

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Технологическая подготовка производства детали «Втулка гидроцилиндра левая» на станках с ЧПУ

УДК 621.81-2:658:621.9.06-529

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4A8A	Солтангазин Елжан Нурланулы		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Анисимова М.А.	к.ф.-м.н		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кашук И.В.	к.т.н.		

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
Доцент	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
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 машиностроения

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	Солтангазин Елжан Нурланулы

Тема работы:

Технологическая подготовка производства детали «Втулка гидроцилиндра левая» 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:

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>	1. Чертеж детали «Втулка гидроцилиндра левая» 2. Тип производства: мелкосерийное
--	---

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	1. Проектирование технологического процесса изготовления детали 2. Социальная ответственность 3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Чертеж детали 2. Технологические карты 3. Карты наладки 4. Сборочный чертеж приспособления
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Технологическая часть	Анисимова М.А.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Кашук И.В.
Социальная ответственность	Черемискина М.С.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Реферат	

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	Анисимова М.А.	к.ф.-м.н.		13.12.2021

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А8А	Солтангазин Елжан Нурланулы		13.12.2021

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 90 листов пояснительной записки, 7 рис., 35 табл., 19 источников, 3 приложения.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ВТУЛКА ГИДРОЦИЛИНДРА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА, СТАНОК, БАЗИРОВАНИЕ, ПРИСПОСОБЛЕНИЕ, ГИБКИЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ МОДУЛЬ, ТОЧЕНИЕ, ФРЕЗЕРОВАНИЕ, РАСТАЧИВАНИЕ, РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ.

Целью данной выпускной работы является разработка технологического процесса производства детали «Втулка гидроцилиндра левая».

Объектом исследования является деталь типа «Втулка гидроцилиндра левая».

В ходе выполнения данной бакалаврской работы были выполнены следующие этапы: анализ технологичности конструкции детали; способ получения заготовки; проектирование технологического маршрута и операций; произведен размерный анализ; разработаны управляющие программы для станков с числовым программным управлением (ЧПУ); разработано специальное приспособление; предложена схема гибкого производственного модуля (ГПМ). Так же были подробно рассмотрены следующие разделы: социальная ответственность; финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.

В разделе «Социальная ответственность» были проанализированы вредные и опасные факторы присущие данному технологическому процессу, выбрано наиболее вероятная чрезвычайная ситуация и разработаны мероприятия по ее устранению.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» проанализирована конкурентоспособность разработанного технологического процесса и рассчитана стоимость научно-технического исследования.

Перечень стандартов, используемых при оформлении пояснительных записок и чертежей

1. ГОСТ 1050-2013Metalлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия
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. ГОСТ 24104-2001 Весы лабораторные. Общие технические требования.
8. ГОСТ 2424-83 Круги шлифовальные. Технические условия.
9. ГОСТ 18880-73 Резцы токарные подрезные, отогнутые с пластинами из твердого сплава. Конструкция и размеры.
10. ГОСТ 18879-73 Резцы токарные проходные упорные с пластинами из твердого сплава. Конструкция и размеры.
11. ГОСТ 18883-73 Резцы токарные расточные с пластинами из твердого сплава для обработки глухих отверстий. Конструкция и размеры.
12. ГОСТ 2675-80 Патроны самоцентрирующиеся трехкулачковые. Основные размеры.
13. ГОСТ 14952-75 Сверла центровочные комбинированные. Технические условия.
14. ГОСТ 10903-77 Сверла спиральные с коническим хвостовиком.
15. ГОСТ 13598-85 Втулки переходные для крепления инструмента с коническим хвостовиком. Конструкция и размеры.
16. ГОСТ 9378-75 Образцы шероховатости поверхности (сравнения). Общие технические условия.
17. ГОСТ 1465-80 Напильники. Технические условия.
18. ГОСТ 1513-77 Надфили. Технические условия.

19. ГОСТ 2682-86 Оправка с конусом Морзе для сверлильных патронов.
20. ГОСТ 6507-90 Микрометры. Технические условия.
21. ГОСТ 4126-66 Шаблоны радиусные.
22. ГОСТ 26228-90 Системы производственные гибкие. Термины и определения, номенклатура показателей.
23. СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы.
24. СН 2.2.4/2.1.8.562–96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
25. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение.
26. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
27. Р 2.2.200605 Гигиена труда. Руководство, по гигиенической оценке, факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
28. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).
29. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
30. ГОСТ 3.1404-86 ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием.
31. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. От 01.04.2019) 10
32. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны 10
33. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
34. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.

35. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы.
36. ГОСТ 12.2.032-78. Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
37. СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
38. СНиП 11-2-80 Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений.
39. ГОСТ 27782-88 Материалоемкость изделий машиностроения. Термины и определению.

Оглавление

Введение.....	12
1 Технологическая подготовка производства. Основные положения.....	14
1.1 Анализ технологичности детали	14
1.2 Обеспечение эксплуатационных свойств детали	16
1.3 Способ получения заготовки	17
1.4 Проектирование технологического маршрута.....	19
1.5 Расчет припусков на обработку.....	20
1.6 Проектирование технологических операций.....	27
1.6.1 Уточнение технологических баз и схемы закрепления заготовки	34
1.6.2 Уточнение содержания переходов.....	35
1.7 Выбор средств технологического оснащения.....	36
1.8 Выбор и расчет режимов резания.....	40
1.9 Нормирование технологических переходов.....	42
1.10 Разработка управляющих программ для станков с ЧПУ	43
1.11 Техничко-экономические показатели технологического процесса.....	45
1.12 Размерный анализ технологического процесса	47
1.13 Проектирование средств технологического оснащения.....	48
1.13.1 Обоснование выбора схемы приспособления.....	48
1.13.2 Расчет приспособления	51
1.14 Проектирование гибкого производственного модуля (ГПМ).....	55
Выводы по разделу.....	56
2 Социальная ответственность.....	59
2.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	59
2.2 Производственная безопасность	61
2.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	61
2.4 Экологическая безопасность.....	64
2.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	64
Выводы по разделу.....	65
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	68

3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	68
3.1.1 Анализ конкурентных технических решений.....	68
3.1.2 Технология QuaD	69
3.1.2 SWOT-анализ	71
3.2 Планирование научно-исследовательских работ	73
3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	73
3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения	74
3.3 Бюджет научно-технического исследования	78
3.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования	78
3.3.2 Расчет амортизации специального оборудования.....	79
3.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы и дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	81
3.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	82
3.3.4 Накладные расходы	83
3.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования...	84
Вывод по разделу	87
Заключение	88
Список литературы	89
Приложение А. Чертеж детали.....	91
Приложение Б. Комплект технологической документации.....	93
Приложение В. Специальное приспособление.....	138

Введение

Машиностроение всегда и особенно в нынешнее время является ведущим экономическим сектором. Развитие машиностроения определяется как разработка принципиально новых конструкций машин, так и улучшение технологий их производства [1].

В современной машиностроительной технологии развитие осуществляется в следующих направлениях [1]:

- увеличение возможностей способов обработки деталей, экономичности технологических средств (оснащенных высокопроизводительными станками, инструментами с высокой стойкостью и так далее);
- создание максимально эффективного маршрута технологического процесса;
- использование эффективной системы контроля и управления производством;
- осуществление комплексного автоматизированного производства, в том числе разработку конструкции изделий, проектирование технологического процесса, планирование календарного планирования и др.

Оправданное использование прогрессивных инструментов и техники способно значительно снизить трудоемкость и себестоимость их производства. Высокие результаты могут быть достигнуты и при использовании высокоэффективных методов получения заготовки с минимальным припуском на механическую обработку. В ряде случаев для повышения качества продукции целесообразно уменьшить технологичность изделий, что может существенно снизить дополнительные расходы и улучшить конкурентоспособность изделий. Однако, стремление к технологичности не должны привести к усугублению свойств изделий, ниже заданных.

. Критерии построения эффективных маршрутов технологического процесса зависят от типа производства и возможностей предприятия [1]. Одним из наиболее известных критериев является принцип постоянства баз. Маршрут

должен быть рассчитан таким образом, чтобы максимально использовать возможности оборудования. Автоматизация производства на каждом его этапе позволяет существенно сократить время его подготовки и внедрения новых изделий, уменьшить и упорядочить документооборот, оперативно вносить изменения в действующие технологические процессы. На данный момент высокотехнологичные производства, такие как авиакосмические и автомобилестроение, не могут оставаться конкурентоспособными без комплексных систем автоматизации. В данной работе решается задача по подготовке производства и созданию эффективного технологического процесса изготовления детали.

Целью данной выпускной работы является технологическая подготовка производства (ТПП) детали «Втулка гидроцилиндра левая».

Основными этапами ТПП являются: анализ технологичности детали, способ получения заготовки, составление технологического маршрута, разработка технологического процесса (ТП), обеспечивающего эксплуатационные свойства детали, выбор средств технологического оснащения, расчет режимов резанья, разработка специального приспособления, социальная ответственность и финансовый менеджмент.

Важными составляющими проектирования технологического процесса являются написание управляющих программ по обработки детали на станках с ЧПУ и расчет припусков на механическую обработку.

Разработанный технологический процесс, выбор оборудования и его режимов обработки определяют основные нормы расхода рабочего сырья, времени, материалов, энергии для производства детали «Втулка гидроцилиндра левая».

1 Технологическая подготовка производства. Основные положения.

1.1 Анализ технологичности детали

Целью анализа технологической конструкции деталей является определение недостатков в конструкции деталей и предусмотренных требованиях и возможное совершенствование технологической конструкции деталей.

Технология конструкции представляет собой совокупность характеристик конструкции изделий, определяющие его приспособление к достижению оптимальных расходов на производство, эксплуатацию и ремонт изделий в соответствии с заданными показателями качества, условиями выполнения работы. Технологичность конструкции изделия должна отвечать также и требованиям сборки и эксплуатации. Основными требованиями сборки являются обеспечение возможности сборки без пригоночных работ (или при наименьшем их количестве), создание возможности независимой сборки узлов изделия, наименьшее количество деталей как по наименованиям, так и в штуках, наиболее высокий уровень взаимозаменяемости, стандартизации, унификации и нормализации сборочных единиц и их изделий, наличие удобных сборочных баз, исключение необходимости разборок при регулировках и др. [2].

Конструкция детали «Втулка гидроцилиндра левая» (рисунок 1.1) довольно простая. Деталь является достаточно жесткой, обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям. Имеется совокупность поверхностей, использующихся в качестве технологических баз. Форма детали позволяет использовать заготовки с применением литья или штамповки, а также прутков. Предварительную обработку наружных поверхностей предполагается делать на токарном и фрезерном станках, окончательную – на шлифовальном. Изготовление детали затрудняют высокие требования к точности и качеству некоторых поверхностей

и уступов. С учетом вышесказанного можно сделать вывод, что конструкция детали является технологичной.

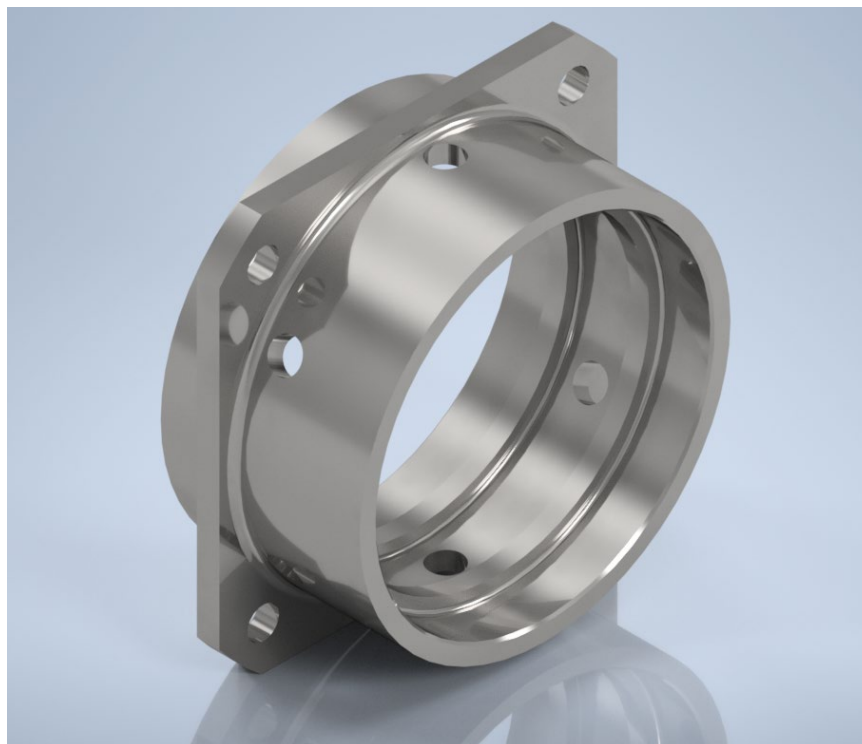


Рисунок 1.1 – 3Д модель детали «Втулка гидроцилиндра левая»

Деталь «Втулка гидроцилиндра левая», производится из марки стали 12ХН3А ГОСТ 4543-2016, химический состав и свойства стали представлены в таблицах 1.1 и 1.2.

Таблица 1.1 – Химический состав стали 12ХН3А

С	Si	Mn	Ni	P	S	Cr	Cu
0.09-0.16	0.17-0.37	0.3-0.6	2,75-3,15	0.025	0.025	0.6-0,9	0.30

Таблица 1.2 – Механические свойства стали 12ХН3А (после нормализации)

Предел текучести, Н/мм ² , не менее	Предел краткосрочного сопротивления, Н/мм ² , не менее	Минимальное относительное удлинение, %, не менее	Относительное сужение, %, не менее
382	330	11	55

Цифра 12 перед маркой стали указывает на то, что в ней содержится 1,2% углерода, Х - говорит о небольшом содержании хрома менее 1,5%, а НЗ - о том, что содержится никель в количестве 3%, буква А на конце означает, что это высококачественная чистая сталь с содержанием вредных серы и фосфора менее 0,025%. Таким образом перед нами легированная высококачественная сталь.

Конструкционная легированная хромоникелевая сталь 12ХНЗА используется для изготовления цементируемых деталей с высокими требованиями по пластичности, вязкости, прочности сердцевины и твердости поверхности, работающих при отрицательных до 100 °С температурах или под воздействием ударных нагрузок – валы, шестерни, кулачковые муфты, червяки, поршневые пальцы и другая продукция.

1.2 Обеспечение эксплуатационных свойств детали

Надежность и долговечность машин зависят от эксплуатационных характеристик деталей и соединений – статической, усталости и контактности, коррозионной стойкости, упругости и т.д. Кроме того, указанные свойства зависят как от механических свойства материалов, так и от точности размера деталей, и от качества поверхностных слоев их поверхности, и от условий использования. Надежность машин, определяемая точностью изготовления ее деталей, в большей степени зависит от контактной жесткости их соединений. Около 70% выхода из строя машин определяются износом деталей в ходе длительных нагрузок элементов станка. Поэтому износостойкость имеет важную роль в обеспечении надежности составных частей машин [3].

