воздействие на селитебную зону:</i> источники загрязнения отсутствуют <i>Воздействие на литосферу:</i> отходы в виде стружки, использованных инструментов, СОЖ <i>Воздействие на гидросферу:</i> отходы в виде стружки, использованных инструментов, СОЖ <i>Воздействие на атмосферу:</i> большое потребление электроэнергии</p>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при изготовлении детали	<p>Возможные ЧС: 1) Техногенные (пожар, разрушение и взрывы технологического оборудования) 2) Природные Наиболее типичная ЧС: пожар</p>
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
28.02.22	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Черемискина М.С.			28.02.22

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А8А	Даныкин Виктор Владимирович		28.02.22

4 Социальная ответственность

Данная глава посвящена обеспечению безопасных условий труда при производстве детали «Фланец прибора». В качестве объекта исследования был выбран технологический процесс изготовления детали.

При производстве детали «Фланец прибора» присутствует обработка на металлорежущих станках. Технологический процесс изготовления детали проходит в производственном цеху 108x30x13 м. В данном процессе принимают участие более 15 станков различного типа.

В ходе работы необходимо обеспечить безопасность жизни и здоровья персонала, который производит работу на планируемом предприятии.

«Фланец прибора» служит для прочного, герметичного соединения труб, валов и других вращающихся деталей при помощи крепежных элементов. Применяется преимущественно в машиностроении.

Географическим местоположением места выполнения работ прием место обучения – Томская область.

4.1 Правовые вопросы и организационные вопросы обеспечения безопасности

Согласно ст. 37 Конституции Российской Федерации каждый имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены. Однако многие работники по ряду причин вынуждены трудиться на тяжелых работах, работах с вредными и (или) опасными условиями труда, т. е. не отвечающих требованиям выше названной статьи.

Работнику, занятому в таких условиях, должны полагаться различного рода компенсации, которые в той или иной мере уменьшают вред, наносимый его здоровью, или помогают его восстановлению.

Перечислим компенсации, на которые имеют право работники.

1. Оплата труда работников, занятых на тяжелых работах, работах с вредными и (или) опасными и иными особыми условиями труда, устанавливается в повышенном размере по сравнению с тарифными ставками, окладами (должностными окладами), предусмотренными в отношении различных видов работ с нормальными условиями труда (ст. 147 ТК РФ).

2. Продолжительность рабочего времени работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, не может превышать 36 часов в неделю (ст. 92 ТК РФ).

3. Работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда (на работах, связанных с неблагоприятным воздействием на здоровье человека вредных физических, химических, биологических и иных факторов) предоставляется ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск (ст. 117 ТК РФ).

4. Работники, занятые на тяжелых работах и работах с вредными и (или) опасными условиями труда (в т. ч. на подземных работах), а также на работах, связанных с движением транспорта, должны проходить обязательные предварительные (при поступлении на работу) и периодические медицинские осмотры (ст. 213 ТК РФ).

5. На работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с

загрязнением, работникам бесплатно выдаются сертифицированные специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты (далее – СИЗ), а также смывающие и (или) обезвреживающие средства в соответствии с типовыми нормами (ст. 221 ТК РФ).

6. На работах с вредными условиями труда работникам выдаются бесплатно по установленным нормам молоко или другие равноценные пищевые продукты. Их выдача работникам по письменным заявлениям последних может быть заменена компенсационной выплатой в размере, эквивалентном стоимости молока или других равноценных пищевых продуктов, если это предусмотрено коллективным договором и (или) трудовым договором. На работах с особо вредными условиями труда работникам предоставляется бесплатно по установленным нормам лечебно-профилактическое питание (ст. 222 ТК РФ).

7. В соответствии с пенсионным законодательством работники, проработавшие в особых условиях определенный период времени, пользуются правом на досрочный выход на пенсию по возрасту (ст. 27, 28 Федерального закона от 17.12.2001 № 173-ФЗ «О трудовых пенсиях в Российской Федерации»; далее – Закон № 173-ФЗ).

Согласно ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ «Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования», определяются общие эргономические положения при работе стоя, такие как:

– рабочее место для выполнения работ стоя организуют при физической работе средней тяжести и тяжелой, а также при технологически обусловленной величине рабочей зоны, превышающей ее параметры при работе сидя. Категория работ - по ГОСТ12.1.005-76;

– конструкция, взаимное расположение элементов рабочего места (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 труд

4.2 Производственная безопасность

Производственная безопасность — система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих вероятность воздействия на работающих опасных травмирующих производственных факторов, возникающих в рабочей зоне в процессе трудовой деятельности [10]. Чтобы определить опасные и вредные факторы производства необходимо изучить ГОСТ 12.0.003-2015. Занесем выявленные факторы в таблицу 28 и приведем нормативные документы, регламентирующие действия всех выявленных факторов.

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
Нервно-психические перегрузки.	Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 №197-ФЗ (ред. от 01.03.2022) [12].
неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним	Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ; [13]
движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и	Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ [13]

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы;	
Отклонение показателей микроклимата	ГОСТ 12.1.005-88 [14]
повышенный уровень шума	ГОСТ 12.1.003-2014 [15]
Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человек	ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов [16]
отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения;	СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение [17]

Нервно-психические перегрузки.

Нервно-психические перегрузки – совокупность таких сдвигов в психофизиологическом состоянии организма человека, которые развиваются после совершения работы и приводят к временному снижению эффективности труда. Состояние утомления (усталость) характеризуется определенными объективными показателями и субъективными ощущениями. Нервно-психические перегрузки подразделяются на следующие:

- умственное перенапряжение;
- перенапряжение анализаторов;
- монотонность труда;
- эмоциональные перегрузки.

При первых симптомах психического перенапряжения необходимо:

- дать нервной системе расслабиться;
- рационально чередовать периоды отдыха и работы;
- начать заниматься спортом;
- ложиться спать в одно и то же время;
- в тяжелых случаях обратиться к врачу.

Естественно, что полностью исключить провоцирующие факторы из жизни вряд ли удастся, но можно уменьшить их негативное воздействие, давая нервной системе необходимый отдых.

Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним.

Основные правила использования режущих инструментов:

- при работе с режущими и колющими инструментами их режущие кромки должны быть направлены в сторону, противоположную телу работающего, чтобы избежать травмы при срыве инструмента с обрабатываемой поверхности;

- пальцы рук, удерживающие обрабатываемый предмет, должны находиться на безопасном удалении от режущих кромок, а сам предмет должен быть надежно закреплен в тисках или каком-либо другом зажимном приспособлении;

- на рабочем месте режущие и колющие предметы должны располагаться на видном месте, а само рабочее место должно быть освобождено от посторонних и ненужных предметов и инструментов, о которые можно зацепиться и споткнуться;

- положение тела работающего должно быть устойчивым, нельзя находиться на неустойчивом и колеблющемся основании;

- при работе с инструментом, имеющим электрический или какой-либо другой механический привод (электродрели, электропилы, электрорубанки),

нужно быть особенно осторожным и строго соблюдать требования техники безопасности, т.к. механизированный инструмент является источником тяжелейших травм из-за его высокой скорости, для которой быстрота реакции человека недостаточна, чтобы в момент аварии вовремя отключить привод;

- рабочий должен быть одет так, чтобы исключить попадание частей одежды по режущую кромку или на движущие части инструмента (особенно важно, чтобы рукава одежды были застегнутыми), т.к. в противном случае рука может быть затянута под режущий инструмент;

- механизированный инструмент включают только после того, как подготовлено рабочее место, обрабатываемая поверхность, а человек занял устойчивое положение, после завершения операции обработки инструмент должен быть отключен.

Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования.

Оградительные устройства применяются для изоляции систем привода машин и агрегатов, зоны обработки заготовок станков, прессов, штампов, ограждения токоведущих частей, зон интенсивных излучений, зон выделения вредностей, загрязняющих воздушную среду, и т. д. Ограждаются также рабочие зоны, расположенные на высоте (леса и т. п.).

- Стационарные ограждения (любое стационарное ограждение является постоянной частью данной машины и не зависит от движущихся частей, выполняя свою функцию);

- Совмещенные защитные устройства;

- Регулируемые защитные устройства (регулируемые защитные устройства позволяют достичь гибкости в выборе различных размеров материалов);

- Саморегулирующиеся защитные устройства (открытие саморегулирующихся устройств зависит от движения материала). Применение

этих методов отдельно или комплексно помогут избежать несчастных случаев, связанных с подвижными частями производственного оборудования.

Отклонение показателей микроклимата.

Микроклимат производственных помещений - метеорологические условия внутренней среды помещений, которые определяются действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности, скорости движения воздуха. Это факторы, которые указывают влияние на тепловое состояние человека и определяющие работоспособность, здоровье и производительность труда.

Для обеспечения безопасного производства работ необходимо соблюдать требования микроклимата рабочей зоны, определяемые ГОСТ 12.1.005-88 [14]. Показателями, характеризующими микроклимат, являются:

- 1) температура воздуха;
- 2) относительная влажность воздуха;
- 3) скорость движения воздуха;
- 4) интенсивность теплового излучения.

Превышение уровней шума.

Источником шума будут являться металлообрабатывающие станки, используемые в производственном технологическом процессе. Данный фактор относится к природе физического характера. Согласно ГОСТ 12.1.003-2014 [15], повышенный шум на рабочем месте оказывает вредное влияние на организм работника в целом, вызывая неблагоприятные изменения в его органах и системах. Длительное воздействие такого шума способно привести к развитию у работника потери слуха, увеличению риска артериальной гипертензии, болезней сердечно-сосудистой, нервной системы и др. При этом специфическим клиническим проявлением вредного действия шума является стойкое нарушение слуха (тугоухость), рассматриваемое как профессиональное заболевание.

На работодателе лежит основная ответственность за обеспечение безопасности при воздействии шума на работников. В первую очередь, он должен обеспечить посредством принятия соответствующих мер соблюдение гигиенических нормативов и снижение риска, связанного с воздействием шума на работников. Эти меры могут включать в себя, в частности:

- оценку риска потери слуха работником;
- проектирование рабочих мест с учетом допустимого уровня риска; - использование малошумных машин;
- использование материалов и конструкций, препятствующих распространению шума и вибрации, которая может быть переизлучена в виде шума;
- оптимальное размещение шумных машин, позволяющее минимизировать воздействие шума на рабочем месте;
- создание условий труда, при которых вредное воздействие шума не усугубляется наличием других неблагоприятных факторов;
- привлечение к работам лиц, не имеющих медицинских противопоказаний по шуму, и обеспечение прохождения ими регулярных медицинских обследований с применением средств аудиометрии;
- обучение работников правильному применению машин, уменьшающему риск появления у них профессиональной тугоухости;
- оповещение рабочих о мерах, принимаемых работодателем, позволяющих снизить риск ухудшения состояния здоровья рабочего вследствие неблагоприятного воздействия шума, и санкциях, которые могут быть наложены на рабочего при несоблюдении им указанных мер;
- контроль правильности использования средств индивидуальной защиты от шума;
- проведение периодического контроля шума на рабочих местах и организация на основе полученных результатов режима труда, способствующего снижению шумовой нагрузки на работника, а также контроль за его соблюдением;

- проведение послеремонтного и, при необходимости, периодического контроля шумовых характеристик машин;
- организацию профилактических мероприятий, ослабляющих неблагоприятное воздействие шума;
- составление комплексных программ сохранения слуха работников.