Проверка работоспособности конструкции детали выполняется с помощью CAD/CAE/PEM-системы. Для этого была приложена внешняя распределенная нагрузка, равная $P=1000$ Н. Моделирование и расчеты были выполнены в программе КОМПАС3D v19.1 (приложение АРМ FEM). Результаты расчета напряжений при рабочей нагрузке для детали «Втулка гидроцилиндра левая», показанная на рисунке 1.2.

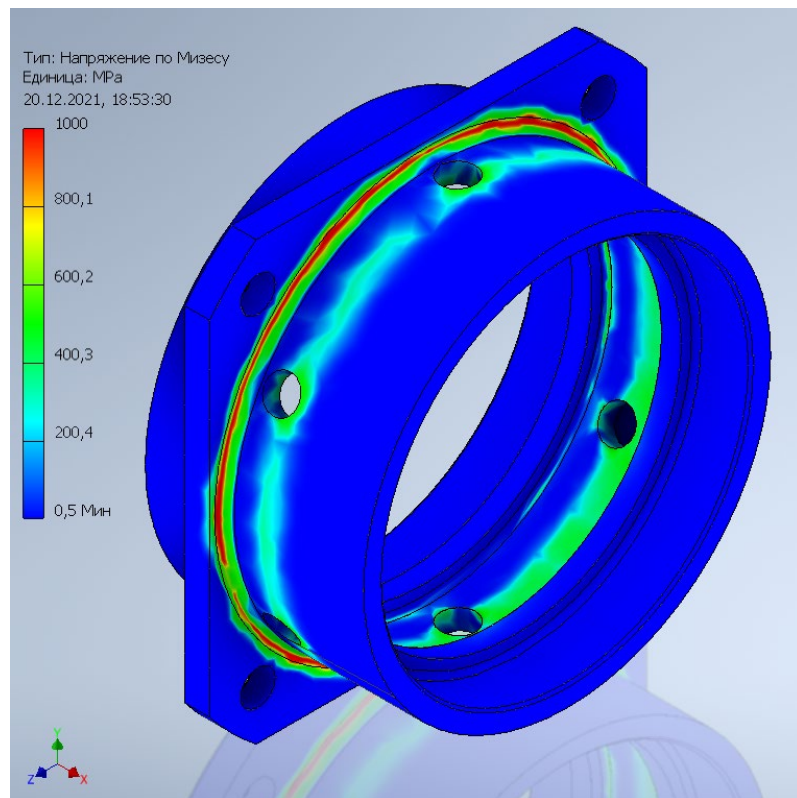


Рисунок 1.2 – Статическое узловое напряжение модели

Из карты и диаграммы максимальных напряжений, можем наблюдать, что максимальное напряжение не переступает отметку в 1,98 МПа, что меньше предела текучести, который равен около 205 МПа. На других конструктивных элементах, в среднем действует напряжение около 1 МПа. Из этого можно сделать вывод, что деталь работает в зоне упругой деформации.

1.3 Способ получения заготовки

Существует множество разных способов изготовления будущей части: литья, штампа, спекания металлических порошков, высадки, волочения и так далее. Выбирать заготовку зависит от: материала детали, конструкции и размеров детали, программы выпуска, наличия оборудования в цехах изготовления и других реальных производственных условий производства. Основой выбора заготовок на последующее механическое изготовление изделия является: обеспечение минимального расхода металлов при производстве заготовок, а также при последующих их механических

обработках; обеспечение наименьших затрат труда, средств и энергии на производство заготовок и на последующую их механическую обработку. Чем больше размеры и формы заготовок приближаются к формам готового изделия, тем меньше будет станкоёмкость и трудоемкость механической обработки, а также тем она проще и дешевле.

Было решено рассмотреть два способа получения заготовки:

- получение заготовки из сортового проката;
- получение заготовки путем отливки.

По ГОСТ 27782-88 коэффициент использования материала (КИМ) – это показатель, характеризующий степень полезного расхода материала на производство изделия, который определяется по формуле [3]:

$$K = \frac{q}{Q}$$

где q- масса готовой детали кг;

Q- масса исходной заготовки кг;

Массу готовой детали и заготовки определяем с помощью программного обеспечения «Компас 3D V19.1».

КИМ для прутка равен:

$$K = \frac{q}{Q} = \frac{1,25}{3,5} = 0,36 ,$$

для литья равен:

$$K = \frac{q}{Q} = \frac{1,25}{3} = 0,42.$$

Сравнивая коэффициенты, можно увидеть, что заготовка из литья подходит лучше для изготовления детали, чем из прутка. Но для литья нужны специальные приспособления, которые могут влиять на конечную стоимость детали. В мелкосерийном производстве изготовление малогабаритных заготовок выгоднее. Поскольку планируется выпуск 100 деталей в год, то получение заготовок путем отрезки прутка нам подходит [1].

1.4 Проектирование технологического маршрута

Маршрут согласно ГОСТ 14.0004-83 является последовательностью прохождения заготовки детали по цехам и производственным участкам предприятия в ходе технологического процесса изготовления.

Последовательность операций для изготовления заданной детали «Втулка гидроцилиндра» согласно техническим требованиям (Приложение А), условиям производства и требуемым параметрам точности представлена в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Технологический маршрут детали «Втулка гидроцилиндра левая»

005	Заготовительная
010	Токарная с ЧПУ
015	Токарная
020	Координатная-расточная
025	Слесарная
030	Контрольная
035	Термическая
040	Фрезерная с ЧПУ
045	Фрезерная с ЧПУ
050	Слесарная
055	Контрольная
060	Внутришлифовальная
065	Круглошлифовальная
070	Слесарная
075	Промывочная
080	Контрольная
085	Консервация

1.5 Расчет припусков на обработку

При разработке технологического процесса механического обработки заготовки необходимо устанавливать оптимальные шаблоны, обеспечивающие заданную степень точности и качества обработанной поверхности. Припуском на обработку называется слой (толщина слоя) материала, удаляемый с поверхности заготовки для устранения дефектов от предыдущей обработки. Общий припуск к обработке называется слоем материала толщиной слоя, удаляемым с рассмотренной поверхности заготовки при выполнении технологических процессов, чтобы получить готовую деталь. Установление минимальной толщины припусков на обработку является важной задачей. Назначение чрезмерно больших припусков приводит к:

- потерям материала, превращаемого в стружку;
- увеличению упругой деформации технологической системы СПИД (Станок – приспособление – инструмент - деталь) вследствие увеличения силы резания, следственно приводит к уменьшению точности обработки;
- увеличению трудоемкости механической обработки (чем больше припуск – тем больше необходимо произвести рабочих ходов);
- усложняется применение приспособлений вследствие увеличения силы резания; к повышению расхода режущего инструмента и электрической энергии; к увеличению потребности в оборудовании и рабочей силе [3].

Операционный припуск – это слой материала, удаляемый с заготовки при выполнении одной технологической операции.

Операционный припуск равняется сумме промежуточных припусков, т.е. припусков на отдельные переходы, входящие в данную операцию.

Припуск на переход – это слой материала (толщина слоя), удаляемый с заготовки при выполнении перехода, т.е. при обработке рассматриваемой поверхности с определённой точностью инструментом при неизменных режимах резания [3].

Минимальные припуски на обработку z_{min} определяются двумя методами: нормативным и расчетно-аналитическим.

При нормативном методе значения z_{min} находят непосредственно по таблицам, которые составлены путем обобщения и систематизации производственных данных.

При расчетно-аналитическом методе, z_{min} находят путем суммирования отдельных составляющих, что позволяет наиболее точно учесть конкретные условия обработки.

Минимальный промежуточный припуск при обработке отверстия Ø68Н9 мм:

$$2 \cdot z_{i \min} = 2 \cdot \left(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right),$$

где Rz_{i-1} – высота неровностей на предшествующем переходе;

h_{i-1} – глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем переходе;

$\Delta_{\Sigma i-1}$ – суммарные отклонения расположения поверхностей и в некоторых случаях отклонения формы поверхностей;

ε_i – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе.

Пространственное отклонение:

$$\Delta_{\Sigma i-1} = \sqrt{\Delta_{\Sigma k}^2 + \Delta_{\Sigma n}^2},$$

$$\Delta_{\Sigma k} = \Delta_k \cdot l,$$

$$\Delta_{\Sigma n} = 0.25 \cdot \sqrt{T^2 + 1},$$

где $\Delta_{\Sigma k}$ – величина кривизны заготовки,

$\Delta_{\Sigma n}$ – удельная кривизна заготовки из проката

Δ_k – удельная величина кривизны заготовки из проката,

l – длина заготовки,

T – допуск на размер базы заготовки,

$$\Delta_{\Sigma k} = \Delta_k \cdot l = 0.12 \cdot 50 = 6 \text{ мкм.}$$

$$\Delta_{\Sigma\Pi} = 0.25 \cdot \sqrt{T^2 + 1} = 0.25 \cdot \sqrt{0.052^2 + 1} = 0.25 \text{ мкм},$$

$$\Delta_{\Sigma i-1} = \sqrt{\Delta_{\Sigma\kappa}^2 + \Delta_{\Sigma\Pi}^2} = \sqrt{6^2 + 0.25^2} = 6 \text{ мкм}.$$

Величину остаточных общих пространственных отклонений после выполнения черновой обработки находим по формуле:

$$\Delta_{\text{ост}} = k_y \cdot \Delta_{\text{заг}},$$

где k_y – коэффициент уточнения формы, $\Delta_{\text{заг}}$ – удельная

$$\Delta_{\text{ост}} = k_y \cdot \Delta_{\text{заг}} = 0.06 \cdot 5.4 = 0.324 \text{ мкм}.$$

Остаточные пространственные отклонения после получистовой обработки:

$$\Delta_{\text{ост}} = k_y \cdot \Delta_{\text{ч}} = 0.06 \cdot 0.324 = 0.0194 \text{ мкм}.$$

Погрешность установки:

$$\varepsilon_i = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2},$$

где ε_6 – погрешность базирования, $\varepsilon_6 = 315$ мкм,

ε_3 – погрешность закрепления, $\varepsilon_3 = 50$ мкм.

$$\varepsilon_i = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2} = \sqrt{315^2 + 50^2} = 318.94 \text{ мкм}.$$

Минимальный припуск при тонком растачивании:

$$\begin{aligned} 2 \cdot z_{i \min} &= 2 \cdot \left(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right) = 2 \cdot \left(10 + 20 + \sqrt{0.25^2 + 6^2} \right) = \\ &= 118.45 \text{ мкм}. \end{aligned}$$

Минимальный припуск при чистовом растачивании:

$$\begin{aligned} 2 \cdot z_{i \min} &= 2 \cdot \left(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right) = \\ &= 2 \cdot \left(40 + 50 + \sqrt{0.324^2 + 318.94^2} \right) = 817.96 \text{ мкм}. \end{aligned}$$

Максимальный припуск при тонком растачивании:

$$2 \cdot z_{i \max} = 2 \cdot z_{i \min} + Td_{i-1} + Td_i = 118.45 + 87 + 74 = 279.45 \text{ мкм}.$$

Максимальный припуск при чистовом растачивании:

$$2 \cdot z_{i \max} = 2 \cdot z_{i \min} + Td_{i-1} + Td_i = 817.96 + 87 + 350 = 1254.96 \text{ мкм}.$$

Определяем предельные промежуточные размеры d_{min} и d_{max} по формулам:

$$D_{\max i-1} = D_{i \min} - 2 \cdot z_{\min i},$$

$$D_{\min i-1} = D_{\max i-1} - TD_{i-1}.$$

Производим расчет фактических предельных значений припусков $2z_{\max}$ как разность наименьших размеров и $2z_{\min}$ как разность наибольших предельных размеров на предшествующем и выполняемом переходах. Припуски на обработку размера Ø68H9 мм представлены в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Припуски на обработку размера Ø68H9 мм

Наименование детали – Втулка. Материал – сталь 12Х3Н3А											
Элементарная поверхность для расчета припуска – Ø68H9 мм											
Элементарная поверхность детали и технологический маршрут ее обработки	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2z_{\min}$, мкм	Расчетный припуск $2z_{\max}$, мкм	Допуск на изготовление TD, мкм	Принятые размеры по переходам, мм		Полученные предельные припуски, мкм	
	Rz	h	Δ	ε				D _{max}	D _{min}	2z _{max}	2z _{min}
Растачивание предварительное	40	50	5.09	318.94	-	-	350	66.515	66.165	-	-
Растачивание чистовое	10	20	0.25	-	817.96	1254.96	87	67.335	67.248	1083	820
Растачивание тонкое	6,3	10	-	-	118,45	279,45	74	68.074	68	752	700
Проверка расчета $z_{o \max} - z_{o \min} = 315 = T_3 - T_d = 315$ мкм										1835	1520

Минимальный промежуточный припуск при обработке внешнего диаметра размером Ø82 мм и шероховатостью Rz40:

$$z_{i \min} = (Rz + h)_{i-1} + \Delta_{\Sigma i-1} + \varepsilon_i,$$

$$\rho_{\text{кор}} = \Delta_k \cdot D = 0.7 \cdot 82 = 57 \text{ мкм.}$$

$$\rho_{\text{см}} = 600 \text{ мкм.}$$

$$\rho = \sqrt{(57^2 + 600^2)} = 605 \text{ мкм.}$$

$$\rho_1 = 0,05 \cdot 605 = 30 \text{ мкм.}$$

Погрешность установки заготовки на выполняемом переходе зависит только от погрешности закрепления (погрешности базирования нет).

Погрешность закрепления определяем:

Точение черновое: $\varepsilon_1 = 400$ мкм;

Точение чистовое: $\varepsilon_2 = 0,05 \varepsilon_1 + \varepsilon_{und} = 0,05 \cdot 400 = 20$ мкм, $\varepsilon_{und} = 0$,

т.к. один установ;

Тонкое точение: $\varepsilon_3 = 10$ мкм.

Минимальный припуск при тонком растачивании:

$$2 \cdot z_{i \min} = 2 \cdot \left(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right) = 2 \cdot (30 + 12) = 84 \text{ мкм.}$$

Минимальный припуск при чистовом растачивании:

$$\begin{aligned} 2 \cdot z_{i \min} &= 2 \cdot \left(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right) = 2 \cdot \left(50 + \sqrt{30^2 + 20^2} \right) \\ &= 172 \text{ мкм.} \end{aligned}$$

Минимальный припуск при черновом растачивании:

$$\begin{aligned} 2 \cdot z_{i \min} &= 2 \cdot \left(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right) = 2 \cdot \left(600 + \sqrt{605^2 + 400^2} \right) \\ &= 2650 \text{ мкм.} \end{aligned}$$

Допуск на изготовление заготовки определяем: 600 мкм.