Электрический ток.

Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Цех производственного предприятия относится к категории помещений с повышенной опасностью, т.к. в помещении имеются токопроводящие полы, повышенная влажность и т.д. Оборудование должно подключаться к сети, которая имеет защитное заземление.

Электрический ток, проходя через организм человека, оказывает тепловое (ожоги, нагрев сосудов), механическое (разрыв тканей, сосудов при судорожных сокращениях мышц), химическое (электролиз крови), биологическое (раздражение и возбуждение живой ткани) или комбинированное воздействие.

Основными средствами и способами защиты от поражения электрическим током являются: недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения; защитное заземление, зануление или отключение; вывешивание предупреждающих надписей; контроль за состоянием изоляции электрических установок.

Недостаточная освещенность рабочей зоны.

Освещённость – физическая величина, характеризующая освещение поверхности, создаваемое световым потоком, падающим на эту поверхность.

Работая при освещении плохого качества или низких уровней, люди могут ощущать усталость глаз и переутомление, что приводит к снижению работоспособности. В ряде случаев это может привести к ухудшению

физического состояния. Причинами во многих случаях являются слишком низкие уровни освещенности, слепящее действие источников света и соотношение яркостей, которое недостаточно хорошо сбалансировано на рабочих местах.

Нормирование естественного и искусственного освещения производится по СНиП 23-05-95* в зависимости от разряда зрительной работы (наименьший размер объекта различения), от контраста объекта различия с фоном и от характеристики фона. Также существует нормирование коэффициента пульсации освещенности для каждого типа ламп.

В производственных помещениях, в случаях преимущественной работы с деталями, допускается применение системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения деталей, инструментов и тд.).

В соответствии с СНиП 23-05-95 определяем что вид работ относится к работам средней точности, следовательно, освещенность на рабочих поверхностях столов в зоне размещения детали должна быть не менее 200 лк.

В случаях если освещенность не достигает 200 лк следует пересмотреть проектировку размещения устройств освещения, либо заменить устройства освещения.

4.3 Экологическая безопасность

Выявлено, что при производственном процессе изготовления детали «фланец прибора» существуют следующие виды загрязнения окружающей среды:

- загрязнение гидросферы
- загрязнение атмосферы
- загрязнение литосферы

Рассмотрим каждый из источников загрязнений, и найдем решения для предотвращения влияния этих источников на окружающую среду

Загрязнение атмосферы может происходить в процессе работы станков. При испарении, канцерогены распространяются по всему технологическому помещению и, находя выходы наружу, загрязняют воздух. Таким образом, канцерогены попадают во все уголки мира, а не только распространяются рядом с предприятиями, использующими СОЖ.

Наибольшую опасность представляют отработанные смазочно-охлаждающие жидкости. Неправильное их хранение и утилизация приводят к утечкам. СОЖ при попадании в грунт просачивается в землю и смешивается с подземными водами. Это приводит к загрязнению водоёмов токсичными веществами, что сказывается на подводном мире. Вода для питья становится непригодной. Рыбы и более мелкие организмы погибают.

Масляные СОЖ представляют немалую опасность для окружающей среды. В их составе имеются нефтепродукты, которые при воздействии с землёй отравляют почву, дальнейшая жизнь на которой становится невозможной.

Растения будут впитывать в себя токсины, накопленные в почве. В результате, животные, питающиеся этими растениями, также будут отравлены токсинами. Употребление в пищу таких животных и растений для человека недопустимо.

Поэтому необходимо принять меры для обеспечения экологической безопасности:

- переход к использованию чистых жидкостей без вредных примесей и соединений;
- обеспечить рабочую вентиляцию у станков, где применяются СОЖ;
- к рабочему оборудованию применить защитные экраны, оберегающие человека от брызг эмульсии;
- использовать на предприятии очищающие фильтры и газоочистные сооружения, задерживающие частицы пыли и обеспечивающие чистые выбросы в атмосферу без примесей;
- все рабочие должны соблюдать правила охраны труда и носить исправную спецодежду, применять средства индивидуальной защиты, не пренебрегать правилами и инструкциями;
- своевременно менять и утилизировать отработанные СОЖ [18].

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации (ЧС) классифицируются как техногенные, природные, биологические, социальные или экологические. В производственном процессе могут возникнуть техногенные ЧС, включающие в себя пожары, взрывы, обрушение зданий, аварии на водопроводах. Не исключен случай возникновения природных чрезвычайных ситуаций.

Наиболее возможной ЧС в помещении является пожар.

Для обеспечения пожарной безопасности необходимо создать систему предотвращения пожаров, включающую в себя исключение образования горючей среды и образования в ней или внесения в неё источников зажигания. Для этого необходимо использовать негорючие вещества и материалы, либо ограничить их массу. В противном случае необходимо поддерживать температуру и давление среды, при которых исключается распространение пламени, изолировать горючую среду от источников зажигания, поддерживать безопасную концентрацию в среде окислителя и горючих веществ. Также необходимо устанавливать пожароопасное оборудование в отдельных помещениях. Применение устройств защиты производственного оборудования, исключающих выход горючих веществ в объем помещения, или устройств, исключающих образование в помещении горючей среды и остальные вышеперечисленные меры помогают предотвратить пожар.

В случае возникновения пожара необходимо обеспечить безопасную эвакуацию людей. Для этого должны быть:

- 1) установлены необходимое количество, размеры и соответствующее конструктивное исполнение эвакуационных путей и эвакуационных выходов;
- 2) обеспечено беспрепятственное движение людей по эвакуационным путям и через эвакуационные выходы;
- 3) организованы оповещение и управление движением людей по эвакуационным путям (в том числе с использованием световых указателей, звукового и речевого оповещения).

Вывод

В данном разделе рассмотрены специальные правовые нормы трудового законодательства, проанализированы вредные и опасные факторы, которые могут возникать в процессе изготовления детали, характер воздействия производственного процесса на окружающую среду. Также проанализированы возможные чрезвычайные ситуации (ЧС), которые могут возникнуть в производстве. В процессе рассмотрения были предложены решения для обеспечения безопасности во всех её сферах

Анализ показал, что фактические значения выявленных факторов соответствуют нормативным значениям. Помещение имеет вторую категорию по электробезопасности согласно ПУЭ. В электроустановках напряжением выше 1000 В работники из числа оперативного персонала, единолично обслуживающие электроустановки, и старшие по смене должны иметь группу по электробезопасности не ниже IV, остальные работники в смене - группу не ниже III. В электроустановках напряжением до 1000 В работники из числа оперативного персонала, единолично обслуживающие электроустановки, должны иметь группу по электробезопасности не ниже III. Категория работ по тяжести труда Ia по СанПиН 1.2.3685-21. Категория пожароопасности Г – умеренная пожароопасность. Также была выявлена категория объекта, оказывающего негативное воздействие на окружающую среду – 1 категория.

Заключение

В ходе работы был разработан технологический процесс изготовления детали «Фланец» в автоматизированном производстве. На первом этапе был произведен анализ технологичности конструкции детали, проверка обеспечения эксплуатационных свойств с помощью программы SolidWorks 2020, а также был разработан технологический маршрут и выбран способ получения заготовки. На этапе проектирования технологических операций были рассчитаны минимальные значения припусков на обработку деталей, произведен выбор средств технологического оснащения, основного и вспомогательного инструмента и средств контроля с наименьшей стоимостью и возможностью получения требуемой точности изготовления. Кроме того, был произведен расчёт нормы времени. В процессе разработки технологического процесса были рассчитаны оптимальные режимы резания, учитывающие возможности выбранного оборудования и материал обрабатываемой детали. С помощью программного продукта SprutCAM были разработаны управляющие программы для операций на станках с ЧПУ.

Список литературы

1. Технологичность конструкций, [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://portal.tpu.ru/SHARED/m/MARK/studies/workability/Tab1/tehnol_konstr_8.pdf
2. Технологическое оснащение и станочные приспособления, [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://de.ifmo.ru/bk_netra/page.php?index=11&tutindex=38&ysclid=13cs8ynbv1
3. Определение коэффициента использования материала, [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberpedia.su/2x19f2.html?ysclid=1317mmaxfy>.
4. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2/Под ред. А. М. Дальского, А. Г. Сулова, А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова. – 5-е изд., исправл.- М.: Машиностроение-1, 2003 г. 944 с., ил.
5. Сталь 20 - характеристики, применение, ГОСТ. Общая характеристика, состав и применение стали марки СТ20, [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://tutsvarka.ru/vidy/stal-20?>
6. В.Ф. Скворцов. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: учебное пособие / В.Ф. Скворцов. – 2-е издание. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 91 с.
7. Проектирование и расчёт станочных и контрольно-измерительных приспособлений в курсовых и дипломных проектах: учеб. Пособие/ И.Н. Аверьянов, А.Н. Болотеин, М.А. Прокофьев; - Рыбинск: РГАТА, 2010. – 220 с. ил.
8. Анализ технологичности конструкции детали, [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://lektsii.org/12-88738.html>.
9. Разработка процесса технического контроля детали «Крышка лебедки», [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://elar.rsvpu.ru/bitstream/123456789/23292/1/RSVPU_2018_035.pdf?ysclid=13s dk7a4a6.

10. Современные средства разработки управляющих программ для многофункциональных токарно-фрезерных центров, [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://sapr.ru/article/20385?>
11. Технологическая оснастка, [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=554685>
12. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 №197-ФЗ (ред. от 01.03.2022)
13. Межгосударственный стандарт ГОСТ 12.2.061-81. Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам.
14. ГОСТ 12.1.005-88. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
15. ГОСТ 12.1.003-2014. Система стандартов безопасности труда. ШУМ. Общие требования безопасности.
16. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
17. СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение.
18. Влияние СОЖ на человека и окружающую среду, [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://prom-market.com/news/379/?ysclid=l3seovtbke>
19. Должиков В.П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – 324 с.
20. Режимы резания металлов: Справочник / Под ред. Ю.В. Барановского. – М.: Машиностроение, 1972. – 407 с

Приложение А
Календарный план-график проведения НИОКР

Таблица А1 – Календарный план-график проведения НИОКР

наименование работы	Должность исполнителя	T _{кi} кал. дн.	Продолжительность выполнения работ			
			Февраль	Март	Апрель	Май
Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы, инженер-дипломник	4	■ ■			
Анализ актуальности темы	студент-дипломник	4	■			
Поиск и изучение материалов по теме	инженер-дипломник	11	■			
Выбор направления исследований	инженер-дипломник	6		■		
Календарное планирование работ по теме	Руководитель темы, инженер-дипломник	7		■ ■		
Подбор нормативных документов	инженер-дипломник	9		■		
Составление технологического процесса изготовления детали «Фланец прибора»	инженер-дипломник	31		■	■	
Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель темы, инженер-дипломник	5			■ ■	
Составление технологической документации	инженер-дипломник	25				■

Примечание: ■ - инженер-дипломник; ■ - руководитель темы

Приложение Б
Комплект технологической документации

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

НИ ТПУ				ТПУ.ИШНПТ 4А8А002						ИШНПТ 4А8А	
				Фланец прибора							

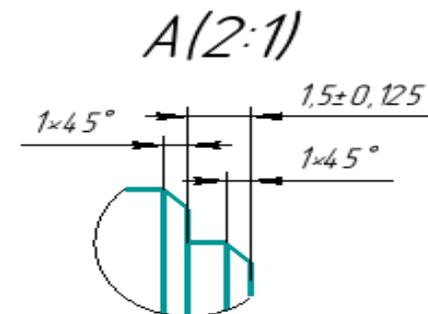
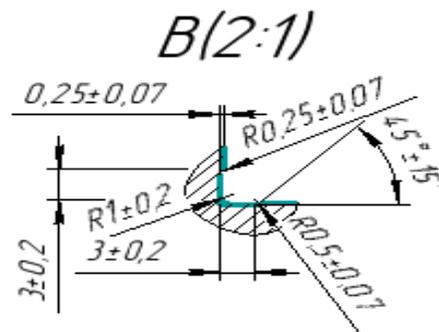
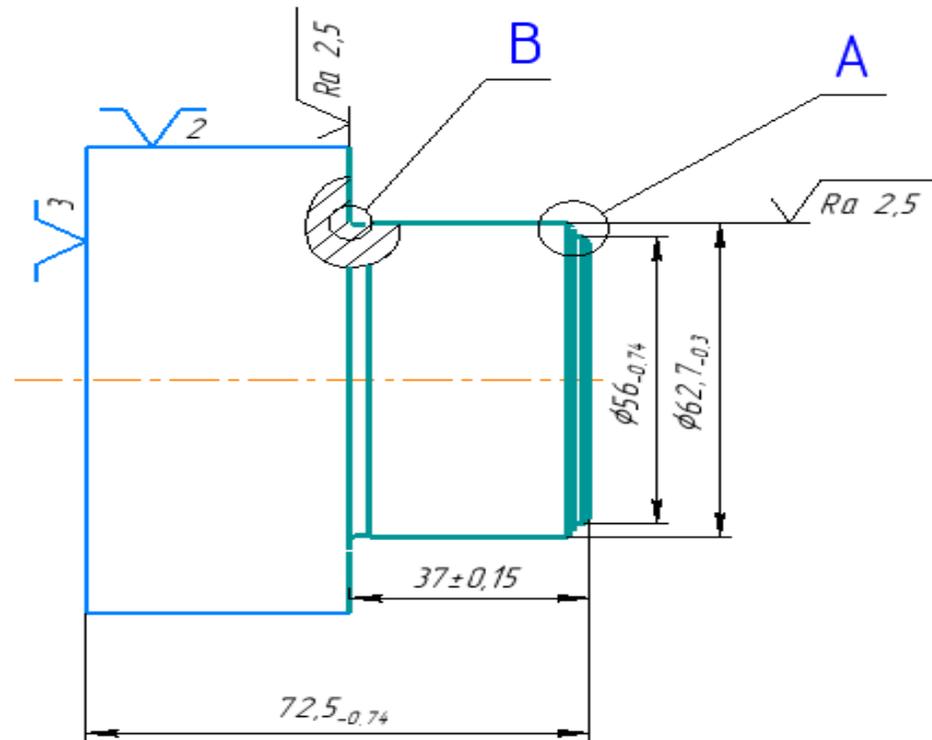
Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
 «Томский политехнический университет»

КОМПЛЕКТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ
 на технологический процесс механической обработки
 детали «Фланец прибора»

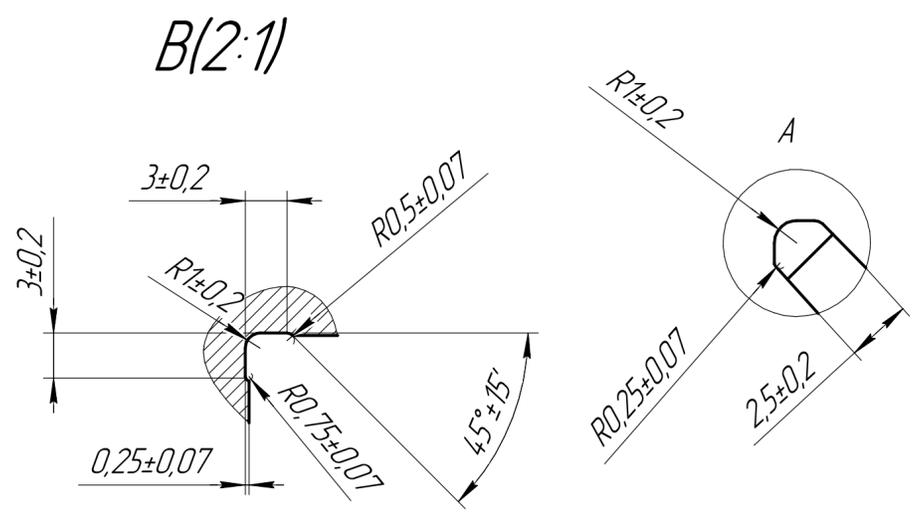
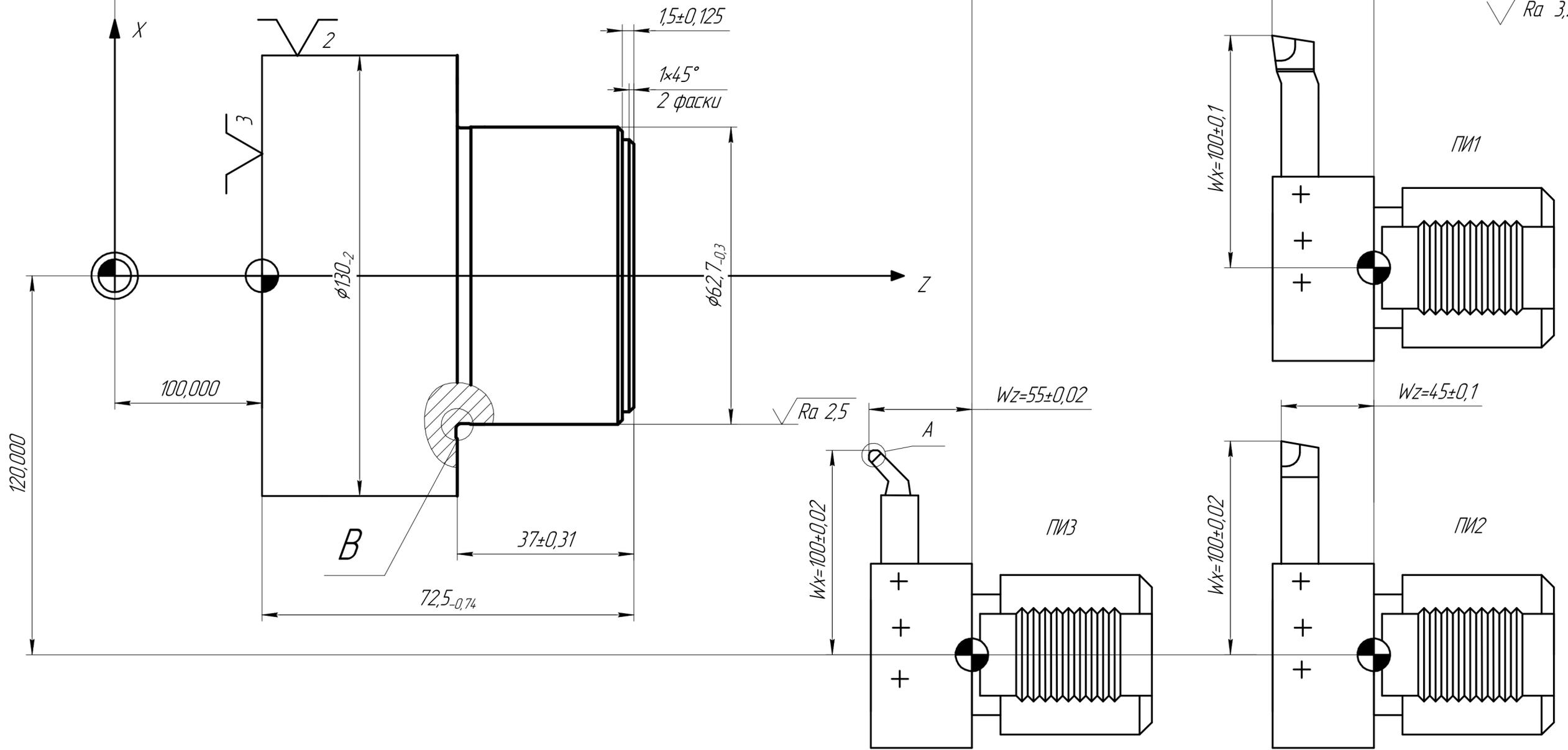
Проверил: руководитель
 Ефременкова С.К.

Выполнил: студент группы 4А8А
 Даныкин В.В.

Разраб.	Данькин В.В.	ТПУ	ТПУ.ИШНПТ.4А8А002	ИШНПТ 4А8А
Пров.	Ефременкова С.К.			
Н.контр.		Фланец прибора		
				10



Дубл.
Взам.
Подп.



- Нуль станка
- Нуль инструмента
- Нуль детали

				ИШНПТ-4А82.006.00.00.01		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Карта наладки для станка 16А25Ф3	
Разраб.	Даныкин В.В.					
Проб.	Ефременкова С.К.				Лист	Масса
Т.контр.					Листов	1
Н.контр.					ТТУ ИШНПТ Группа 4А8А	
Утв.					Формат А2	

Справ. №
Перв. примен.