Допуск на:

точение черновое: 460 мкм;

точение чистовое: 140 мкм;

точение тонкое: 22 мкм;

Определяем расчётный размер заготовки:

$$D_{\min} = 82.054 \text{ мм; } D_{\max} = 82.076 \text{ мм;}$$

тогда предельные значения припусков:

на тонкое точение:

$$2 \cdot z_{i \max} = 2 \cdot z_{i \min} + Td_{i-1} + Td_i = 202 \text{ мкм.}$$

на чистовое точение:

$$2 \cdot z_{i \max} = 2 \cdot z_{i \min} + Td_{i-1} + Td_i = 490 \text{ мкм.}$$

Припуски на обработку размера Ø82 мм представлены ниже в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Припуски на обработку размера Ø82 мм

Наименование детали – Втулка. Материал – сталь 12Х3Н3А											
Элементарная поверхность для расчета припуска – Ø82Н9 мм											
Элементарная поверхность детали и технологический маршрут ее обработки	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2z_{\min}$, мкм	Расчетный припуск $2z_{\max}$, мкм	Допуск на изготовление TD, мкм	Принятые размеры по переходам, мм		Полученные предельные припуски, мкм	
	Rz	h	Δ	ε				D _{max}	D _{min}	2z _{max}	2z _{min}
Растачивание предварительное	50	50	5.09	-	-	-	460	82,77	82,31	-	-
Растачивание чистовое	30	-	0.25	20	172	82,14	140	82,28	82,14	490	170
Растачивание тонкое	10	-	-	10	84	82,054	22	82,076	82,054	202	84
Проверка расчета $z_{o \max} - z_{o \min} = 140 = T_3 - T_d = 140 \text{ мкм}$										2790	1520

Минимальный промежуточный припуск при обработке внешнего диаметра размером Ø74 мм и шероховатостью Rz40:

$$z_{i \min} = (Rz + h)_{i-1} + \Delta_{\Sigma i-1} + \varepsilon_i,$$

$$\rho_{\text{кор}} = \Delta_k \cdot D = 0.7 \cdot 74 = 52 \text{ мкм.}$$

$$\rho_{\text{см}} = 600 \text{ мкм.}$$

$$\rho = \sqrt{(52^2 + 600^2)} = 602 \text{ мкм.}$$

$$\rho_1 = 0,05 \cdot 602 = 30 \text{ мкм.}$$

Погрешность установки заготовки на выполняемом переходе зависит только от погрешности закрепления (погрешности базирования нет).

Погрешность закрепления определяем:

Точение черновое: $\varepsilon_1 = 400 \text{ мкм}$;

$$\varepsilon_2=0,05 \varepsilon_1+ \varepsilon_{инд}=0,05\cdot400=20\text{мкм}, \varepsilon_{инд}=0$$

т.к. один установ;

Точение тонкое: $\varepsilon_3=10\text{мкм}$.

Минимальный припуск при тонком растачивании:

$$2 \cdot z_{i \min} = 2 \cdot \left(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right) = 2 \cdot (30 + 12) = 84 \text{ мкм.}$$

Минимальный припуск при чистовом растачивании:

$$\begin{aligned} 2 \cdot z_{i \min} &= 2 \cdot \left(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right) = 2 \cdot \left(50 + \sqrt{30^2 + 20^2} \right) \\ &= 172 \text{ мкм.} \end{aligned}$$

Минимальный припуск при черновом растачивании:

$$\begin{aligned} 2 \cdot z_{i \min} &= 2 \cdot \left(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right) = 2 \cdot \left(600 + \sqrt{602^2 + 400^2} \right) \\ &= 2650 \text{ мкм} \end{aligned}$$

Допуск на изготовление заготовки определяем: 600 мкм.

Допуск на:

точение черновое: 460 мкм;

точение чистовое: 140 мкм;

точение тонкое: 22 мкм;

Определяем расчётный размер заготовки:

$$D_{\min} = 73.959\text{мм}; D_{\max} = 74.109\text{мм};$$

Тогда:

Предельные значения припусков:

на тонкое точение:

$$2 \cdot z_{i \max} = 2 \cdot z_{i \min} + Td_{i-1} + Td_i = 54 \text{ мкм.}$$

на чистовое точение:

$$2 \cdot z_{i \max} = 2 \cdot z_{i \min} + Td_{i-1} + Td_i = 689 \text{ мкм.}$$

Припуски на обработку размера $\varnothing 74$ мм представлены в таблице 1.6

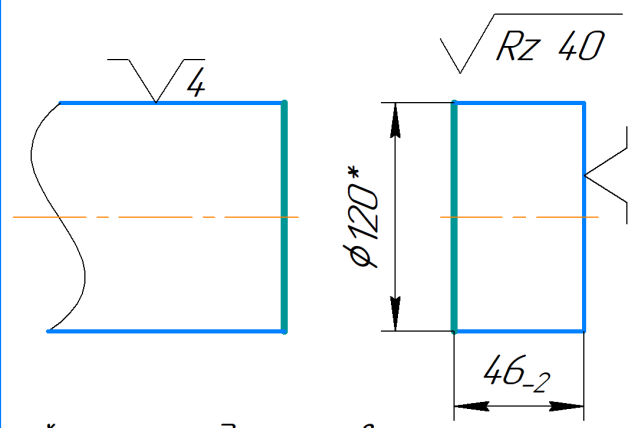
Таблица 1.6 – Припуски на обработку размера Ø74 мм

Наименование детали – Кулиса. Материал – сталь 12Х3Н3А											
Элементарная поверхность для расчета припуска – Ø74Н9 мм											
Элементарная поверхность детали и технологический маршрут ее обработки	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2z_{\min}$, мкм	Расчетный припуск $2z_{\max}$, мкм	Допуск на изготовление TD, мкм	Принятые размеры по переходам, мм		Полученные предельные припуски, мкм	
	Rz	h	Δ	ϵ				$D_{\max}$	$D_{\min}$	$2z_{\max}$	$2z_{\min}$
Растачивание предварительное	250	75	5.09	-	-	70,541	460	71,241	70,541	-	-
Растачивание чистовое	125	120	0.58	105	172	74,146	140	74,846	73,146	689	634
Растачивание тонкое	40	85	0,046	-	84	73,759	22	74,109	73,959	543	594
Итого:										1117	1283

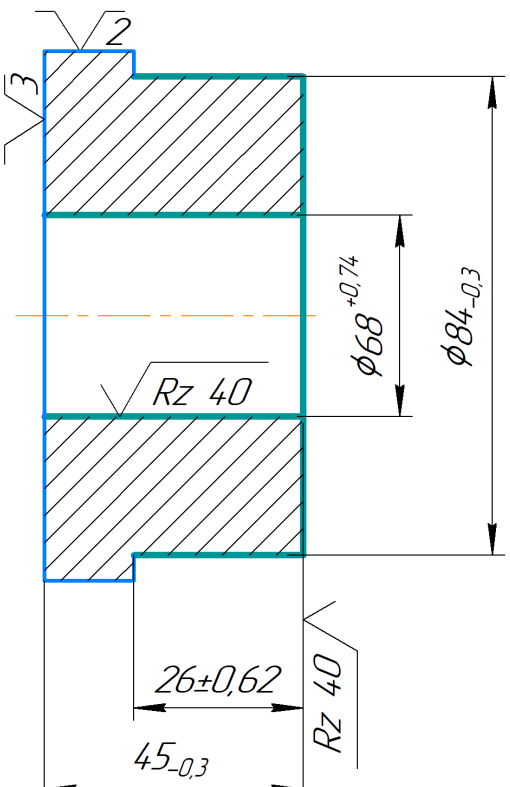
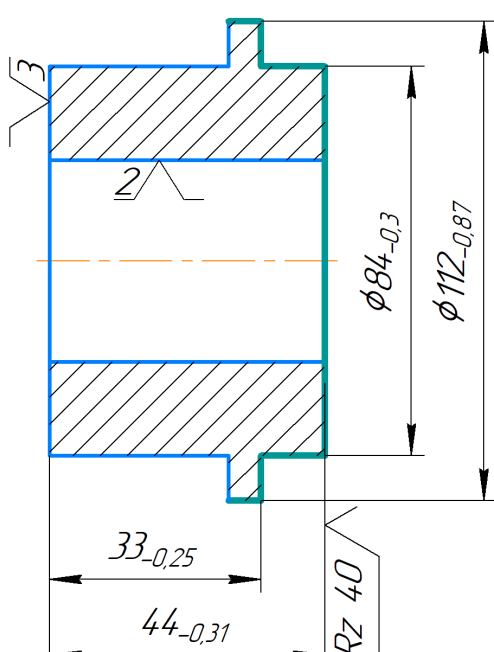
1.6 Проектирование технологических операций

На основании составленного ранее технологического маршрута, был разработан технологический процесс изготовления детали «Втулка», представленный в таблице 1.7.

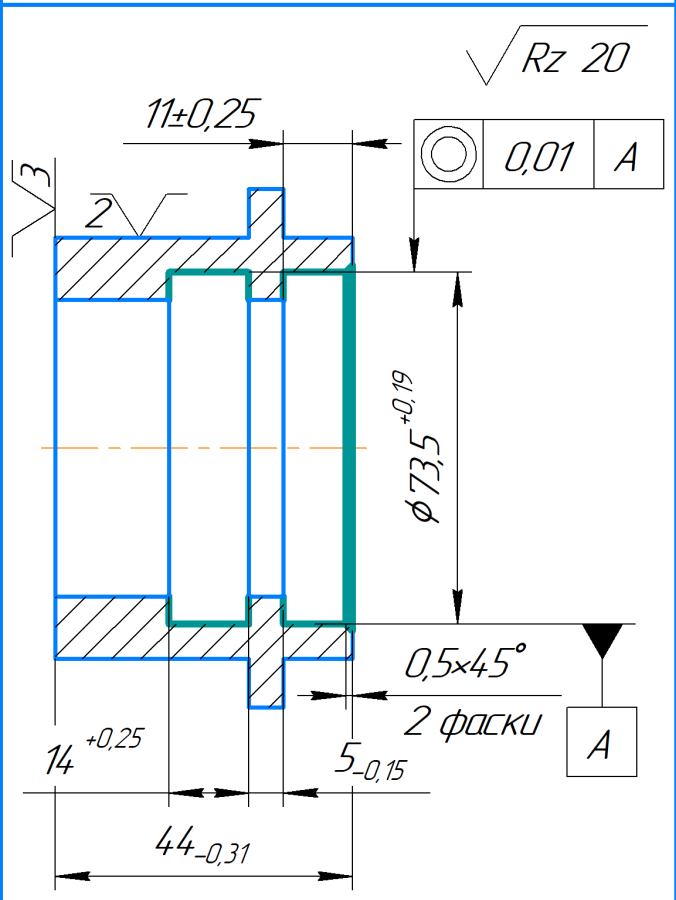
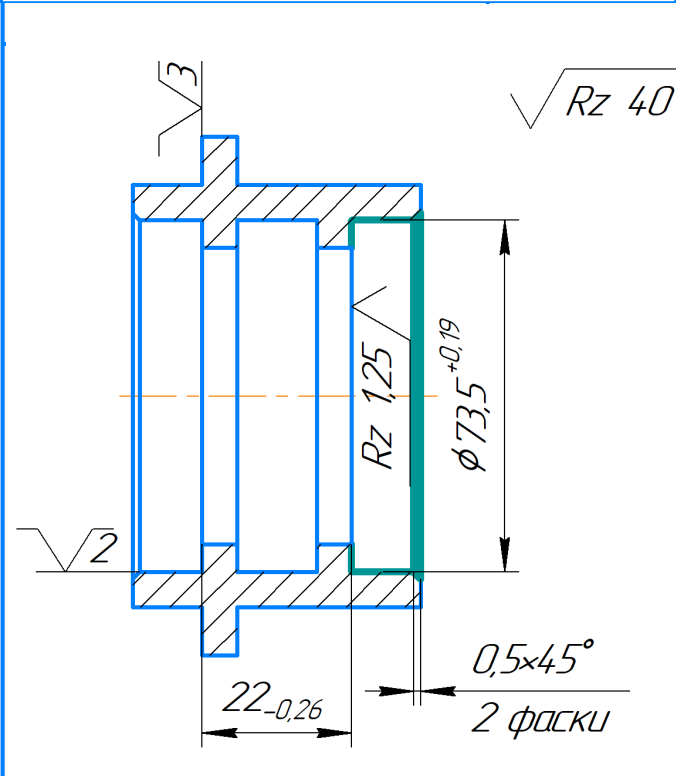
Таблица 1.7 – Технологический процесс изготовления детали «Втулка гидроцилиндра левая»

005 Заготовительная	Описание
 * – размер для справок	Установить заготовку в гидравлический зажим. Базы: Наружный диаметр, торец. 1. Отрезать заготовку выдерживая размер 48_{-2} мм.