Инд. № подл.
Взам. инв. №
Инд. № дробл.
Подп. и дата

				НИ ТПУ	ИШНПТ-4А8А001.00.00.00			ИШНПТ 4А8А
					УП №8700-0001			010
				Оборудование, устройство ЧПУ			Особые указания	
				Токарный станок с ЧПУ 16А25Ф3 Sinumerik 840				
				Кодирование информации, содержание кадра			Кодирование информации, содержание кадра	
				%_N_01	N200 G0 Z73.507			
				\$PATH=/_N_DIR	N210 X59.007			
				Tools list	N220 G1 Z35.8			
				T1 = D0 L0, IC16 Re0.2 R Проходной tool	N230 X60.007			
				Workpiece coordinate systems	N240 X60.307 Z36.1			
				G54 = X0 Y0 Z140 A0 B0 C0	N250 G0 Z73.507			
				Obrabotka torcza 1	N260 X58.007			
				N10 T="T1"; IC16 Re0.2 R Проходной tool	N270 G1 Z35.8			
				N20 M6	N280 X59.007			
				N30 G17 G54	N290 X59.307 Z36.1			
				N40 G0 Z10	N300 G0 Z73.507			
				N50 X62.8	N310 X57.007			
				N60 Z75.3	N320 G1 Z35.8			
				N70 Z72.5	N330 X58.007			
				N80 G1 G95 X-0.24 M8 F0.2	N340 X58.307 Z36.1			
				N90 Z75.3	N350 G0 Z73.507			
				N100 G0 X62.8	N360 X56.007			
				N110 Z10	N370 G1 Z35.8			
				;Naruzhn. chernovoe tochenie 1	N380 X57.007			
				N115 T="T2"; IC16 Re0.2 R Подрезной tool	N390 X57.307 Z36.1			
				N120 X61.007	N400 G0 Z73.507			
				N130 Z73.507	N410 X55.007			
				N140 X60.007	N420 G1 Z35.8			
				N150 G1 Z35.8	N430 X56.007			
				N160 X60.017	N440 X56.307 Z36.1			
Дубл.	Взам.	Подп.	ККИ					

		НИ ТПУ	ИШНПТ-4А8А001.00.00.00				ИШНПТ 4А8А
		Кодирование информации, содержание кадра			Кодирование информации, содержание кадра		
		N450 G0 Z73.507			N740 X50.307 Z36.1		
		N460 X54.007			N750 G0 Z73.507		
		N470 G1 Z35.8			N760 X48.007		
		N480 X55.007			N770 G1 Z35.8		
		N490 X55.307 Z36.1			N780 X49.007		
		N500 G0 Z73.507			N790 X49.307 Z36.1		
		N510 X53.007			N800 G0 Z73.507		
		N520 G1 Z35.8			N810 X47.007		
		N530 X54.007			N820 G1 Z35.8		
		N540 X54.307 Z36.1			N830 X48.007		
		N550 G0 Z73.507			N840 X48.307 Z36.1		
		N560 X52.007			N850 G0 Z73.507		
		N570 G1 Z35.8			N860 X46.007		
		N580 X53.007			N870 G1 Z35.8		
		N590 X53.307 Z36.1			N880 X47.007		
		N600 G0 Z73.507			N890 X47.307 Z36.1		
		N610 X51.007			N900 G0 Z73.507		
		N620 G1 Z35.8			N910 X45.007		
		N630 X52.007			N920 G1 Z35.8		
		N640 X52.307 Z36.1			N930 X46.007		
		N650 G0 Z73.507			N940 X46.307 Z36.1		
		N660 X50.007			N950 G0 Z73.507		
		N670 G1 Z35.8			N960 X44.007		
		N680 X51.007			N970 G1 Z35.8		
		N690 X51.307 Z36.1			N980 X45.007		
		N700 G0 Z73.507			N990 X45.307 Z36.1		
		N710 X49.007			N1000 G0 Z73.507		
		N720 G1 Z35.8			N1010 X43.007		
		N730 X50.007			N1020 G1 Z35.8		
Дубл.	Взам.	Подл.	ККИ				

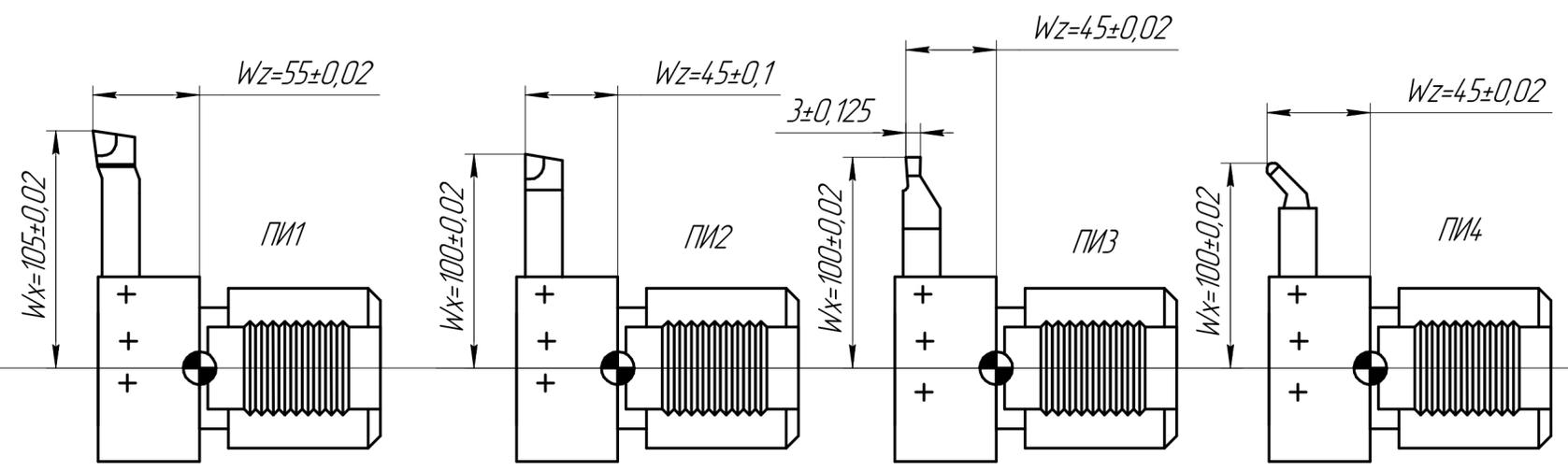
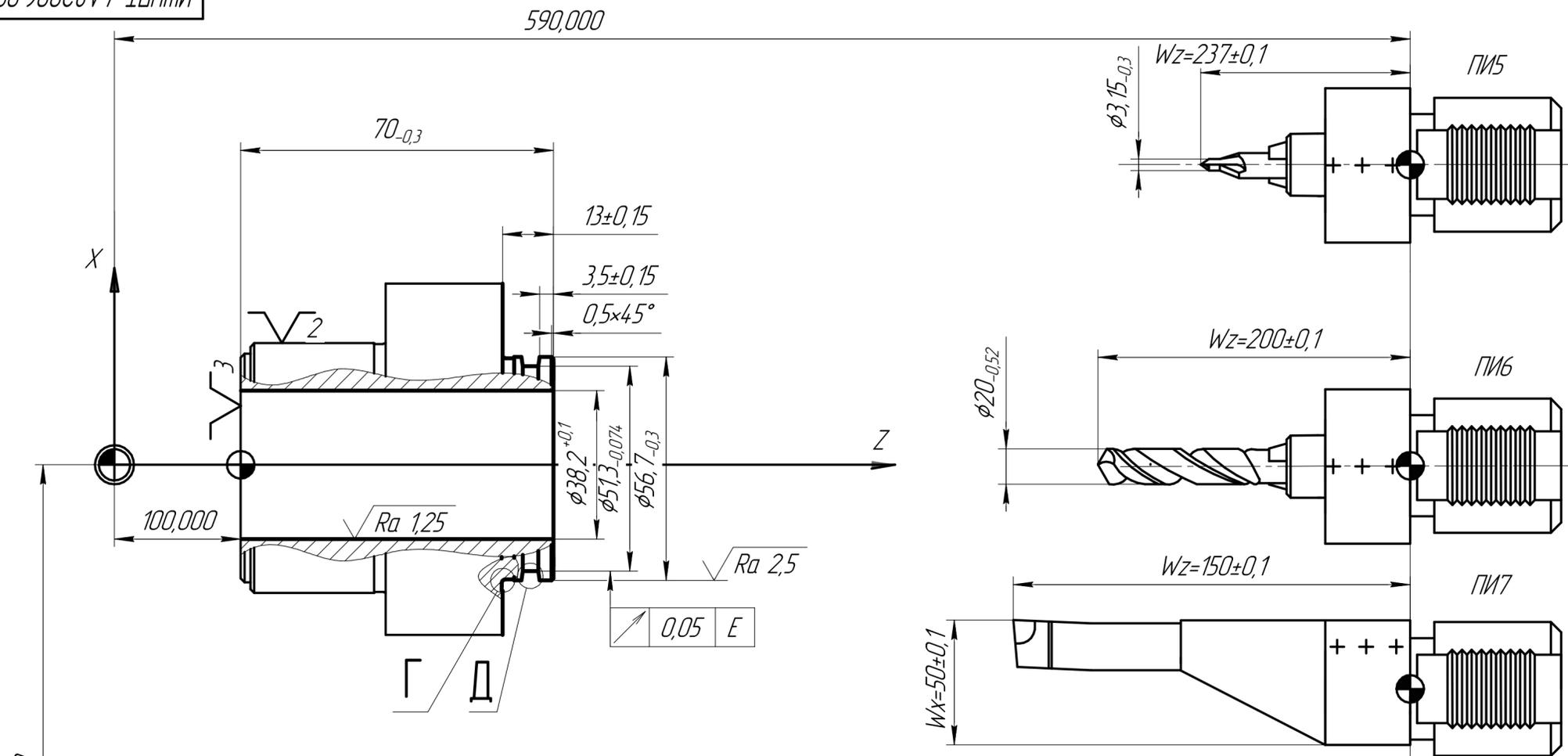
		НИ ТПУ		ИШНПТ-4А8А001.00.00.00		ИШНПТ 4А8А	
		Кодирование информации, содержание кадра		Кодирование информации, содержание кадра			
		N1030 X44.007		N1320 G1 Z35.8			
		N1040 X44.307 Z36.1		N1330 X38.007			
		N1050 G0 Z73.507		N1340 X38.307 Z36.1			
		N1060 X42.007		N1350 G0 Z73.507			
		N1070 G1 Z35.8		N1360 X36.007			
		N1080 X43.007		N1370 G1 Z35.8			
		N1090 X43.307 Z36.1		N1380 X37.007			
		N1100 G0 Z73.507		N1390 X37.307 Z36.1			
		N1110 X41.007		N1400 G0 Z73.507			
		N1120 G1 Z35.8		N1410 X35.007			
		N1130 X42.007		N1420 G1 Z35.8			
		N1140 X42.307 Z36.1		N1430 X36.007			
		N1150 G0 Z73.507		N1440 X36.307 Z36.1			
		N1160 X40.007		N1450 G0 Z73.507			
		N1170 G1 Z35.8		N1460 X34.007			
		N1180 X41.007		N1470 G1 Z35.8			
		N1190 X41.307 Z36.1		N1480 X35.007			
		N1200 G0 Z73.507		N1490 X35.307 Z36.1			
		N1210 X39.007		N1500 G0 Z73.507			
		N1220 G1 Z35.8		N1510 X33.007			
		N1230 X40.007		N1520 G1 Z35.8			
		N1240 X40.307 Z36.1		N1530 X34.007			
		N1250 G0 Z73.507		N1540 X34.307 Z36.1			
		N1260 X38.007		N1550 G0 Z73.507			
		N1270 G1 Z35.8		N1560 X32.007			
		N1280 X39.007		N1570 G1 Z35.8			
		N1290 X39.307 Z36.1		N1580 X33.007			
		N1300 G0 Z73.507		N1590 X33.307 Z36.1			
		N1310 X37.007		N1600 G0 Z73.507			
Дубл.	Взам.	Подл.	ККИ				