Продолжение таблицы 1.7

010 Токарная с ЧПУ	Описание
$\sqrt{Rz\ 20}$ 	<i>Установ А</i> Установить заготовку в 3-х кулачковый патрон. Базы: Наружный диаметр, торец. 1. Подрезать торец в размер $45_{-0,3}$ мм. 2. Центровать отверстие $\phi 6,3$ мм. 3. Сверлить сквозное отверстие $\phi 20^{+0,52}$ мм. 4. Расточить сквозное отверстие $\phi 68^{+0,74}$ мм. 5. Точить диаметр $\phi 84_{-0,3}$ мм в размер $26 \pm 0,62$ мм.
015 Токарная	Описание
	<i>Установ А</i> Установить заготовку в 3-х кулачковый патрон. Базы: Отверстие, торец. 1. Подрезать торец в размер $44_{-0,31}$ мм, выдерживая шероховатость. 2. Точить диаметр в размер $\phi 112_{-0,87}$ мм. 3. Точить диаметр $\phi 84_{-0,3}$ выдерживая размер $33_{-0,25}$

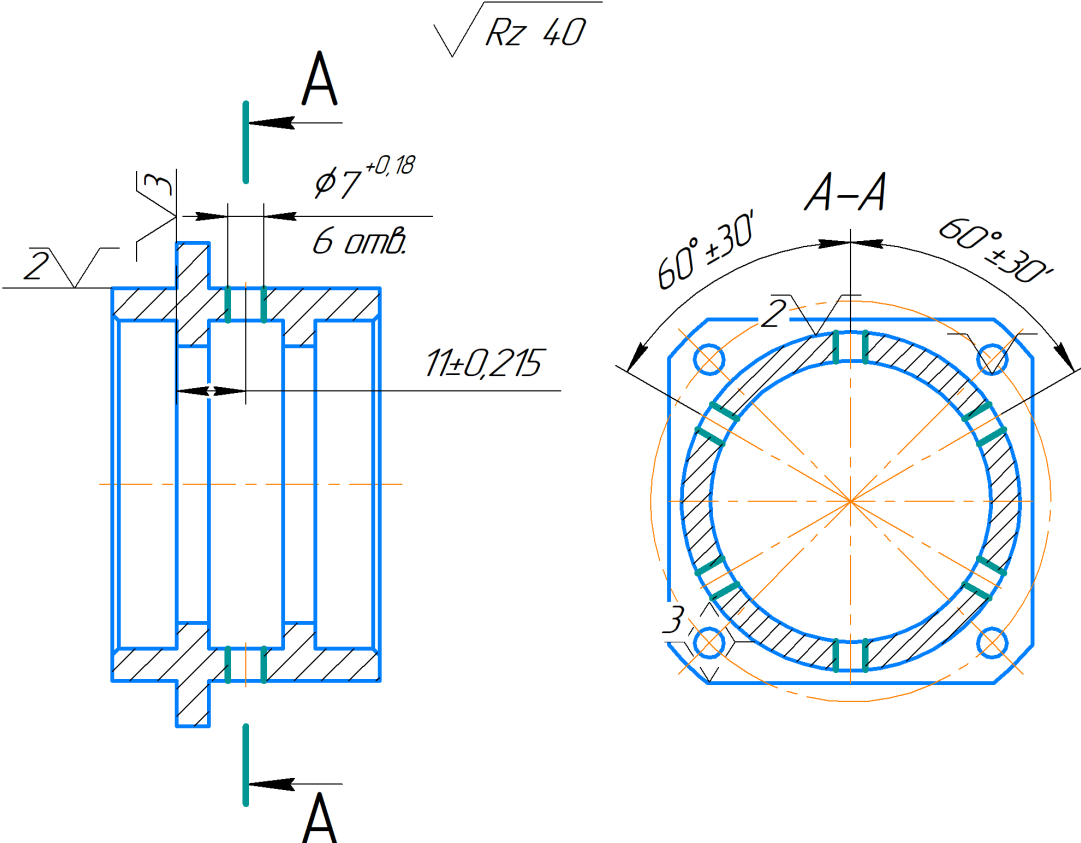
Продолжение таблицы 1.7

020 Координатная-расточная	Описание
	Установ А Установить заготовку в 3-х кулачковый патрон. Базы: наружный диаметр, торец. 1. Расточить отверстие $\phi 73,5^{+0,19}$ выдерживая размеры согласно эскизу. 2. Расточить поверхность $\phi 73,5^{+0,19}$ выдерживая размеры согласно эскизу. 3. Точить фаски выдерживая размеры согласно эскизу.
	Установ Б Переустановить заготовку на разжимную цангу. Базы: Отверстие, торец. 1. Расточить отверстие $\phi 74^{+0,074}$ выдерживая размер $22_{-0,26}$ 2. Точить фаски выдерживая размеры согласно эскизу.

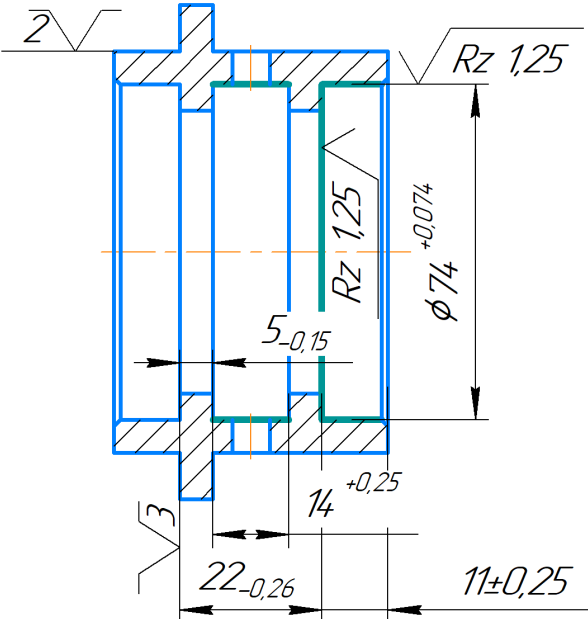
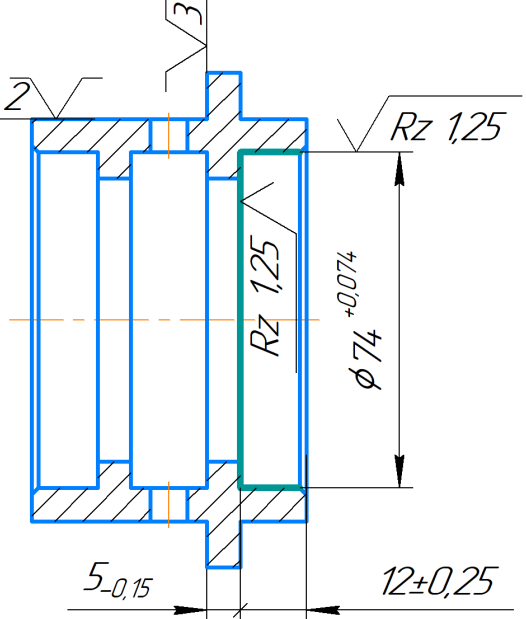
Продолжение таблицы 1.7

025 Слесарная	
1. Снять заусенцы, притупить острые кромки.	
030 Контрольная	
1. Контролировать размеры, полученные на предыдущих операциях.	
035 Термическая	
Провести термическую обработку до HRC 30–35. 1. Загрузить деталь в печь. 2. Нагреть детали до 820° – 850°. 3. Выгрузить детали и охладить в масле до температуры 20°–25°.	
040 Фрезерная с ЧПУ	Описание
	Установить заготовку в 3-х кулачковый патрон. Базы: Буртик, торец. 1. Фрезеровать внешний контур согласно эскизу. 2. Центровать 4 отверстия $\phi 2,5$ мм. согласно эскизу. 3. Сверлить 4 сквозных отверстия $\phi 7^{+0,36}$ мм. согласно эскизу.

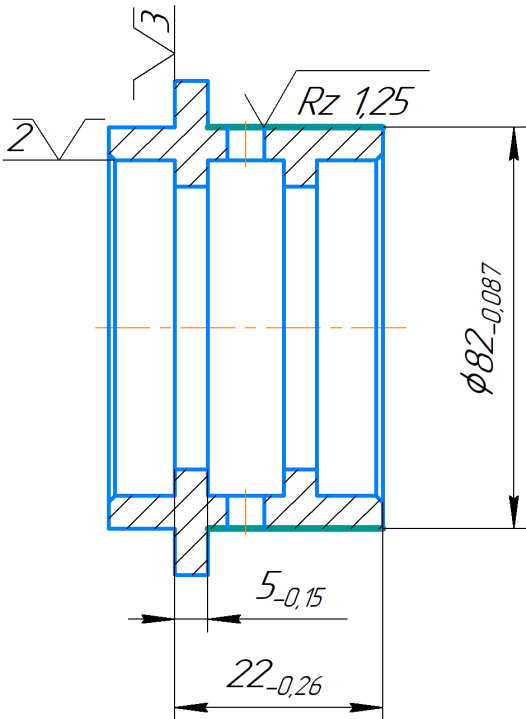
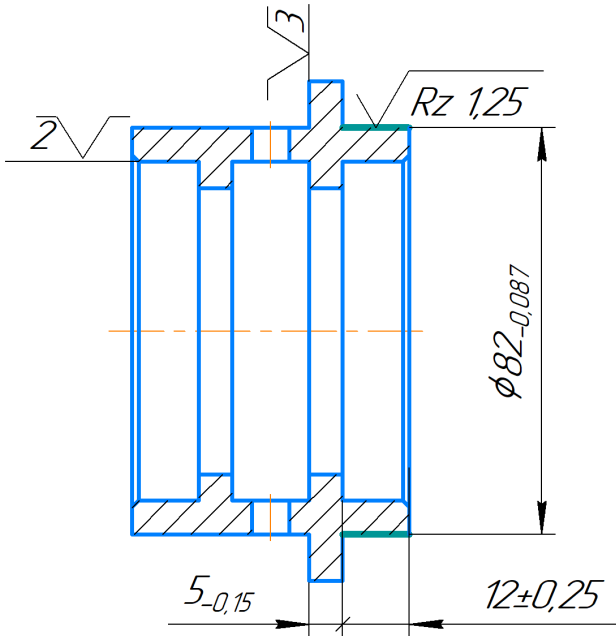
Продолжение таблицы 1.7

045 Фрезерная с ЧПУ	Описание
	
Установить заготовку в 3-х кулачковый патрон. Базы: Диаметр, торец. 1. Центровать 6 отверстий $\phi 2,5$ мм. согласно эскизу. 2. Сверлить 6 сквозных отверстий $\phi 7^{+0,18}$ мм. равномерно по окружности согласно эскизу.	
050 Слесарная	
1. Снять заусенцы, притупить острые кромки.	
055 Контрольная	
1. Контролировать размеры, полученные на предыдущих операциях.	

Продолжение таблицы 1.7

060 Внутришлифовальная	Описание
	<i>Установ А</i> Установить заготовку в 3-х кулачковый патрон. Базы: Сквозное отверстие, торец. 1. Шлифовать поверхности выдерживая размеры и шероховатости согласно эскизу.
	<i>Установ Б</i> Установить заготовку в 3-х кулачковый патрон. Базы: Сквозное отверстие, торец. 1. Шлифовать поверхности выдерживая размеры и шероховатости согласно эскизу.

Продолжение таблицы 1.7

065 Круглошлифовальная	Описание
	<i>Установ А</i> Установить заготовку в 3-х кулачковый патрон. Базы: Сквозное отверстие, торец. 1. Шлифовать поверхности выдерживая размеры и шероховатости согласно эскизу.
	<i>Установ Б</i> Установить заготовку в разжимную цангу. Базы: Сквозное отверстие, торец. 1. Шлифовать поверхности выдерживая размеры и шероховатости согласно эскизу.

Продолжение таблицы 1.7

<i>070 Слесарная</i>
<i>1. Снять заусенцы, притупить острые кромки.</i>
<i>075 Промывочная</i>
<i>1. Промыть деталь по ТТП 01279-00002.</i>
<i>080 Контрольная</i>
<i>1. Контролировать размеры согласно чертежу.</i>
<i>085 Консервация</i>
<i>1. Консервировать деталь по ТТП 60270-00001. 2. Детали сдать на СГД (склад готовых деталей).</i>

1.6.1 Уточнение технологических баз и схемы закрепления заготовки

Точное производство детали на станке металлорежущего началось с правильного обращения ее к координатным осям станка – базированию. В этом пункте курсовой подготовки необходимо уточнить технологические базы и схемы крепления заготовок.

На операции 010 Токарная (Установ А), 055 Внутришлифовальная с ЧПУ будущая деталь базируется по внешнему диаметру и торцу в трёх кулачковом патроне.

На операциях 010 Токарная (Установ Б), заготовка базируется по внутреннему отверстию и торцу. Устанавливается в трёх кулачковый патрон.

На операции 040 Фрезерная с ЧПУ, 060 Круглошлифовальная и заготовка базируется по отверстию Ø68. Для закрепления используем специально разработанное приспособление.

1.6.2 Уточнение содержания переходов

Технологическим переходом называют законченную часть технологической операции, характеризующуюся постоянством применяемого инструмента и поверхностей, образуемых обработкой и соединяемых при сборке. При изменении режима резания или режущего инструмента, начинается следующий технологический переход. Но сама смена инструмента является вспомогательным переходом.

Под рабочим ходом понимают законченную часть технологического перехода, состоящую из однократного перемещения инструмента относительно заготовки, сопровождаемого изменением формы, размеров, шероховатости поверхности или свойств заготовки [5].

Уточним содержание переходов, ходов и установов (таблица 1.8) для фрезерной и плоскошлифовальной операций.

Таблица 1.8 – Уточнение переходов

Операция	Описание
010 Токарная с ЧПУ	Установ А 1) Подрезание торца – 1 переход, 1 ход. 2) Центрование отверстия – 1 переход, 1 ход. 3) Сверление сквозного отверстия – 1 переход, 1 ход. 4) Растачивание сквозного отверстия – 1 переход, 2 хода.
	Установ Б 1) Подрезание торца – 1 переход, 1 ход. 2) Точение диаметра – 1 переход, 1 ход.
015 Токарная	Установ А 1) Точение – 1 переход, 2 хода;

Продолжение таблицы 1.8

035 Фрезерная с ЧПУ	Установ А 1) Фрезерование контура – 1 переход, 2 хода; 2) Фрезерование сквозного паза – 1 переход, 2 хода; 3) Фрезерование уступа – 1 переход, 2 хода; 4) Сверлить 4 отверстия $\varnothing 2,9$ мм. – 1 переход, 1 ход. 5) Сверлить 4 отверстия $\varnothing 6$ мм. – 1 переход, 1 ход. 6) Развернуть 4 отверстия $\varnothing 7$ мм. – 1 переход, 1 ход.
055 Круглошлифовальная	Установ А Шлифование плоскости – 1 переход, 2 хода
	Установ Б Шлифование плоскости – 1 переход, 2 хода
060 Внутришлифовальная	Установ А Шлифование поверхности – 1 переход, 1 ход.
	Установ Б Шлифование торца – 1 переход, 1 ход.

1.7 Выбор средств технологического оснащения

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

Средства технологического оснащения подразделяются на:

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

Технологическое оборудование – это средства технологического оснащения, в которых для выполнения определенной части технологического процесса размещаются материалы или заготовки, средства воздействия на них, а также технологическая оснастка. Технологическое оборудование выбирается в зависимости от конструкции детали и требованиями по обеспечению качества поверхности. В некоторых случаях специалист-технолог разрабатывает техническое задание на проектирование специальных станков.

Произведем подбор средств технологического и контрольно – измерительного оснащения, для материального обеспечения производственного участка, а также занесем выбранные средства в таблицы 1.9 и 1.10.

Таблица 1.9 - Средства технологического оснащения

№ Операции	Оборудование	Режущий инструмент	Установочное приспособление
1.Токарная с ЧПУ	Токарно-фрезерный станок СТХ gamma 1250T	Резец проходной отогнутый Р6М5 1708 ГОСТ 18878-73 Резец подрезной 21120035 ГОСТ 18880-73 Материал пластины: Р6М5 Резец расточной Р6М5 2140-0048 ГОСТ 1888273	3х кулачковый патрон ГОСТ 2675-80 7100-0053-II Державка для точения SCLCL 2525M 09HP; Резцедержатель: EWS_137230 (2 шт);

Продолжение таблицы 1.9

2.Фрезерная с ЧПУ	Токарно-фрезерный станок СТХ gamma 1250T	Фреза концевая: 50x200x75 мм, P6M5 Ø50 мм; Сверло центр. Ø 1мм 2317-0107 ГОСТ 14952-75, марка P6M5; Сверло спиральное по ГОСТ 4010-77; 2300 3311 Ø15 P6M5; Гравер конический GB-4.9001 4x40x0,1 мм HRC 55.	Приспособление; Переходник от MAS-BT 403 к цанговому патрону ER16: Цанги ER16 (ISO 15488); Патрон 7655-4016-106 DIN 69871-А ГОСТ 25827 исп.2; Переходная втулка 1752-2-1 код 800000310 DIN 228 ГОСТ 25557-82; Оправка с конусом морзе для сверлильных патронов 6039-0012;
3.Слесарная	-	Напильник 28210001 ГОСТ 1465-80; Надфиль 2827-0061 ГОСТ 1513-77	
4.Круглошлифовальная	Внутри-кругло шлифовальный станок E-TECH EGM-350CNC	Шлифовальный круг ГОСТ 2424-83 d50 мм Тип-1	3х кулачковый патрон ГОСТ 2675-80 3504-0053-П.
5.Внутришлифовальная	Внутри-кругло шлифовальный станок E-TECH EGM-350CNC	Шлифовальный круг ГОСТ 2424-83 d50 мм Тип-5	3х кулачковый патрон ГОСТ 2675-80 3504-0053-П.
6. Промывочная			Ванна промывочная ВП-6.8.10/0,7.
7.Консервация		Материал согласно ТТП 60270-00001.	