		НИ ТПУ		ИШНПТ-4А8А001.00.00.00		ИШНПТ 4А8А	
		Кодирование информации, содержание кадра		Кодирование информации, содержание кадра			
		N1610 X31.007		N1900 X28.007 Z72.176			
		N1620 G1 Z70.676		N1910 X28.307 Z72.476			
		N1630 X31.5 Z70.183		N1920 G0 Z73.507			
		N1640 Z35.817		N1930 X26.007			
		N1650 X31.517 Z35.8		N1940 G1 Z72.8			
		N1660 X32.007		N1950 X27.007			
		N1670 X32.307 Z36.1		N1960 X27.307 Z73.1			
		N1680 G0 Z73.507		N1970 G0 Z73.507			
		N1690 X30.007		N1980 X25.007			
		N1700 G1 Z71.3		N1990 G1 Z72.8			
		N1710 X30.383		N2000 X26.007			
		N1720 X31.007 Z70.676		N2010 X26.307 Z73.1			
		N1730 X31.307 Z70.976		N2020 G0 Z73.507			
		N1740 G0 Z73.507		N2030 X24.007			
		N1750 X29.007		N2040 G1 Z72.8			
		N1760 G1 Z71.3		N2050 X25.007			
		N1770 X30.007		N2060 X25.307 Z73.1			
		N1780 X30.307 Z71.6		N2070 G0 Z73.507			
		N1790 G0 Z73.507		N2080 X23.007			
		N1800 X28.007		N2090 G1 Z72.8			
		N1810 G1 Z72.176		N2100 X24.007			
		N1820 X28.5 Z71.683		N2110 X24.307 Z73.1			
		N1830 Z71.3		N2120 G0 Z73.507			
		N1840 X29.007		N2130 X22.007			
		N1850 X29.307 Z71.6		N2140 G1 Z72.8			
		N1860 G0 Z73.507		N2150 X23.007			
		N1870 X27.007		N2160 X23.307 Z73.1			
		N1880 G1 Z72.8		N2170 G0 Z73.507			
		N1890 X27.383		N2180 X21.007			
Дубл.	Взам.	Подл.	ККИ				

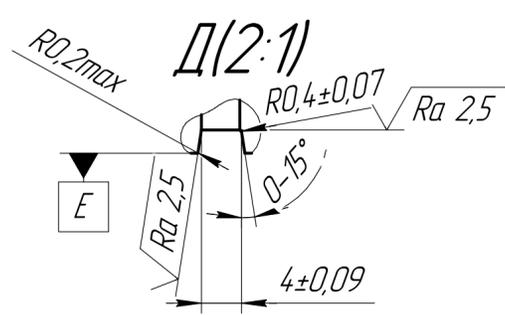
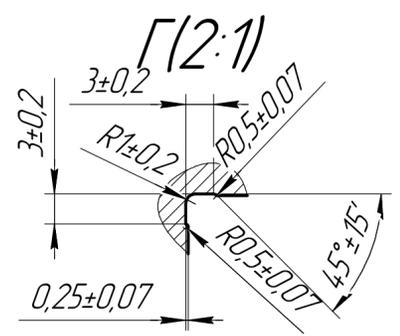
			НИ ТПУ		ИШНПТ-4А8А001.00.00.00		ИШНПТ 4А8А					
			Кодирование информации, содержание кадра				Кодирование информации, содержание кадра					
			N2190 G1 Z72.8				N2480 X15.007					
			N2200 X22.007				N2490 G1 Z72.8					
			N2210 X22.307 Z73.1				N2500 X16.007					
			N2220 G0 Z73.507				N2510 X16.307 Z73.1					
			N2230 X20.007				N2520 G0 Z73.507					
			N2240 G1 Z72.8				N2530 X14.007					
			N2250 X21.007				N2540 G1 Z72.8					
			N2260 X21.307 Z73.1				N2550 X15.007					
			N2270 G0 Z73.507				N2560 X15.307 Z73.1					
			N2280 X19.007				N2570 G0 Z73.507					
			N2290 G1 Z72.8				N2580 X13.007					
			N2300 X20.007				N2590 G1 Z72.8					
			N2310 X20.307 Z73.1				N2600 X14.007					
			N2320 G0 Z73.507				N2610 X14.307 Z73.1					
			N2330 X18.007				N2620 G0 Z73.507					
			N2340 G1 Z72.8				N2630 X12.007					
			N2350 X19.007				N2640 G1 Z72.8					
			N2360 X19.307 Z73.1				N2650 X13.007					
			N2370 G0 Z73.507				N2660 X13.307 Z73.1					
			N2380 X17.007				N2670 G0 Z73.507					
			N2390 G1 Z72.8				N2680 X11.007					
			N2400 X18.007				N2690 G1 Z72.8					
			N2410 X18.307 Z73.1				N2700 X12.007					
			N2420 G0 Z73.507				N2710 X12.307 Z73.1					
			N2430 X16.007				N2720 G0 Z73.507					
			N2440 G1 Z72.8				N2730 X10.007					
			N2450 X17.007				N2740 G1 Z72.8					
			N2460 X17.307 Z73.1				N2750 X11.007					
			N2470 G0 Z73.507				N2760 X11.307 Z73.1					
Дубл.	Взам.	Подл.	ККИ									

		НИ ТПУ	ИШНПТ-4А8А001.00.00.00				ИШНПТ 4А8А
		Кодирование информации, содержание кадра			Кодирование информации, содержание кадра		
		N2770 G0 Z73.507			N3060 X5.307 Z73.1		
		N2780 X9.007			N3070 G0 Z73.507		
		N2790 G1 Z72.8			N3080 X3.007		
		N2800 X10.007			N3090 G1 Z72.8		
		N2810 X10.307 Z73.1			N3100 X4.007		
		N2820 G0 Z73.507			N3110 X4.307 Z73.1		
		N2830 X8.007			N3120 G0 Z73.507		
		N2840 G1 Z72.8			N3130 X2.007		
		N2850 X9.007			N3140 G1 Z72.8		
		N2860 X9.307 Z73.1			N3150 X3.007		
		N2870 G0 Z73.507			N3160 X3.307 Z73.1		
		N2880 X7.007			N3170 G0 Z73.507		
		N2890 G1 Z72.8			N3180 X1.007		
		N2900 X8.007			N3190 G1 Z72.8		
		N2910 X8.307 Z73.1			N3200 X2.007		
		N2920 G0 Z73.507			N3210 X2.307 Z73.1		
		N2930 X6.007			N3220 G0 Z73.507		
		N2940 G1 Z72.8			N3230 X0.007		
		N2950 X7.007			N3240 G1 Z72.976		
		N2960 X7.307 Z73.1			N3250 X0.183 Z72.8		
		N2970 G0 Z73.507			N3260 X1.007		
		N2980 X5.007			N3270 X1.307 Z73.1		
		N2990 G1 Z72.8			N3280 G0 Z73.507		
		N3000 X6.007			N3290 X-0.466		
		N3010 X6.307 Z73.1			N3300 G1 Z73.449		
		N3020 G0 Z73.507			N3310 X0.007 Z72.976		
		N3030 X4.007			N3320 X0.307 Z73.276		
		N3040 G1 Z72.8			N3330 G0 Z73.207		
		N3050 X5.007			N3340 X-0.766		
Дубл.	Взам.	Подл.	ККИ				

		НИ ТПУ		ИШНПТ-4А8А001.00.00.00		ИШНПТ 4А8А	
		Кодирование информации, содержание кадра		Кодирование информации, содержание кадра			
			N3350 G1 Z73.149				
			N3360 X-0.117 Z72.5				
			N3370 X27.083				
			N3380 X28.2 Z71.383				
			N3390 Z71				
			N3400 X30.083				
			N3410 X31.2 Z69.883				
			N3420 Z35.517				
			N3430 X31.217 Z35.5				
			N3440 X59.717				
			N3450 X60.366 Z36.149				
			N3460 X60.707				
			N3470 G0 M9				
			N3480 Z10				
			N3490 SUPA G0 X0 D0				
			N3500 SUPA G0 Z-150				
			N3510 M30N3450 X60.366 Z36.149				
			N3460 X60.707				
			N3470 G0 M9				
			N3480 Z10				
			N3490 SUPA G0 X0 D0				
			N3500 SUPA G0 Z-150				
			N3510 M30				
Дубл.	Взам.	Подп.	ККИ				



- ⊕ Нуль станка
- ⊙ Нуль инструмента
- ⊕ Нуль детали



ИШНПТ-4А82006.00.00.02				Лист	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	КАРТА НАЛАДКИ	
Разраб.	Данькин В.В.			у		
Проб.	Ефременкова С.К.			Лист		
Т.контр.				Листов 1		
Н.контр.				ТПУ ИШНПТ		
Утв.				Группа 4А8А		
				Формат А2		

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дробл.