Таблица 1.10 - Средства контроля точности изготовления детали

Операция	Способ контроля	Измерительный прибор
Заготовительная	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ-II 250-630-0,1 ГОСТ166-89;
Токарная	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ166-89; ШЦ-II 250-630-0,1 ГОСТ166-89; Образцы шероховатости 3,2 Т, ТТ ГОСТ 9378-93; Нутромер индикаторный 0,01 ГОСТ 868-82
Токарная с ЧПУ	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ166-89; Образцы шероховатости 3,2 Т, Р, ТТ ГОСТ 9378-93
Фрезерная ЧПУ	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ166-89; Образцы шероховатости 3,2 ФЦ ГОСТ 9378-93; Набор радиусных шаблонов № 3 ГОСТ 4126-66 Линейка измерительная 500 ГОСТ 427-75 Пробка гладкая Ø7,0 В11 ПР-НЕ (ЧИЗ)
Слесарная	Инструментальный, визуальный	Калибр-пробка резьбовая ПР-НЕ М16х2
Круглошлифовальная	Инструментальный, визуальный	Образцы шероховатости 1,6 ШЦВ ГОСТ 9378-93;
Плоскошлифовальная	Инструментальный, визуальный	Образцы шероховатости 0,4 ШЦВ ГОСТ 9378-93;

1.8 Выбор и расчет режимов резания

Целью режимов резания является определение подачи, скорости резания и глубины, что обеспечит наиболее экономичную и производительную обработку поверхности по шероховатости и точности обрабатываемой поверхности.

Проведем расчет режимов резания для операции растачивания отверстия и фрезерования плоскости.

030 Фрезерная с ЧПУ:

Инструмент – Фреза концевая 50x200x75 мм; P6M5 D=50 мм.
Обрабатываемый материал – Сталь 12ХН3А ГОСТ 4543-71.

При фрезеровании:

- 1) глубина резания $t = 1$ мм;
- 2) подача на зуб $s_z = 0,2$ мм/об;
- 3) скорость резания считаем по формуле [9]:

$$v = \frac{C_v \cdot D_q}{T^m \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v,$$

где $C_v = 72$ – коэффициент;

$q = 0,45, x = 0,3, y = 0,4, m = 0,33, u = 0,1, p = 0,1$ – показатели степени;

$T = 80$ мин – период стойкости;

$B = 50$ мм – ширина фрезерования;

u, p – показатели степени;

K_v – поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv},$$

где K_{mv} – коэффициент на обрабатываемый материал:

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v},$$

где $K_r = 1,0$ – коэффициент, характеризующий группу, стали по обрабатываемости,

$n_v = -0,9$ – показатель степени,

$\sigma_B = 205$ МПа – предел прочности.

$K_{пв} = 0,9$ – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ив} = 1$ – коэффициент, учитывающий глубину сверления.

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{205}\right)^{-0,9} = 0,31;$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{ив} \cdot K_{lv} = 0,31 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,279.$$

Скорость резания:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v = \frac{35,4 \cdot 160^{0,45}}{180^{0,33} \cdot 1^{0,3} \cdot 0,2^{0,4} \cdot 207^{0,1} \cdot 18^{0,1}} \cdot 0,31$$

$$= 148 \text{ м/мин.}$$

4) Сила резания:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp},$$

где n – частота вращения фрезы, $n = 2000$;

$C_p = 68,2$ – коэффициент;

$x = 0,86, y = 0,72, u = 1,0, q = 0,86, w = 0, n = 0,35$ – показатели степени;

$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{205}{750}\right)^{0,35} = 0,635$ – поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала [8].

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp} = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 1^{0,86} \cdot 0,4^{0,72} \cdot 207^{0,35} \cdot 18}{160^{0,86} \cdot 2000^0}$$

$$= 409,1 \text{ Н.}$$

5) Крутящий момент:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{409,1 \cdot 500}{200} = 1022,86 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

6) Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{409,1 \cdot 148}{1020 \cdot 60} = 0,99.$$

1.9 Нормирование технологических переходов

Техническое нормирование устанавливает технически обоснованную норму расхода производственных ресурсов – рабочего времени, энергии, сырья, материалов и т.д.

При мелкосерийном производстве применяется метод нормирования с помощью сравнения и расчета по типовым нормам.

Расчёт норм времени ведём по общемашиностроительным нормативам времени.

Расчет норм времени для операции отрезка

Определяем расчетную длину обработки по формуле:

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

где $l_{\text{под}}$ – длина подвода;

$l_{\text{сх}}$ – длина схождения;

$l_{\text{вр}}$ – длина врезания.

Далее в таблице 1.11 приведены результаты расчета времени на изготовление детали «Втулка гидроцилиндра левая».

Таблица 1.11 – Нормирование технологического процесса

№ оп.	Содержание операции	Время, мин
005	Заготовительная	
	1. Основное время	2,52
	2. Вспомогательное время	1,23
	3. Время на обслуживание рабочего места	0,28
	4. Время на отдых	0,08
	5. Оперативное время	2,3
010	Штучно-калькуляционное время	4,26
	Токарная с ЧПУ	
	1. Основное время	1,08
	2. Вспомогательное время	0,16
	3. Время на обслуживание рабочего места	0,02
	4. Время на отдых	0,027
	5. Оперативное время	1,24
	6. Штучно-калькуляционное время	2,53

Продолжение таблицы 1.11

015	Токарная с ЧПУ	
	1. Основное время	1,36
	2. Вспомогательное время	0,38
	3. Время на обслуживание рабочего места	10
	4. Время на отдых	0,162
	5. Оперативное время	2,03
	6. Штучно-калькуляционное время	2,09
020	Координатно-расточная	
	1. Основное время	0,93
	2. Вспомогательное время	0,22
	3. Время на организацию рабочего места	27
	4. Время на отдых	0,672
	5. Штучное время	1,08
	6. Штучно-калькуляционное время	2,3
035	Фрезерная с ЧПУ	
040	1. Основное время	0,73
	2. Вспомогательное время	0,19
	3. Время на организацию рабочего места	27
	4. Время на отдых	0,672
	5. Штучное время	0,84
	6. Штучно-калькуляционное время	1,2
055	Круглошлифовальная	
	1. Основное время	5,32
	2. Вспомогательное время	1,47
	3. Время на организацию рабочего места	10
	4. Время на отдых	0,674
	5. Штучное время	7,93
	6. Штучно-калькуляционное время	6,8
060	Внутришлифовальная	
	1. Основное время	8,08
	2. Вспомогательное время	2,24
	3. Время на организацию рабочего места	10
	4. Время на отдых	0,674
	5. Штучное время	12,06
	6. Штучно-калькуляционное время	10,57

1.10 Разработка управляющих программ для станков с ЧПУ

Для разработки управляющей программы сначала строится 3D-модель детали в CAD/CAM-системе. Далее на основании этой 3D-модели проектируется управляющая программа и карта наладки станка с ЧПУ.

Управляющая программа была написана в системе программного обеспечения FeatureCAM.

Это система для быстрой подготовки управляющих программ, основанная на распознавании типовых элементов (под определение «типовые элементы», «Feature», попадают такие геометрические объекты детали, как: отверстия, карманы, канавки, бобышки, стенки и т.д.). Данная система предназначена для составления управляющих программ для широкой гаммы станков: токарных, фрезерных, токарно-фрезерных, электроэрозионных станков и обрабатывающих центров различного типа. Преимущество FeatureCAM перед другими САМ-системами – высокая степень автоматизации принятия решений. В базе знаний системы заложены типовые технологии обработки различных элементов с рекомендуемым инструментом и режимами резания (типовые технологии и режимы можно настраивать под свое производство и традиции обработки) [6]. Процесс разработки управляющей программы начинается с построения 3D-модели детали в CAD/CAM-системе. На основании 3D-модели проектируется управляющая программа и разрабатывается технологический документ – карта наладки станка с ЧПУ.

В качестве станка ЧПУ был использован современный токарно-фрезерный станок CTX gamma 1250T (рисунок 1.3), основные технические характеристики которого указаны в таблице 1.12.



Рисунок 1.3 - Токарно-фрезерный станок CTX gamma 1250T

Таблица 1.12 - Технические характеристики станка.

Макс. Диаметр точения	мм	550
Мощность привода шпинделя	кВт	22
Частота вращения шпинделя	Об\мин	2000
Кол-во инструментов	Шт.	12
Вес станка	Кг	10000
Перемещение по осям X/Z	мм	325/625
Система управления	SINUMERIK 840D	

1.11 Техничко-экономические показатели технологического процесса

Произведем расчет себестоимости производства детали без учета общезаводских затрат. Определения технологической себестоимости включает расчет стоимости расчет стоимости заготовки и оборудования, расчет затрат на заработную плату рабочих. Произведем примерный расчет стоимости труда рабочих, задействованных при производстве детали типа корпус. Средний уровень заработной платы определим исходя из данных сайта TRUD за 2021 год [11]. Затраты на оплату труда рабочих представлена в таблице 1.13.

Таблица 1.13 – Затраты на оплату труда рабочих

Профессия	Стоимость работы, руб/час	Время занятости на рабочем месте, час	Заработная плата по факту выполненной работы, руб
Оператор токарного станка с ЧПУ	148	50,58	7485,84
Оператор фрезерного станка с ЧПУ	148	67,916	10051,57
Оператор координатного станка	148	40	5920
Наладчик станков с ЧПУ	386	15	5790
Слесарь	140	13	1820
Мойщик- сушильщик	120	12	1440
Итого, Σ			32507,41

Далее представим затраты на оборудование в виде таблицы 1.14

Таблица 1.14 – стоимость оборудования

Операция	Оборудование	Стоимость, руб.
Токарная с ЧПУ	Токарно-фрезерный станок CTX gamma 1250T	12 000 000
Фрезерная с ЧПУ		
Координатно-расточная	Координатно-расточной станок 2431СФ10	5 180 000
Цементация	Электропечь УИТП-50М	700 000
	Установка индукционного нагрева ИНМ 50-8-50/WD1-1	
Внутришлифовальная	Токарно-фрезерный станок CTX gamma 1250T	
Круглошлифовальная		
Промывочная	Ванна промывочная ВП- 6.8.10/0,7	20 000
Итого, Σ		17 900 000

Таким образом для технологического оснащения производства детали типа «Втулка гидроцилиндра левая» потребуется примерно 17 900 000 руб. без учета затрат на режущий инструмент, оснастку, мерительный инструмент.

Далее произведем расчет стоимости заготовки для одной детали: Примерная стоимость заготовки 87 р/кг. Заготовка имеет длину 50мм, Ø 105 мм, массу 3,7 кг по данным КОМПАС-3D v19.1. Тогда расчетная стоимость заготовки:

$$87 \cdot 3,7 = 321,9 \text{ руб/шт.}$$

Таким образом себестоимость детали, без учета затрат на обслуживание технологического оснащения, будет равна:

$$321,9 + 32507,41 = 32829,31 \text{ руб.}$$

Если включать в себестоимость детали амортизационные отчисления, при условном периоде пять лет, то себестоимость детали увеличится на:

$$\frac{17\,900\,000}{5 \cdot 1000} = 3580 \text{ руб.}$$

Себестоимость детали «Втулка» с учетом амортизационных отчислений составит:

$$32829,31 + 3580 = 36409,31 \text{ руб.}$$

1.12 Размерный анализ технологического процесса

В технологической системе подготовки к производству разработка технологических процессов изготовления деталей машин - одна из сложнейших задач. На самом деле, в созданном процессе технологического процесса существует самый важный раздел – расчет размеров, анализ размеров, 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 [7].

Размерный анализ помогает решить следующие задачи:

- 1) Установить научно аргументированные операционные размеры и технические требования ко всем операциям технологического процесса. Это позволит спроектировать технологический процесс, выполнение которого потребует минимальных корректировок или они вообще не потребуются вовсе;
- 2) При проектировании устанавливают требуемые размеры заготовок с минимальными необходимыми припусками, что обеспечивает минимальный расход металла;
- 3) Обеспечить проектирование технологического процесса, который будет иметь минимально необходимое количество технологических операций (или переходов).

Расчет линейных технологических размеров производится для точных поверхностей из условия обеспечения минимальных припусков на обработку.

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

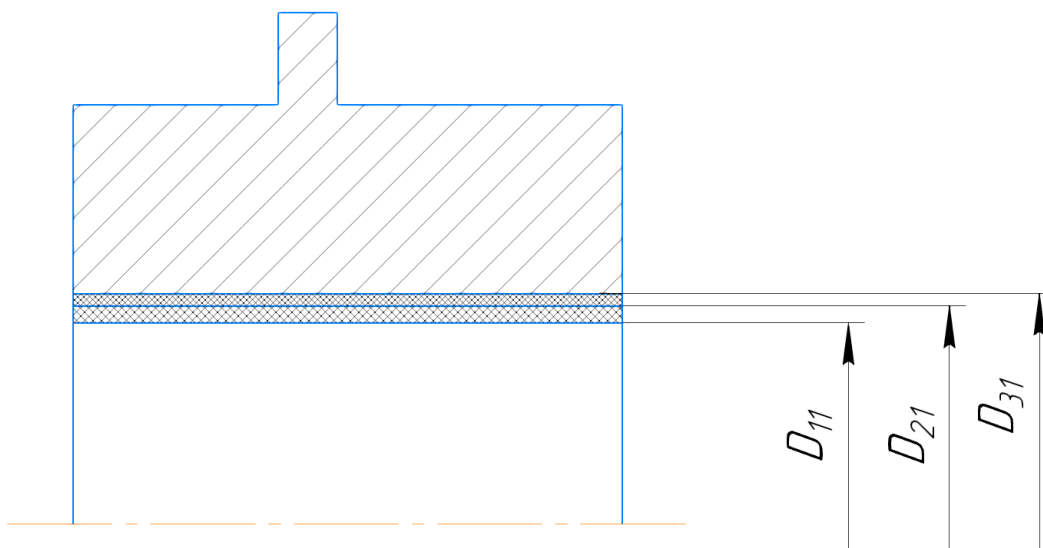


Рисунок 1.4 – Размерная схема растачивания отверстия Ø68

Припуск на чистовое растачивание:

$$z_{11} = D_{21} - D_{11} = 68,99^{+0,250} - 67,839^{+0,620} = 1,151^{+0,250}_{-0,620},$$

Припуск на тонкое растачивание:

$$z_{21} = D_{31} - D_{21} = 42^{+0,025} - 40,99^{+0,250} = 1,01^{+0,025}_{-0,025}.$$

1.13 Проектирование средств технологического оснащения

1.13.1 Обоснование выбора схемы приспособления

Технологическая оснастка (ТО) – это средства технологического оснащения, дополняющие технологическое оборудование для выполнения определенной части технологического процесса.