Инв. №

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

							5	
			НИ ТПУ	ИШНПТ-4А8А001.00.00.00			ИШНПТ 4А8А	
				УП №8700-0002				020
			Оборудование, устройство ЧПУ			Особые указания		
			Токарный станок с ЧПУ 16А25Ф3 Sinumerik 840					
			Кодирование информации, содержание кадра			Кодирование информации, содержание кадра		
			%_N_курсач2_			N150 G1 Z-11.7 F0.1		
			\$PATH=/_N_DIR			N160 X61.017		
			Tools list			N170 X61.666 Z-11.052		
			T1 = D0 L0, IC16 Re0.2 R Проходной tool			N180 X62.007		
			T4 = D0 L0, La2 Re0.2 R Канавочный tool			N190 X62.307 Z-10.752		
			T8 = Drill D20 L260, 20mm Drill			N200 G0 Z1.757		
			T5= Drill D3,15 L260, 3,15mm Drill			N210 X60.007		
			T6 = D0 L0, Custom			N220 G1 Z-11.7		
			Workpiece coordinate systems			N230 X61.007		
			G54 = X0 Y0 Z190 A0 B0 C0			N240 X61.307 Z-11.4		
			N10 T="T1"; IC16 Re0.2 R Проходной tool			N250 G0 Z1.757		
			N20 M6			N260 X59.007		
			N30 G17 G54			N270 G1 Z-11.7		
			N40 G0 Z10			N280 X60.007		
			N50 X63.8			N290 X60.307 Z-11.4		
			N60 Z3.8			N300 G0 Z1.757		
			N70 Z1			N310 X58.007		
			N80 G1 G95 X-0.24 M8 F0.2			N320 G1 Z-11.7		
			N90 Z3.8			N330 X59.007		
			N100 G0 X63.8			N340 X59.307 Z-11.4		
			N110 Z10			N350 G0 Z1.757		
			Naruzhn. chernovoe tochenie 1			N360 X57.007		
			N120 X62.007			N370 G1 Z-11.7		
			N130 Z1.757			N380 X58.007		
			N140 X61.007			N390 X58.307 Z-11.4		
Дубл.	Взам.	Подп.	ККИ					

			НИ ТПУ		ИШНПТ-4А8А002.00.00.00		ИШНПТ 4А8А					
			Кодирование информации, содержание кадра				Кодирование информации, содержание кадра					
			N400 G0 Z1.757				N690 X52.307 Z-11.4					
			N410 X56.007				N700 G0 Z1.757					
			N420 G1 Z-11.7				N710 X50.007					
			N430 X57.007				N720 G1 Z-11.7					
			N440 X57.307 Z-11.4				N730 X51.007					
			N450 G0 Z1.757				N740 X51.307 Z-11.4					
			N460 X55.007				N750 G0 Z1.757					
			N470 G1 Z-11.7				N760 X49.007					
			N480 X56.007				N770 G1 Z-11.7					
			N490 X56.307 Z-11.4				N780 X50.007					
			N500 G0 Z1.757				N790 X50.307 Z-11.4					
			N510 X54.007				N800 G0 Z1.757					
			N520 G1 Z-11.7				N810 X48.007					
			N530 X55.007				N820 G1 Z-11.7					
			N540 X55.307 Z-11.4				N830 X49.007					
			N550 G0 Z1.757				N840 X49.307 Z-11.4					
			N560 X53.007				N850 G0 Z1.757					
			N570 G1 Z-11.7				N860 X47.007					
			N580 X54.007				N870 G1 Z-11.7					
			N590 X54.307 Z-11.4				N880 X48.007					
			N600 G0 Z1.757				N890 X48.307 Z-11.4					
			N610 X52.007				N900 G0 Z1.757					
			N620 G1 Z-11.7				N910 X46.007					
			N630 X53.007				N920 G1 Z-11.7					
			N640 X53.307 Z-11.4				N930 X47.007					
			N650 G0 Z1.757				N940 X47.307 Z-11.4					
			N660 X51.007				N950 G0 Z1.757					
			N670 G1 Z-11.7				N960 X45.007					
			N680 X52.007				N970 G1 Z-11.7					
Дубл.	Взам.	Подл.	ККИ									

		НИ ТПУ		ИШНПТ-4А8А002.00.00.00		ИШНПТ 4А8А		
		Кодирование информации, содержание кадра		Кодирование информации, содержание кадра				
			N980 X46.007		N1270 G1 Z-11.7			
			N990 X46.307 Z-11.4		N1280 X40.007			
			N1000 G0 Z1.757		N1290 X40.307 Z-11.4			
			N1010 X44.007		N1300 G0 Z1.757			
			N1020 G1 Z-11.7		N1310 X38.007			
			N1030 X45.007		N1320 G1 Z-11.7			
			N1040 X45.307 Z-11.4		N1330 X39.007			
			N1050 G0 Z1.757		N1340 X39.307 Z-11.4			
			N1060 X43.007		N1350 G0 Z1.757			
			N1070 G1 Z-11.7		N1360 X37.007			
			N1080 X44.007		N1370 G1 Z-11.7			
			N1090 X44.307 Z-11.4		N1380 X38.007			
			N1100 G0 Z1.757		N1390 X38.307 Z-11.4			
			N1110 X42.007		N1400 G0 Z1.757			
			N1120 G1 Z-11.7		N1410 X36.007			
			N1130 X43.007		N1420 G1 Z-11.7			
			N1140 X43.307 Z-11.4		N1430 X37.007			
			N1150 G0 Z1.757		N1440 X37.307 Z-11.4			
			N1160 X41.007		N1450 G0 Z1.757			
			N1170 G1 Z-11.7		N1460 X35.007			
			N1180 X42.007		N1470 G1 Z-11.7			
			N1190 X42.307 Z-11.4		N1480 X36.007			
			N1200 G0 Z1.757		N1490 X36.307 Z-11.4			
			N1210 X40.007		N1500 G0 Z1.757			
			N1220 G1 Z-11.7		N1510 X34.007			
			N1230 X41.007		N1520 G1 Z-11.7			
			N1240 X41.307 Z-11.4		N1530 X35.007			
			N1250 G0 Z1.757		N1540 X35.307 Z-11.4			
			N1260 X39.007		N1550 G0 Z1.757			
Дубл.	Взам.	Подп.	ККИ					

			НИ ТПУ		ИШНПТ-4А8А002.00.00.00		ИШНПТ 4А8А	
			Кодирование информации, содержание кадра				Кодирование информации, содержание кадра	
			N1560 X33.007				N1850 X29.35 Z-0.203	
			N1570 G1 Z-11.7				N1860 Z-12	
			N1580 X34.007				N1870 X60.717	
			N1590 X34.307 Z-11.4				N1880 X61.366 Z-11.352	
			N1600 G0 Z1.757				N1890 X61.707	
			N1610 X32.007				N1900 G0 Z10 M9	
			N1620 G1 Z-11.7				N1910 SUPA G0 X0 D0	
			N1630 X33.007				N1920 SUPA G0 Z-150	
			N1640 X33.307 Z-11.4				N1930 M1	
			N1650 G0 Z1.757				N1940 T="T4"; La2 Re0.2 R Канавочный tool	
			N1660 X31.007				N1950 M6	
			N1670 G1 Z-11.7				N1960 G17 G54	
			N1680 X32.007				N1970 G0 Z10	
			N1690 X32.307 Z-11.4				N1980 X30.35	
			N1700 G0 Z1.757				N1990 Z-6.267	
			N1710 X30.007				N2000 X29.649	
			N1720 G1 Z-11.7				N2010 G1 X29.176 M8 F0.2	
			N1730 X31.007				N2020 G0 X29.649	
			N1740 X31.307 Z-11.4				N2030 Z-6.612	
			N1750 G0 Z1.757				N2040 G1 X27.891	
			N1760 X29.107				N2050 G0 X30.35	
			N1770 G1 Z0.64				N2060 Z-6.956	
			N1780 X29.65 Z0.097				N2070 X29.649	
			N1790 Z-11.7				N2080 G1 X29.176	
			N1800 X30.007				N2090 X29.349 Z-6.784	
			N1810 X30.307 Z-11.4				N2100 G0 X30.35	
			N1820 G0 Z1.457				N2110 Z10	
			N1830 X28.807				;Naruzhn. obrabotka kanavok 2	
			N1840 G1 Z0.34				N2120 X32.21	
Дубл.	Взам.	Подл.	ККИ					