Примерами технологической оснастки являются режущий инструмент, штампы, приспособления, калибры, пресс-формы, модели, литейные формы, стержневые ящики и т.д.

Технологическая оснастка, предназначенная для установки или направления предмета труда или инструмента при выполнении технологической операции.

ТО классифицируется по трем основным признакам:

- 1) по целевому назначению;
- 2) по степени специализации;
- 3) по степени механизации и автоматизации.

По степени специализации приспособления делятся на:

- 1) универсальные;
- 2) специализированные;
- 3) специальные.

Универсальные приспособления (УП) – применяют для установки и закрепления заготовок разных по форме и габаритным размерам, обрабатываемых на различных металлообрабатывающих станках, в единичном и мелкосерийном производствах. К ним относятся различные патроны, машинные тиски, делительные головки и т.д.

Специальные приспособления (СП) – используют для выполнения определенной операции при обработке конкретной детали, они являются одноцелевыми. При смене объекта производства такие приспособления, как правило, приходится списывать, независимо от степени их физического износа. Эти приспособления трудоемки и дороги в изготовлении. Их изготавливают в единичном производстве, а применяют главным образом в крупносерийном и массовом производствах.

По степени механизации и автоматизации приспособления подразделяют на:

- 1) ручные;
- 2) механизированные;
- 3) полуавтоматические;
- 4) автоматические.

Выбор приспособлений зависит от типа производства, программы выпуска деталей, формы и габаритных размеров деталей, точности их изготовления и от технических требований, предъявляемых к деталям, подлежащим изготовлению.

Применение станочных приспособлений позволяет:

- 1) устранить разметку заготовок перед обработкой, и устранить их выверку на станке по разметке;

2) значительно повысить производительность труда в результате сокращения вспомогательного времени, увеличения числа одновременно обрабатываемых заготовок и числа одновременно работающих режущих инструментов, а также повышения режимов резания;

3) обеспечить условия для многостаночного обслуживания нескольких станков одним рабочим;

4) значительно облегчить труд рабочих-станочников и использовать рабочих с более низкой квалификацией;

5) повысить точность изготовления деталей;

6) расширить технологические возможности станков;

7) создать условия для механизации или автоматизации станков;

8) снизить себестоимость изготовления деталей.

При токарной обработке с ЧПУ, необходимо получить сложный контур. Конструкция приспособления (рисунок 1.5) состоит из оправки, на которую насаживается деталь, в свою очередь установленная деталь поджимается.

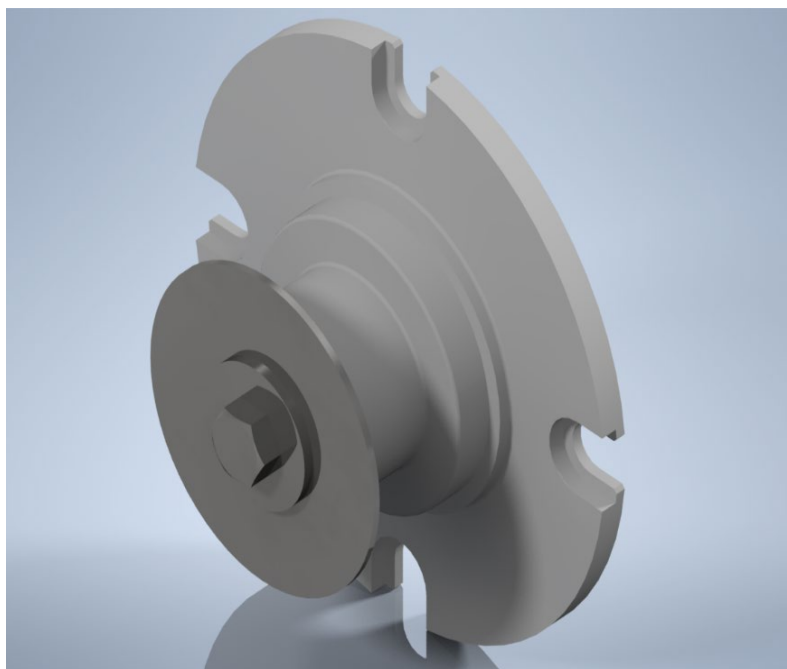


Рисунок 1.5 – Графическое изображение приспособления

Принцип работы приспособления состоит из следующих этапов: на оправку насаживается деталь, которая в свою очередь прижимается прижимной

шайбой и затягивается винтом, вкручиваемый в оправку пневмоцилиндром с вращающимся штоком.

Вращающийся пневмоцилиндр состоит из муфты подвода воздуха, корпуса, крышек, поршня, штока. Уплотнениями подвижных и неподвижных соединений цилиндра являются резиновые кольца. При подаче сжатого воздуха к одному из штуцеров муфты происходит втягивание воздуха в цилиндр или выталкивание его из цилиндра, тем самым через шток может передаваться тянущее или толкающее усилие исполнительному механизму. Общая схема приспособления указана на рисунке 1.6.

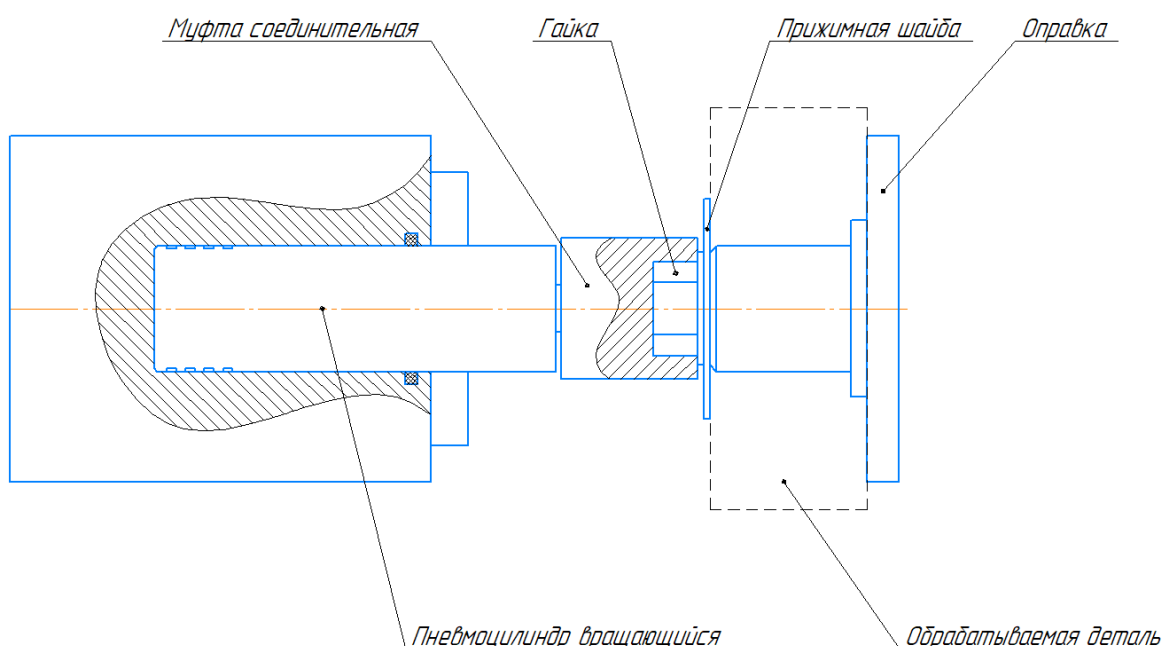


Рисунок 1.6 – Схема приспособления

1.13.2 Расчет приспособления

Приспособление, использующееся для зажима обрабатываемой заготовки и для ее точного расположения. Главным требованием, предъявляемым к приспособлению, является обеспечение достаточной силы зажима заготовки и точное ее расположение.

Расчет силы зажима будет определяться согласно максимальной силе резания. Максимальная сила резания будет на операции Токарная при точении Ø68 мм.

Расчет режимов резания для операции Токарная.

Точение Ø68 мм:

- 1) подача точения: $s = 0,6 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$;
- 2) глубина резания: $1 = 2\text{мм}$;
- 3) скорость резания:

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

где: $C_v = 290$; $x = 0,15$; $y = 0,35$; $m = 0,20$ – коэффициент и показатели степеней в формуле, при наружном точении резцами с материалом режущей части Т12К6;

T – среднее значение стойкости при одноинструментальной обработке,
 $T = 60\text{мин}$;

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

где: K_{mv} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала,
 $K_{mv} = 0,8$;

K_{nv} – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки, $K_{nv} = 0,9$;

K_{uv} – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента, $K_{uv} = 1$.

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,72;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} \cdot 0,72 = 101,12 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

- 4) Сила резания:

$$P = 10 C_p t^x s^y v^n K_p;$$

где: $C_p = 300$; $x = 1,0$; $y = 0,75$; $n = -0,15$ – постоянная и показатели степени для конкретных условий обработки;

K_p –поправочный коэффициент, $K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$;

где: K_{mp} –поправочный коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовые зависимости, $K_{mp} = 0,87$;

$K_{\varphi p}$ –поправочный коэффициент, учитывающий влияние геометрических параметров режущей части инструмента, $K_{\varphi p} = 1$;

$K_{\gamma p}$ –поправочный коэффициент, учитывающий влияние геометрических параметров режущей части инструмента, $K_{\gamma p} = 1,15$;

$K_{\lambda p}$ –поправочный коэффициент, учитывающий влияние геометрических параметров режущей части инструмента;

K_{rp} –поправочный коэффициент, учитывающий влияние геометрических параметров режущей части инструмента, $K_{rp} = 0,87$.

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,87 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 0,87 = 0,87;$$

$$P = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 110,12^{-0,15} \cdot 0,87 = 879,12 \text{ Н}.$$

Таким образом, для обеспечения закрепления заготовки сила трения ($F_{\text{тр}}$), которая возникает между приспособой и заготовкой должна превышать силу резания на 3 – 5%, значит сила зажима будет равна:

$$F_{\text{зж}} = 1,05 \cdot 879,12 \approx 925 \text{ Н}.$$

Используем формулу силы трения для нахождения нормали, но вместо силы трения будет использовать силу зажима:

$$N = \frac{F_{\text{зж}}}{f} = \frac{925}{0,5} \approx 1850 \text{ Н}.$$

Разложим нормаль на ее составляющие и найдем их проекции на ось вращения заготовки:

$$N_1 = N \cdot \cos 1,5^\circ = 1850 \cdot 0,9996 = 1849,26 \text{ Н};$$

$$N_2 = N \cdot \sin 1,5^\circ = 1850 \cdot 0,0262 = 48,47 \text{ Н.}$$

Сила, которую необходимо обеспечить гидроцилиндру будет являться суммой этих двух проекций:

$$F_{max} = N_1 + N_2 = 1849,26 + 48,47 = 1897,73 \text{ Н.}$$

Расчет станочного приспособления на точность

$$[\varepsilon_{пр}] = T_A - k_T \sqrt{\varepsilon_{обр}^2 + \varepsilon_{др}^2} + \varepsilon_n,$$

где $[\varepsilon_{пр}]$ - допустимая погрешность приспособления;

T_A - допуск на технологический размер;

k_T - коэффициент, учитывающий отклонение рассеяния значений составляющих величин от нормального закона распределения ($k_T = 1 \sim 1,2$);

$\varepsilon_{обр}$ - погрешность, свойственная методу обработки на рассматриваемой операции;

$\varepsilon_{др}$ - другие погрешности, обусловленные факторами, независимыми от метода обработки, способа настройки и конструкции приспособления (к ним относятся: погрешность базирования, погрешность измерения, погрешность измерения, погрешность, связанная с квалификацией рабочего и другие погрешности);

ε_n - погрешность настройки технологической системы на выполняемый размер.

Эти данные собираются из готовых справочных материалов:

$$k_T = 1,2, T_A = 0,08 \text{ мм}, \varepsilon_{обр} = 0,05 \text{ мм}; \varepsilon_n = 0,01 \text{ мм}$$

$$\varepsilon_{др} = (0,05 \sim 0,1) \cdot T_A = 0,07 \cdot 0,08 = 0,0056 \text{ мм}$$

$$[\varepsilon_{пр}] = T_A - k_T \sqrt{\varepsilon_{обр}^2 + \varepsilon_{др}^2} + \varepsilon_n = 0,08 - 1,1 \cdot \sqrt{0,05^2 + 0,0056^2} + 0,01 = 0,0323 \text{ мм}$$

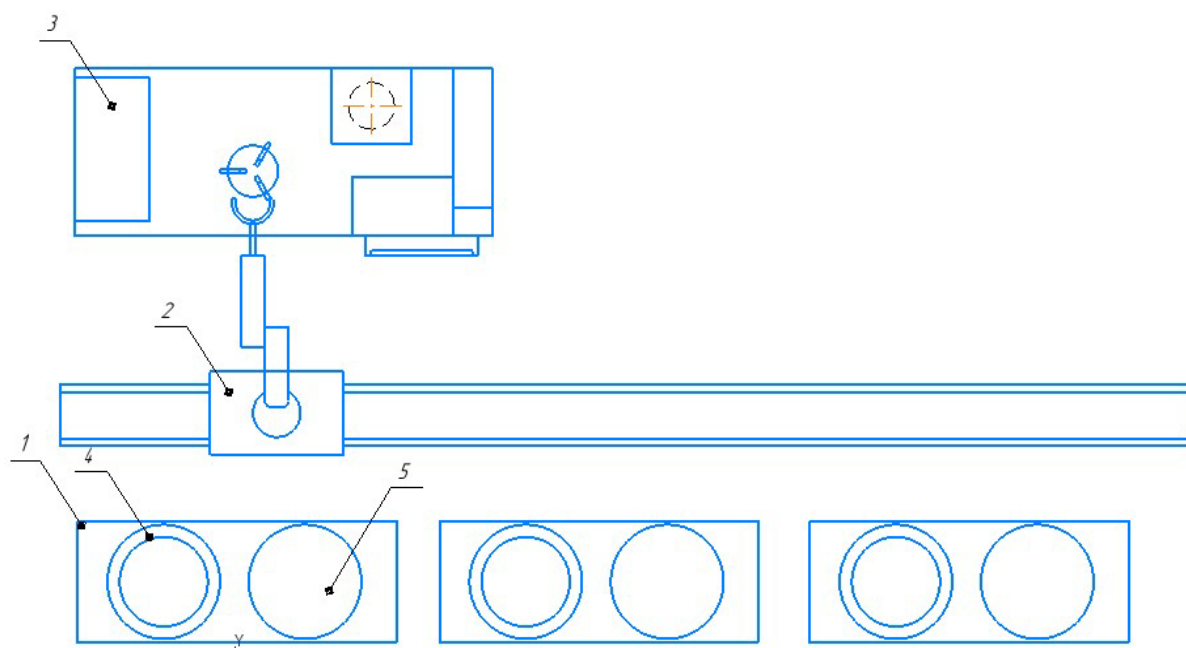
1.14 Проектирование гибкого производственного модуля (ГПМ)

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

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

В состав ГПМ входят: металлорежущий станок с ЧПУ; транспортнонакопительная система; магазин инструментов и устройств их автоматической смены; устройства автоматического контроля размеров режущего инструмента; система контроля за состоянием процесса резания; механизм автоматической смены элементов зажимных приспособлений [8].

В нашем случае для автоматизации фрезерного участка, где происходит обработка детали типа «Втулка гидроцилиндра левая» проектируем гибкий производственный модуль с использованием токарно-фрезерный станок СТХ gamma 1250Т и промышленного робота KUKA KR FORTEC. Для данного ГПМ спроектируем компоновочную схему (рисунок 1.7).



1 – накопитель-приемник (паллет или тележка); 2 – промышленный робот KUKA KR FORTEC; 3 - токарно-фрезерный станок CTX gamma 1250T; 4- готовые детали; 5 – заготовки

Рисунок 1.7 – Компоновка ГПМ

Выводы по разделу

В ходе проведенной работы был разработан технологический процесс изготовления детали «Втулка гидроцилиндра левая» в условиях мелкосерийного производства. На первом этапе разработки был произведен анализ технологичности конструкции детали, с помощью встроенного приложения, в программном обеспечении КОМПАС-3В v19.1, а также был разработан технологический маршрут и выбран способ получения заготовки. На этапе разработки технологических работ были установлены минимальные припуски к механической обработке, проведен выбор технологических средств и измерений в зависимости от технологической необходимости.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа 4А8А		ФИО Солтангазин Елжан Нурлануы	
Школа	Инженерная школа новых производственных технологий	Отделение (НОЦ)	Отделение машиностроения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/ специальность	15.03.01 «Машиностроение»

Тема ВКР:

Технологическая подготовка производства детали «Втулка гидроцилиндра левая» на станках с ЧПУ

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Введение – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения		<i>Объект исследования: процесс разработки и конструирование детали</i> <i>Область применения машиностроительные, станкостроительные отрасли.</i> <i>Рабочая зона: офис</i> <i>Размеры помещения: 38 м²</i> <i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны</i> <i>Стационарный компьютер, клавиатура и мышь, пакет программ Компас 3D, SolidWorks, SprutCam.</i> <i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне, разработка технического процесса, маршрута и чертежа детали в специальных программах на компьютере.</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:		
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.		- "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 29.12.2020); - ГОСТ 12.1.005-88 "Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны"; - ГОСТ 12.2.032-78 "Рабочее место при выполнении работ сидя"; - ГОСТ 12.2.033-78 "Рабочее место при выполнении работ стоя".
2. Производственная безопасность при разработке проектного решения – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов		<i>Вредные факторы:</i> - повышенный уровень шума - отклонения показателей микроклимата - недостаточная или повышенная освещённость <i>Опасные факторы:</i> - электрооборудование <i>Средства защиты:</i> <i>Дополнительные источники освещение, заземление. .</i>
3. Экологическая безопасность при эксплуатации		<i>Гидросфера:</i> - использование смазочно-охлаждающей жидкости для механической обработки деталей <i>Литосфера:</i> - загрязнение почвы химическими веществами <i>Атмосфера:</i> - выброс газов
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения		<i>Перечень возможных ЧС:</i> <i>пожар, взрыв, землетрясение, обрушение зданий,</i>

	<i>авария коммунальных систем жизнеобеспечения населения, терроризм. Наиболее типичная ЧС: пожар.</i>
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Черемискина Мария Сергеевна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А8А	Солтангазин Елжан Нурланулы		

2 Социальная ответственность

Выпускная квалификационная работа по теме «Модернизация технологического процесса изготовления детали «Втулка гидроцилиндра левая». Основная задача данной работы состоит в разработке технологической документации на изготовление заданной детали с применением оборудования с ЧПУ, чтобы путем модернизации технологического процесса достигнуть оптимального уровня трудозатрат и экономической эффективности. При производстве детали «Втулка» используются следующие этапы: обработка на металлорежущих станках, термообработка. В ходе данной работы необходимо обеспечить безопасность технологического процесса изготовления детали, для здоровья персонала, производящего работу на планируемом предприятии.

Основной целью данного раздела является создание оптимальных норм для улучшения условий труда, обеспечения производственной безопасности человека, повышения его производительности, сохранения работоспособности в процессе деятельности, а также охраны окружающей среды.

2.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

В данном подразделе рассматриваются специальные (характерные для планируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства. Указываются особенности трудового законодательства применительно к конкретным условиям проекта.

Согласно Трудовому кодексу Российской Федерации отношения, между работодателем и работником (или его представителем в лице профсоюза) регламентируются с целью установления государственных гарантий трудовых прав и свобод граждан, создание благоприятных условий труда, защита прав и интересов работников и работодателей.

Перечислим особенности трудового законодательства:

1) продолжительность рабочего времени для работников в возрасте от шестнадцати до восемнадцати лет - не более 35 часов в неделю, согласно ст. 92 ТК РФ;

2) в целях обеспечения прав и свобод человека и гражданина работодатель и его представители при обработке персональных данных работника обязаны соблюдать общие требования, указанные в ст. 86 ТК РФ;

3) оплата труда работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, устанавливается в повышенном размере, согласно ст. 147 ТК РФ;

4) работникам, условия труда которых по результатам специальной оценки условий труда отнесены к вредным условиям труда 2,3 или 4 степени либо опасным условиям труда предоставляется ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск. Его минимальная продолжительность составляет 7 календарных дней, согласно ст. 117 ТК РФ.

При проектировании рабочей зоны в производственных условиях работодатель должен позаботиться о создании комфортной рабочей среды. Согласно ГОСТ 21889-76 Система "Человек-машина". Кресло человека-оператора:

- кресло должно обеспечивать длительное поддержание основной рабочей позы в процессе трудовой деятельности;

- в конструкции кресла должны регулироваться высота поверхности сиденья и угол наклона спинки. При необходимости должны регулироваться также следующие параметры: высота спинки, высота подлокотников, угол наклона подлокотников, высота подголовника, высота подставки для ног, угол наклона подставки для ног;

- регулировка параметров может быть плавной или ступенчатой. Шаг ступенчатой регулировки для линейных параметров - 15-25 мм;

- кресло человека-оператора должно способствовать ослаблению вибрационных воздействий в полосе резонансных для человека частот и ударных воздействий до уровня допустимых.

2.2 Производственная безопасность

Рассмотрим основные вредные и опасные факторы, которые могут возникнуть в химической лаборатории при разработке силикатной эмали, а также меры по обеспечению безопасности от них.

Согласно [2] вредные и опасные факторы по природе их влияния на человеческий организм делятся на: физическую, химическую, биологическую природу. Рассмотрим основные факторы, представленные в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Опасные и вредные факторы при силикатной эмали

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
Повышенный уровень шума на рабочем месте	ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности
Отклонения показателей микроклимата на рабочем месте	СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений
Недостаточная или повышенная освещенность рабочей зоны	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение
Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	ГОСТ 12.1.019-2017 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты

2.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Рассмотрим вредные факторы, которые возникают при производстве детали «Втулка гидроцилиндра левая» на основе представленной таблице 2.1.

1) В процессе функционирования производства источниками шума могут являться любые механизмы и машины, внутрицеховой и внутризаводской транспорт, система вентиляции и т.п.

Предельно допустимый уровень (ПДУ) шума - это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или

отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдение ПДУ шума не исключает нарушение здоровья у сверхчувствительных лиц [12].

Распространенные средства индивидуальной защиты от шума – это пробки, наушники, вкладыши (беруши) и шлемы. Принцип действия этих аксессуаров – защита непосредственно органов слуха человека. Максимально герметично закрывая уши, СИЗ служат барьерами от чрезмерно громких звуков, не позволяя разрушать слуховую и нервную системы человека. Такие способы защиты от производственного шума наиболее эффективны на уровне высоких частот [13].

2) Участок с термической обработкой является местом возникновения отклонений показателей микроклимата.

Особенно неблагоприятное воздействие на тепловое самочувствие человека оказывает высокая влажность при температурах окружающего воздуха более 30°C, так как при этом почти вся выделяемая теплота отдается в окружающую среду при испарении пота. При повышении влажности пот не испаряется, а стекает каплями с поверхности кожного покрова. Возникает так называемое проливное течение пота, изнуряющее организм и не обеспечивающее необходимую теплоотдачу [14]. Поэтому очень важно поддерживать микроклимат рабочей зоны, для поддержания работоспособности и здоровья человека.

На участке термической обработки необходимо обеспечивать работников специальной одеждой, специальной обувью и средствами индивидуальной защиты.

3) Влияние света на организм человека велико. Плохое освещение негативно воздействует на зрение, приводит к быстрому утомлению, снижает работоспособность, вызывает дискомфорт, является причиной головной боли и бессонницы.

Требования к освещению помещений промышленных предприятий представлены согласно СП 52.13330.2016 и представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Требования к освещению помещений

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение		
						Освещённость, лк		
						При системе комбинированного освещения		При системе общего освещения
						всего	В том числе от общего	
Средняя точность	Св. 0,5 до 1,0	IV	в	Малый Средний Большой	Светлый, Средний, Темный	400	200	200

Для предотвращения недостаточной или избыточной освещенности необходимо использовать современные источники света, а также необходимо произвести расчеты освещенности для нахождения оптимальных параметров освещенности производственных помещений.

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

Поражение электрическим током может произойти при прикосновении к токоведущим частям, находящимся под напряжением, на которых остался заряд или появилось напряжение. Электрический ток оказывает на человека термическое, электролитическое, биологическое и механическое воздействие. Действие электрического тока на человека приводит к травмам или гибели людей.

Для переменного тока частотой 50 Гц допустимое значение напряжения прикосновения составляет 2 В, а силы тока – 0,3 мА, для тока частотой 400 Гц, соответственно – 2 В и 0,4 мА, для постоянного тока – 8 В и 1 мА.

Мерами защиты от воздействия электрического тока являются оградительные устройства, устройства автоматического контроля и

сигнализации, изолирующие устройства и покрытия, устройства защитного отключения, устройства автоматического отключения, предохранительные устройства.

2.4 Экологическая безопасность

В процессе разработке технологического процесса не исключается попадание в атмосферу, гидросферу и литосферу вредных веществ. Это может проявляться в выделении в атмосферу вредных паров, а также сливе вредных веществ в канализацию, захоронении или сжигании с последующим отравлением гидросферы и литосферы. Однако в целях снижения вредного воздействия данного источника загрязнения на окружающую среду необходимо рационально использовать материалы, электроэнергию и по возможности заменить вредные технологические процессы на более экологичные. Так, на участке механической обработки в процессе работы образуются такие вещества как пыль, и аэрозоли. Для их удаления применяют вытяжную вентиляцию, для снижения выбросов этих веществ в атмосферу применяют фильтры.

Цех являющаяся рабочей зоной, оснащен оргтехникой, люминесцентными лампами, которые в дальнейшем следует утилизировать с учётом их специфики.

2.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

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

Поэтому следует в качестве профилактических мероприятий на участке использовать: правильную эксплуатацию машин, правильное содержание территории, противопожарный инструктаж рабочих и служащих;

– соблюдение противопожарных правил, норм при устройстве 85 оборудования, отопления, освещения, правильное размещение оборудования;

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

Для обеспечения тушения пожара в начальной стадии его возникновения стоит использовать система пожарных водопроводов и аппараты пожаротушения (смонтированные в зданиях стационарные установки, предназначенные для тушения пожара без участия людей, и огнетушители - пенные ОХВП-10 и углекислотные ОУ-2 по одному на каждые 700 м² площади, ящики с песком 1-ин на 500м² площади). Для обеспечения безопасности людей при пожарах в производственных помещениях предусматриваются пути эвакуации и устройства для удаления из помещений дыма (дымовые люки и т. п.).

Выводы по разделу

Таким образом, в данном разделе были изучены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности. А также была рассмотрена безопасность в чрезвычайных ситуациях, производственная и экологическая безопасность. Перечисленные факторы могут оказывать влияние

на здоровье человека, на окружающую среду, а также приводить к аварийным и опасным ситуациям. Исходя из анализа пунктов раздела «Социальная ответственность» следует: рабочее место соответствует нормам; требования к показателям микроклимата, освещенности, уровня шума и вибраций соблюдены, они находятся в пределах допустимых значений; по ходу проведения эксперимента, осуществляются меры, необходимые для устранения опасных факторов; проводятся организационные и технические мероприятия по предотвращению ЧС.

Рабочему помещению была присвоена II категория по электробезопасности, а также рабочему персоналу присвоена группа не ниже III по охране труда по эксплуатации электроустановок и II категория тяжести труда. По взрывопожарной и пожарной опасности помещение присвоена категория Г.

В том числе, выявлены опасные факторы производства и их воздействие на экологию окружающей среды. Производству присвоена II категория по влиянию на окружающую среду, оказывающая умеренное негативное влияние. В результате анализа разработан ряд рекомендаций по обеспечению оптимальных условий труда и охране окружающей среды.

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

Группа	ФИО
4А8А	Солтангазин Елжан Нурланулы

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

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)</i>	<i>Расчет конкурентоспособности SWOT-анализ</i>
<i>Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР</i>	<i>Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования</i>
<i>Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР</i>	<i>Расчет бюджетной стоимости</i>
<i>Составление бюджета инженерного проекта (ИП)</i>	<i>Интегральный финансовый показатель. Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности.</i>
<i>Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности</i>	

Перечень графического материала

Оценка конкурентоспособности технических решений
Матрица SWOT
Диаграмма Ганта
Бюджет ВКР
Основные показатели эффективности

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А8А	Солтангазин Елжан Нурланулы		28.02.22

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Основная цель данного раздела – оценить перспективность развития и планировать финансовую и коммерческую ценность конечного продукта, представленного в рамках исследовательской программы. Коммерческая ценность определяется не только наличием более высоких технических характеристик над конкурентными разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сможет ответить на следующие вопросы – будет ли продукт востребован на рынке, какова будет его цена, каков бюджет научного исследования, какое время будет необходимо для продвижения разработанного продукта на рынок.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

- оценка коммерческого потенциала разработки;
- определение возможных альтернатив;
- планирование научно-исследовательской работы;
- расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования.