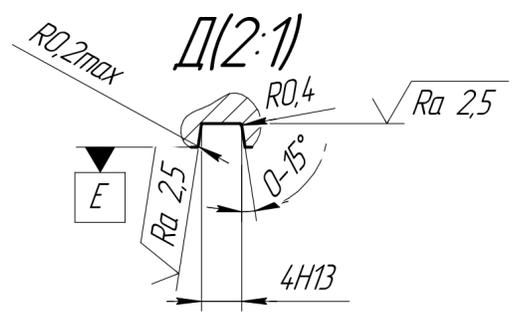
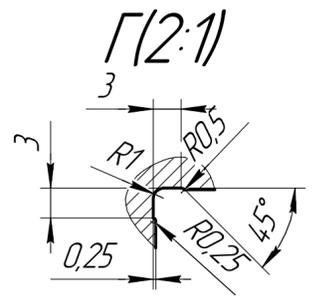
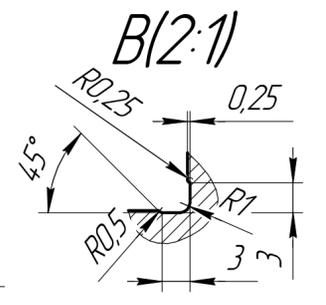
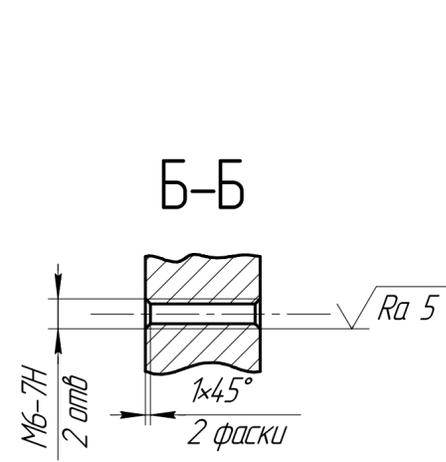
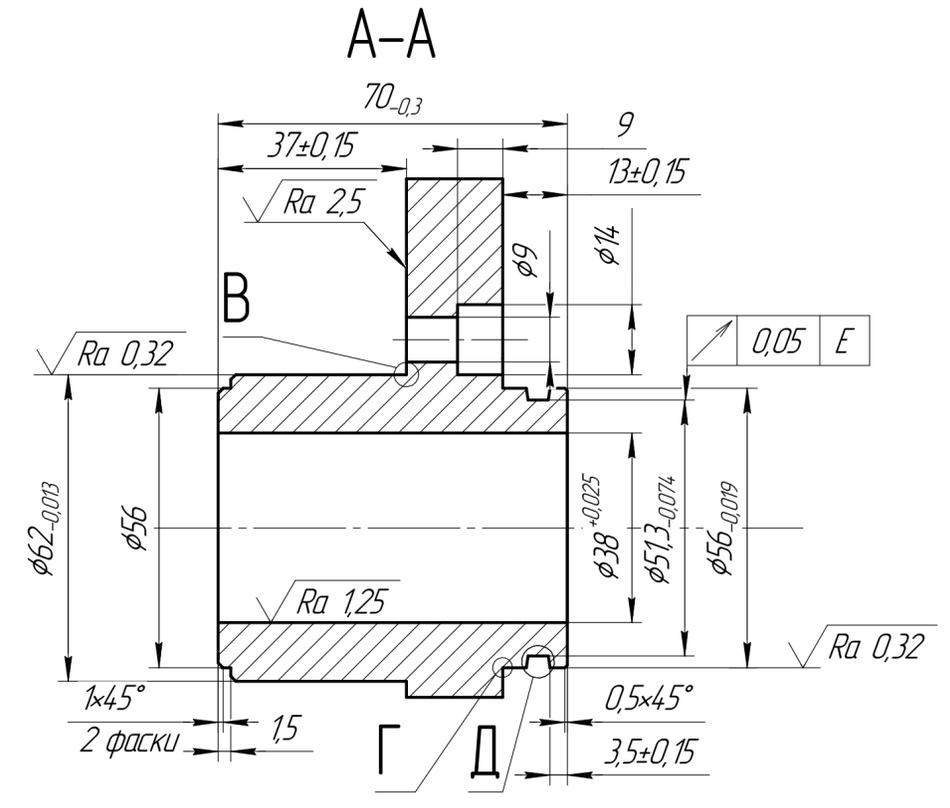
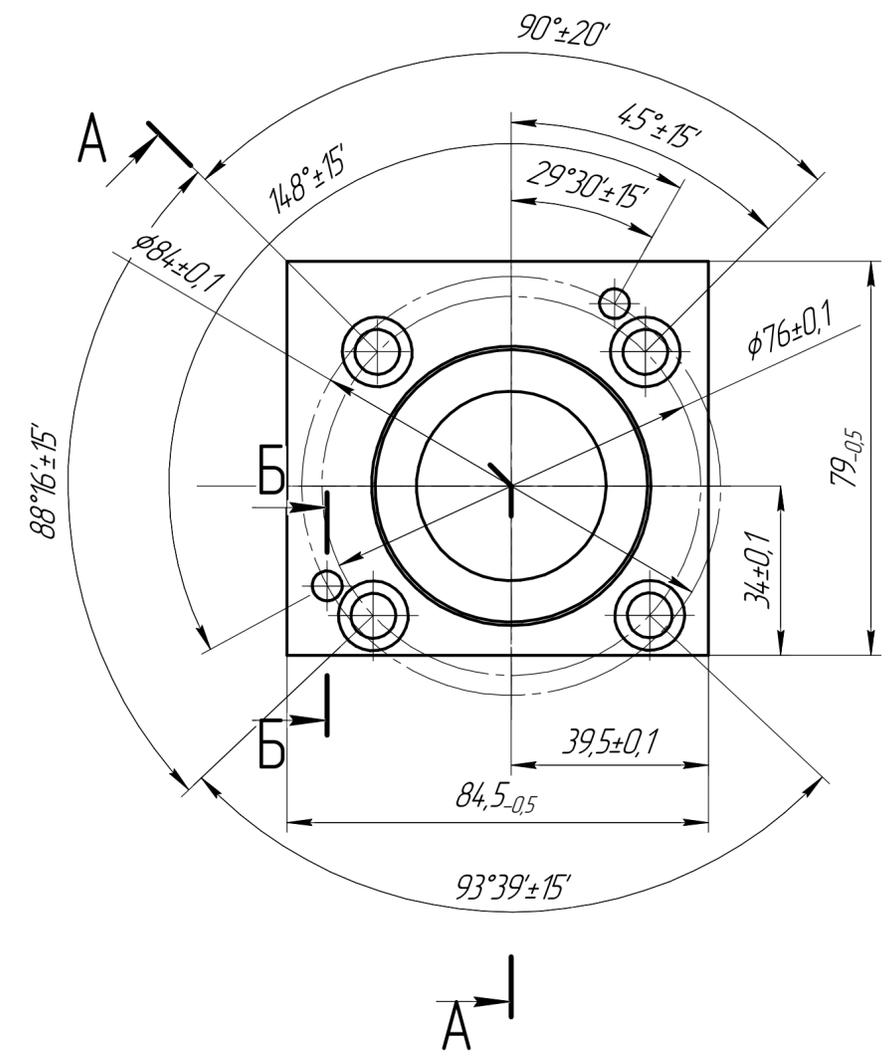
		НИ ТПУ		ИШНПТ-4А8А002.00.00.00		ИШНПТ 4А8А	
		Кодирование информации, содержание кадра		Кодирование информации, содержание кадра			
			N2130 Z-11.443		N2410 S398 M3		
			N2140 X29.649		N2420 Z11		
			N2150 G1 X29.233		N2430 M8		
			N2160 G0 X29.649		N2440 MCALL CYCLE81(11,-4.999,1,-79.509)		
			N2170 Z-11.578		N2450 X0 Y0		
			N2180 G1 X29.1		N2460 MCALL		
			N2190 G0 X32.21		N2470 Z10 M9		
			N2200 Z-11.941		N2480 SUPA G0 X0 D0		
			N2210 X29.649		N2490 SUPA G0 Z-150		
			N2220 G1 X29.1		N2500 M1		
			N2230 X29.2 Z-11.841		N2510 T="T6"; Custom		
			N2240 G0 X32.21		N2520 M6		
			N2250 Z10 M9		N2530 G17 G54		
			N2260 SUPA G0 X0 D0		N2540 G0 Z10		
			N2270 SUPA G0 Z-150		N2550 X17.977		
			N2280 M1		N2560 Z-74.141		
			;Tokarnaya obrabotka otverstij 1		N2570 G1 X18.45 Z-73.668 M8 F0.3		
			N2290 T="T78"; 20mm Drill		N2580 Z-72.22		
			N2300 M6		N2590 X18.454		
			N2310 G17 G54		N2600 X18.45 Z-14.5		
			N2320 S239 M3		N2610 Z0.169		
			N2330 G0 Z10		N2620 X17.977 Z0.642		
			N2340 X0		N2630 X17.677 Z0.342		
			N2350 Z11.001		N2640 G0 Z-74.441		
			N2360 M8 F0.22		N2650 X18.277		
			N2370 MCALL CYCLE81(11.001,1.001,1,-79.509)		N2660 G1 X18.75 Z-73.968		
			N2380 X0 Y0		N2670 Z-72.52		
			N2390 MCALL		N2680 X18.754		
			N2400 Z10 M9		N2690 X18.75 Z-14.8		
Дубл.	Взам.	Подп.	ККИ				

				НИ ТПУ	ИШНПТ-4А8А003.00.00.00			ИШНПТ 4А8А			
					УП №8700-0003					030	
				Оборудование, устройство ЧПУ			Особые указания				
				Токарный станок с ЧПУ 16А25Ф3 Sinumerik 840							
				Кодирование информации, содержание кадра			Кодирование информации, содержание кадра				
				N10 T="T10"; 16mm Cylindrical mill			N260 G1 Y39.696				
				N20 M6			N270 Z47.6				
				N30 G17 G54			N280 G2 X-34.196 Y47.5 I=AC(-34) J=AC(39.5)				
				N40 S199 M3			N290 G1 X45.196				
				N50 G0			N300 G2 X53 Y39.696 I=AC(45) J=AC(39.5)				
				N60 CYCLE800(0,"",0,57,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0)			N310 G1 Y-45.196				
				N70 X-42 Y39.696 Z80 A0 C0			N320 G2 X45.196 Y-53 I=AC(45) J=AC(-45)				
				N80 Z70			N330 G1 X-34.196				
				N90 G1 Z54 M8 F200			N340 G2 X-42 Y-45.196 I=AC(-34) J=AC(-45)				
				N100 G2 X-34.196 Y47.5 I=AC(-34) J=AC(39.5)			N350 G1 Y39.696				
				N110 G1 X45.196			N360 Z44.4				
				N120 G2 X53 Y39.696 I=AC(45) J=AC(39.5)			N370 G2 X-34.196 Y47.5 I=AC(-34) J=AC(39.5)				
				N130 G1 Y-45.196			N380 G1 X45.196				
				N140 G2 X45.196 Y-53 I=AC(45) J=AC(-45)			N390 G2 X53 Y39.696 I=AC(45) J=AC(39.5)				
				N150 G1 X-34.196			N400 G1 Y-45.196				
				N160 G2 X-42 Y-45.196 I=AC(-34) J=AC(-45)			N410 G2 X45.196 Y-53 I=AC(45) J=AC(-45)				
				N170 G1 Y39.696			N420 G1 X-34.196				
				N180 Z50.8			N430 G2 X-42 Y-45.196 I=AC(-34) J=AC(-45)				
				N190 G2 X-34.196 Y47.5 I=AC(-34) J=AC(39.5)			N440 G1 Y39.696				
				N200 G1 X45.196			N450 Z41.2				
				N210 G2 X53 Y39.696 I=AC(45) J=AC(39.5)			N460 G2 X-34.196 Y47.5 I=AC(-34) J=AC(39.5)				
				N220 G1 Y-45.196			N470 G1 X45.196				
				N230 G2 X45.196 Y-53 I=AC(45) J=AC(-45)			N480 G2 X53 Y39.696 I=AC(45) J=AC(39.5)				
				N240 G1 X-34.196			N490 G1 Y-45.196				
				N250 G2 X-42 Y-45.196 I=AC(-34) J=AC(-45)			N500 G2 X45.196 Y-53 I=AC(45) J=AC(-45)				
Дубл.	Взам.	Подп.		ККИ							

		НИ ТПУ		ИШНПТ-4А8А003.00.00.00		ИШНПТ 4А8А	
		Кодирование информации, содержание кадра		Кодирование информации, содержание кадра			
		N510 G1 X-34.196		N800 M6			
		N520 G2 X-42 Y-45.196 I=AC(-34) J=AC(-45)		N810 G54			
		N530 G1 Y39.696		N820 CYCLE800(0,"",0,57,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0)			
		N540 Z38		N830 G17			
		N550 G2 X-34.196 Y47.5 I=AC(-34) J=AC(39.5)		N840 S707 M3			
		N560 G1 X45.196		N850 G0 X36.581 Y20.697 Z80 A0 C0			
		N570 G2 X53 Y39.696 I=AC(45) J=AC(39.5)		N860 M8 F200			
		N580 G1 Y-45.196		N870 MCALL CYCLE81(80,57,1,37)			
		N590 G2 X45.196 Y-53 I=AC(45) J=AC(-45)		N880 X36.581 Y20.697			
		N600 G1 X-34.196		N890 X-20.055 Y-36.937			
		N610 G2 X-42 Y-45.196 I=AC(-34) J=AC(-45)		N900 MCALL			
		N620 G1 Y39.696		N910 CYCLE800()			
		N630 Z37		;Obrabotka otverstij 1			
		N640 G2 X-34.196 Y47.5 I=AC(-34) J=AC(39.5)		N920 G54			
		N650 G1 X45.196		N930 CYCLE800(0,"",0,57,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0)			
		N660 G2 X53 Y39.696 I=AC(45) J=AC(39.5)		N940 S707 M3			
		N670 G1 Y-45.196		N950 X36.581 Y20.697			
		N680 G2 X45.196 Y-53 I=AC(45) J=AC(-45)		N960 MCALL CYCLE81(80,57,1,37)			
		N690 G1 X-34.196		N970 X36.581 Y20.697			
		N700 G2 X-42 Y-45.196 I=AC(-34) J=AC(-45)		N980 X-20.055 Y-36.937			
		N710 G1 Y39.696		N990 MCALL			
		N720 G0 Z80		N1000 M5 M9			
		N730 M5 M9		N1010 CYCLE800()			
		N740 CYCLE800()		N1020 SUPA G0 X0 Y200 Z700 D0			
		N750 Z644		N1030 M1			
		N760 Y200		N1040 T="T59"; 2mm Drill			
		N770 X0		N1050 M6			
		N780 M1		N1060 G54			
		N790 T="T52"; 1mm Drill		N1070 CYCLE800(0,"",0,57,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0)			
Дубл.	Взам.	Подл.	ККИ				