Целью данной выпускной работы является разработка технологического процесса производства детали «Втулка гидроцилиндра левая».

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

3.1.1 Анализ конкурентных технических решений

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

Целевой рынок – сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем разработка. В свою очередь, сегмент рынка – это особым образом

выделенная часть рынка, группы потребителей, обладающих определенными общими признаками.

Сегментирование – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар (услуга). Можно применять географический, демографический, поведенческий и иные критерии сегментирования рынка потребителей, возможно применение их 53 комбинаций с использованием таких характеристик, как возраст, пол, национальность, образование, любимые занятия, стиль жизни, социальная принадлежность, профессия, уровень дохода.

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

Таблица 3.1 – Карта сегментирования рынка

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

Как видно из таблицы 3.1, наиболее перспективной является фирма 1, так как она задействована во всех сегментах рынка.

3.1.2 Технология QuaD

Технология QuaD представляет собой инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и её перспективность на рынке, а также позволяющий принимать решение о целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект. В таблице 3.2, мы видим оценку разработки, где представлены показатели оценки качества разработки и коммерческого потенциала разработки. В таблице 3.2 представлены данные оценки разработки.

Таблица 3.2 – Оценка разработки

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительная значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
1. Скорость производства	0,06	80	100	0,8	0,048
2. Энергоэффективность	0,05	50	100	0,5	0,025
3. Универсальность техпроцесса	0,1	50	100	0,5	0,05
4. Простота контроля изделия	0,1	65	100	0,65	0,065
5. Потребность в специальной оснастке	0,01	100	100	1	0,01
6. Такт выпуска изделия	0,1	70	100	0,7	0,07
7. Сложность исполнения	0,01	60	100	0,6	0,006
8. Трудоёмкость	0,04	50	100	0,5	0,02
9. Материалоёмкость	0,1	75	100	0,75	0,075
10. Безопасность	0,01	80	100	0,8	0,008
11. Экологичность	0,02	70	100	0,7	0,014
12. Технологичность	0,08	90	100	0,9	0,072
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
13. Конкурентоспособность продукта	0,03	75	100	0,75	0,0225
14. Ликвидность	0,06	85	100	0,85	0,051
15. Перспективность рынка	0,07	90	100	0,9	0,063
16. Цена	0,1	90	100	0,9	0,09
17. Послепродажное обслуживание	0,01	10	100	0,1	0,001
18. Финансовая эффективность	0,02	60	100	0,6	0,012
19. Срок выхода на рынок	0,02	70	100	0,7	0,014
20. Наличие патента	0,01	10	100	0,1	0,001
Итого	1				0,7175

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле [16]:

$$П_{ср} = \sum B_i \cdot B_i;$$

где: $П_{ср}$ –средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

B_i –вес показателя (в долях единицы);

B_i –средневзвешенное значение -го показателя.

$П_{ср} = 0,7175$, значит технологический процесс имеет перспективность выше среднего.

3.1.2 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. На основе анализа, проведенного в предыдущих разделах бакалаврской работы, был составлен SWOT-анализ научно-исследовательского проекта. Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Матрица первого этапа SWOT-анализа

	Сильные стороны: С1. Высокое качество получаемой продукции; С2. Широкая область применения; С3. Более низкая стоимость производства; С4. Актуальность проекта;	Слабые стороны: Сл1. Отсутствие квалифицированного персонала; Сл2. Обработка станками с ЧПУ; Сл3. Обслуживание оборудования.
Возможности: В1. Изготовление детали на любом предприятии; В2.Возможность удешевления ТП; В3. Повышение стоимости конкурентных разработок		
Угрозы: У1. Разработка более совершенного техпроцесса; У2. Перенасыщение рынка; У3. Отсутствие спроса.		

На втором этапе на основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надежность его реализации. Соотношения параметров представлены в таблицах 3.4–3.7.

Таблица 3.4 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	-	-	-	-	-
	B2	-	+	+	-	-
	B3	-	+	-	+	-
	B4	+	+	-	-	-

Таблица 3.5 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	+	+	+	+	+
	B2	+	0	+	-	+
	B3	+	0	0	-	0
	B4	-	0	+	+	+

Таблица 3.6 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	-	+	-	-	-
	У2	-	+	-	-	-
	У3	+	0	0	0	-

Таблица 3.7 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	-	-	-	+	+
	У2	-	-	-	-	-
	У3	+	-	-	+	-

Результаты анализа представлены в итоговую таблицу 3.8.

Таблица 3.8 – Итоговая таблица SWOT-анализа

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта С1. Высокое качество получаемой продукции; С2. Широкая область применения; С3. Более низкая стоимость производства; С4. Актуальность проекта; С5. Требуется малая номенклатура станков	Слабые стороны научно-исследовательского проекта Сл1. Отсутствие квалифицированного персонала; Сл2. Обработка станками с ЧПУ; Сл3. Обслуживание оборудования.
Возможности В1. Изготовление детали на любом предприятии; В2. Возможность удешевления ТП; В3. Повышение стоимости конкурентных разработок В4. Увеличение такта выпуска деталей.	Направления развития В результате получения высокого качества продукции возможно повышение стоимости конкурентных разработок	Сдерживающие факторы Отсутствие квалифицированного персонала влияет на возможность удешевления ТП.
Угрозы У1. Разработка более совершенного техпроцесса; У2. Перенасыщение рынка; У3. Отсутствие спроса.	Угрозы развития Когда продукция имеет широкую область применения, спрос на новые технологии производства отсутствует.	Уязвимости: Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца влияет на разработку более совершенного техпроцесса.

В результате SWOT-анализа показано, что на 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 SWOT-анализа учитываются при разработке структуры работ, выполняемых в рамках научно-исследовательского проекта.

3.2 Планирование научно-исследовательских работ

3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование выпускных квалификационных работ осуществляется в порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;

- определение количества исполнителей для каждой из работ;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для оптимизации работ удобно использовать классический метод линейного планирования и управления.

Результатом такого планирования является составление линейного графика выполнения всех работ. Порядок этапов работ и распределение исполнителей для данной научно-исследовательской работы, приведен в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технологического процесса	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель
Выбор направления исследования	2	Выбор способов обработки	Научный руководитель, инженер
Технологическая часть	3	Анализ конструкции и технологичности	Инженер
	4	Выбор заготовки	Инженер
	5	Составление технологического процесса	Инженер
	6	Назначение допусков	Инженер
	7	Расчет припусков	Инженер
	8	Размерный анализ	Инженер
	9	Выбор режимов резания	Инженер
Конструкторская часть	10	Выбор технологической оснастки	Инженер
	11	Разработка 3D модели	Инженер
	12	Разработка приспособления	Инженер
Обобщение и оценка результатов	13	Расчет модели в САЕ системе	Инженер
	14	Оценка качества исполнения	Научный руководитель, инженер

3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

Трудовые затраты в большинстве случаях 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 использована следующая формула:

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

где $t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, человеко-дни;

$t_{\text{min}i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни;

$t_{\text{max}i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни.

Зная величину ожидаемой трудоемкости, можно определить продолжительность каждой i -ой работы в рабочих днях T_{pi} , при этом учитывается параллельность выполнения работ разными исполнителями. Данный расчёт позволяет определить величину заработной платы.

$$T_{pi} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i},$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, рабочие дни;

$t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дни;

$Ч_i$ – 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 (3):

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

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

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

$k_{\text{кал}}$ – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

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

где $T_{\text{кал}}$ – общее количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – общее количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – общее количество праздничных дней в году.

Расчеты временных показателей проведения научного исследования обобщены в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Временные показатели проведения научного исследования

Таблица 3.10. Временные показатели проведения научно-исследовательских работ											
№	Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работы в рабочих днях T_{pi}		Длительность работ в календарных днях T_{ki}	
		tmin, чел-дни		tmax, чел-дни		тожi, чел-дни					
		Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер
1	Составление и утверждение технического задания	2	-	3	-	1,4	-	2,4	-	2	-
2	Выбор способов обработки	-	1	-	2	-	1,4	-	0,7	-	1
3	Анализ конструкции и технологичности	-	4	-	5	-	4,4	-	2,2	-	4
4	Выбор заготовки	3	3	4	4	3,4	3,4	1,7	1,7	3	3
5	Размерный анализ	1	1	2	2	1,4	1,4	0,7	0,7	-	5
6	Назначение допусков	-	6	-	7	-	6,4	-	6,4	-	10
7	Расчет припусков	-	6	-	7	-	6,4	-	6,4	-	10
8	Составление технологического процесса	-	10	-	15	-	12	-	12	-	16
9	Выбор режимов резания	1	2	1,5	3	1,2	2,4	0,6	1,2	1	5
10	Выбор технологической оснастки	1	3	2	4	1,4	3,4	0,7	1,7	-	17

Продолжение Таблицы 3.10

11	Разработка 3D модели	-	5	-	8	-	6,2	-	6,2	-	2
12	Разработка в САЕ системе	-	5	-	8	-	6,2	-	6,2	-	2
13	Разработка приспособления	-	15	-	20	-	17	--	17	-	20
14	Оценка качества исполнения	-	5	-	6	-	5,4	-	5,4	3	2

На основе таблицы составлен календарный план-график выполнения проекта с использованием диаграммы Ганта (таблица 3.11).

Таблица 3.11 – Диаграмма Ганта

№ работ	Вид работ	Исполнители	T_{ki} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ													
				февр.			март			апрель			май			июнь	
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель	2	■													
2	Выбор способов обработки	Инженер	1	▨													
3	Анализ конструкции и технологичности	Инженер	4	▨													
4	Выбор заготовки	Инженер	3	▨													
		Научный руководитель	3	■													
5	Составление технологического процесса	Инженер	16		▨												
6	Расчет припусков на обработку	Инженер	4			▨											
7	Выбор и расчет режимов резания	Инженер	5				▨										
8	Нормирование технологических переходов	Инженер	4					▨									
9	Размерный анализ	Инженер	5						▨								
10	Выбор технологической оснастки	Инженер	17							▨							
11	Разработка 3D модели	Инженер	2								▨						
12	Проектирование и расчет приспособления	Инженер	20									▨					
13	Расчет 3D моделей в САЕ системе	Инженер	2											▨			

Продолжение Таблицы 3.11

[illegible]

- Инженер



- Научный руководитель

3.3 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета исследования учитывались все виды расходов, связанных с его выполнением. В этой работе использовать следующую группировку затрат по следующим статьям:

- материальные затраты выпускной квалификационной работы;
- затраты на специальное оборудование;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

3.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

Материальные затраты — это затраты организации на приобретение сырья и материалов для создания готовой продукции. Данная часть включает затрат всех материалов, используемых при получении образца, нанесенного с эмалированным покрытием. В таблице 3.12 представлены материальные затраты

Таблица 3.12 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, руб.
Бумага (пачка)	руб./шт	1	700	700
Картридж для принтера	руб./шт	1	2000	2000
Всего:				2700

3.3.2 Расчет амортизации специального оборудования

Для определения издержек проекта необходимо определить амортизацию за срок проекта. За срок проекта возьмем 1 год. Примерный срок службы оборудования 8 лет. Будем использовать линейный метод расчета амортизации.

Норма амортизации: рассчитывается по формуле:

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

где n – срок полезного использования в количестве лет.

Норма амортизации составляет 12,5%.

Расчет амортизации проводится по формуле:

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

где H_A – норма амортизации; I – итоговая сумма, тыс. руб.; m – время использования, мес. Затраты на оборудование представлены в таблице 3.13.

Таблица 3.13 – Затраты на оборудование

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Срок полезного использования, лет	Цены единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
1	ПЭВМ Lenovo Legion Y520	1	3	55	55
2	Принтер лазерный Samsung XJH	1	3	15	15
Итого			70 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:

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

где I – итоговая сумма, тыс. руб.;

t – время использования, мес.

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

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

Рассчитаем норму амортизации для принтера лазерного, с учётом того, что срок полезного использования составляет 3 года

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

Амортизационные отчисления для ноутбука находим следующим образом:

$$A = \frac{H_A I}{12} \cdot 3 = \frac{0,33 \cdot 55.000}{12} \cdot 4 = 6050 \text{ руб.}$$

Амортизационные отчисления для принтера лазерного находим следующим образом:

$$A = \frac{H_A I}{12} \cdot 3 = \frac{0,33 \cdot 15.000}{12} \cdot 4 = 1650 \text{ руб.}$$

Итоговая амортизация:

$$A = A_{\text{ноут}} + A_{\text{прин}} = 6050 + 1650 = 7700 \text{ руб.}$$

3.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы и дополнительная заработная плата исполнителей темы

В данном разделе рассчитывается заработная плата инженера и руководителя, помимо этого, необходимо рассчитать расходы по заработной плате, определяемые трудоемкостью проекта и действующей системой оклада.

Исходными нормативами заработной платы данных категорий, работающих является оклад, определяющий уровень месячной заработной платы в зависимости от объема и ответственности работ. Величина расходов на заработную плату определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{ТС}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}};$$

где: $З_{\text{ТС}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ –премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $З_{\text{ТС}}$);

$k_{\text{д}}$ –коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5;

$k_{\text{р}}$ –районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Величину тарифной ставки сообщил руководитель проекта.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

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

где: $З_{\text{м}}$ –месячный должностной оклад работника, руб.;

М –количество месяцев работы без отпуска в течение года;

$F_{\text{д}}$ –действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. Результаты заработной платы и баланса рабочего времени исполнителей представлены в таблицах 3.14-3.15.

Таблица 3.14 – Заработная плата

Исполнители	З _{ТС} , руб.	k _{пр}	k _д	k _р	З _м , руб.	З _{дн} , руб.	T _{рi} , раб.дн.	З _{осн} , руб.
Руководитель	26300	0,3	0,2	1,3	51285	2147,3	6,1	13098,53
Инженер	17000	0,3	0,2	1,3	33150	1743,1	67,8	118182,18
Всего:								131280,71

Таблица 3.15 – Баланс рабочего времени исполнителей

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

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

– для руководителя:

$$З_{дп} = З_{осн} \cdot k_{дп} = 13098,53 \cdot 0,15 = 1964,7 \text{ руб.}$$

– для инженера:

$$З_{дп} = З_{осн} \cdot k_{дп} = 118182,18 \cdot 0,15 = 17727,327 \text{ руб.}$$

где k_{дп} – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,15).

3.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам.

Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Общая ставка взносов составляет в 2021 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ):

- 22 % – на пенсионное страхование;
- 5,1 % – на медицинское страхование;

- 2,9 % – на социальное страхование.

– для научного руководителя:

$$З_{внеб} = k_{внеб}(З_{осн} + З_{доп}) = 0,3 \cdot (13098,53 + 1964,7) = 4519 \text{ руб.}$$

– для инженера:

$$З_{внеб} = k_{внеб}(З_{осн} + З_{доп}) = 0,3 \cdot (118182,18 + 17727,327) = 40772,7 \text{