		НИ ТПУ		ИШНПТ-4А8А003.00.00.00		ИШНПТ 4А8А	
		Кодирование информации, содержание кадра		Кодирование информации, содержание кадра			
			N1080 G17		N1370 G17		
			N1090 S398 M3		N1380 S796 M3		
			N1100 G0 X-26.203 Y28.017 Z80 A0 C0		N1390 G0 X-26.203 Y28.017 Z80 A0 C0		
			N1110 M8 F200		N1400 M8 F200		
			N1120 MCALL CYCLE81(80,48,1,37)		N1410 MCALL CYCLE81(80,48,1,37)		
			N1130 X-26.203 Y28.017		N1420 X-26.203 Y28.017		
			N1140 X27.125 Y27.125		N1430 X27.125 Y27.125		
			N1150 Y-27.125		N1440 Y-27.125		
			N1160 X-26.292 Y-27.933		N1450 X-26.292 Y-27.933		
			N1170 MCALL		N1460 MCALL		
			N1180 CYCLE800()		N1470 M5 M9		
			N1190 G54		N1480 CYCLE800()		
			N1200 CYCLE800(0,"",0,57,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0)		N1490 SUPA G0 X0 Y200 Z700 D0		
			N1210 S398 M3		N1500 M1		
			N1220 X-26.203 Y28.017		N1510 T="T161"; 12mm Spotfacing drill		
			N1230 MCALL CYCLE81(80,48,1,37)		N1520 M6		
			N1240 X-26.203 Y28.017		N1530 G54		
			N1250 X27.125 Y27.125		N1540 CYCLE800(0,"",0,57,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0)		
			N1260 Y-27.125		N1550 G17		
			N1270 X-26.292 Y-27.933		N1560 S200 M3		
			N1280 MCALL		N1570 G0 X-26.203 Y28.017 Z80 A0 C0		
			N1290 M5 M9		N1580 M8 F200		
			N1300 CYCLE800()		N1590 MCALL CYCLE81(80,57,1,48)		
			N1310 SUPA G0 X0 Y200 Z700 D0		N1600 X27.125 Y27.125		
			N1320 M1		N1610 MCALL		
			N1330 T="T147"; 8mm Countersink drill		N1620 M5 M9		
			N1340 M6		N1630 CYCLE800()		
			N1350 G54		N1640 SUPA G0 X0 Y200 Z700 D0		
			N1360 CYCLE800(0,"",0,57,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0)		N1680 M30		
Дубл.	Взам.	Подп.	ККИ				

Приложение В
Чертёж детали «Фланец прибора»

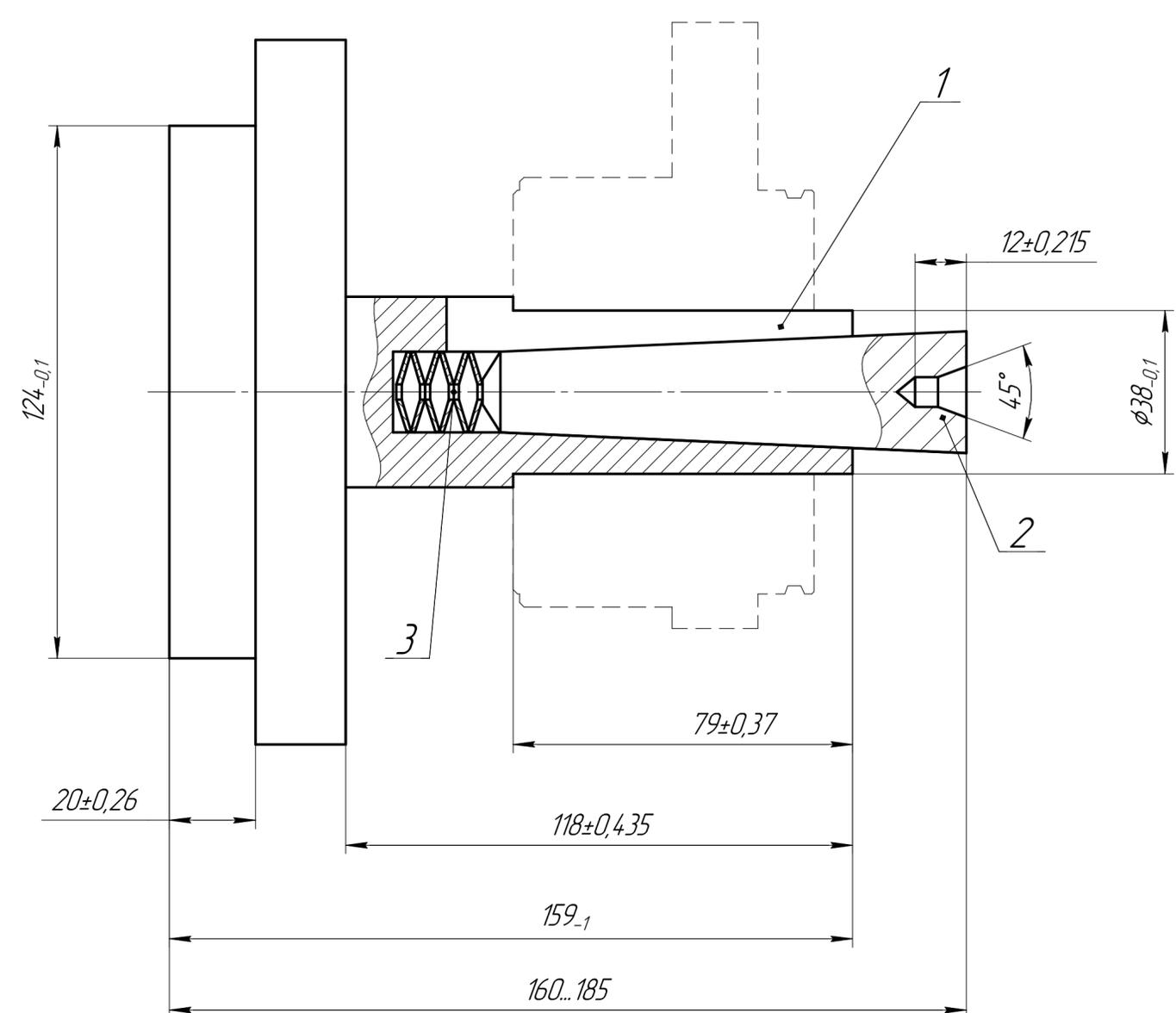
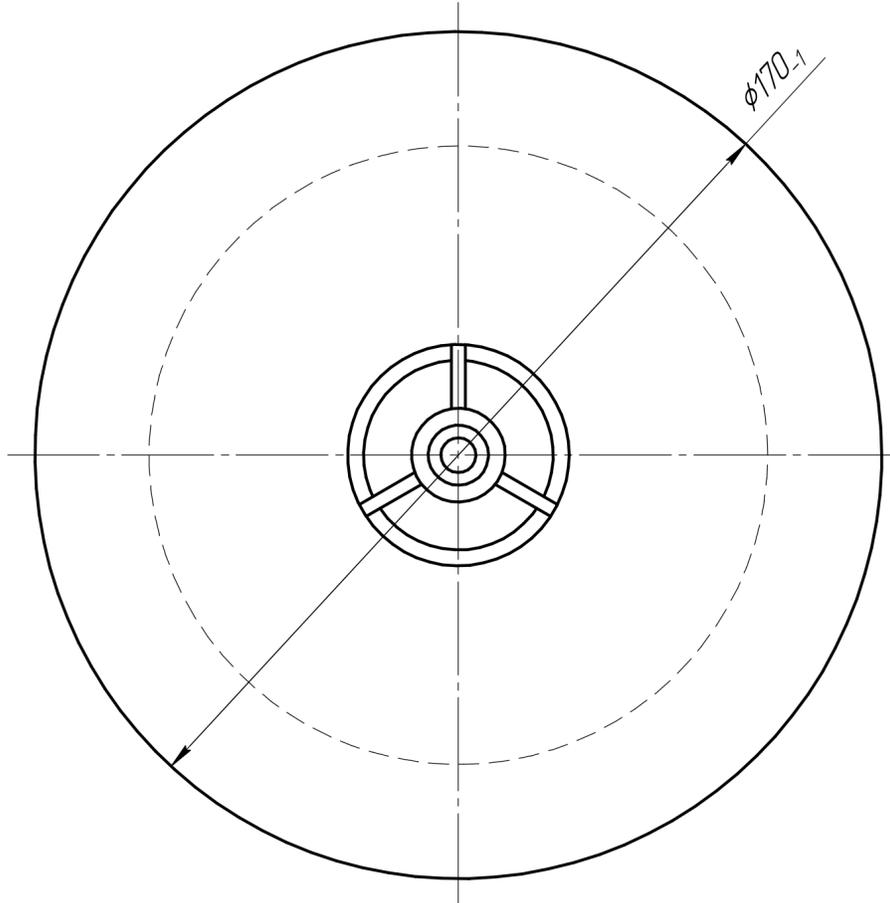


1. Неуказанные допуски
H14, h14, ±14/2

Изм. №				
подп.	подп.	подп.	подп.	подп.
дата	дата	дата	дата	дата
№	№	№	№	№
лист	лист	лист	лист	лист

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Фланец прибора	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.							3,8	1:1
Проб.						Лист	Листов	1
Т.контр.								
И.контр.					Сталь 20 ГОСТ 1050-2013			
Утв.								

Приложение Г
Специальное приспособление



Технические характеристики:
 1. Сила зажима $Q = 1046 \text{ Н}$
 2. Погрешность установки $\epsilon = 0,016 \text{ мм}$

Технические требования:
 1. Шток должен ходить без заклинивания
 2. Поверхности должны быть смазаны маслом ЦИАТИМ-202 ГОСТ 1110-75

Изм. №					
Изм. №					
Изм. №					
Изм. №					
Изм. №					
Изм. №					
Изм. №					
Изм. №					
Изм. №					
Изм. №					

				ТПУ.ИШНПТ-4А8А006.01.00.00 СБ		
Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Специальное приспособление		
Разраб.	Даныкин В.В.					
Проб.	Ефременкова С.К.			Лист	Масса	Масштаб
Т.контр.				1		1:1
Н.контр.				Лист Листов 1		
Утв.				ТПУ ИШНПТ Группа 4А8А		
				Копировал		
				Формат А2		

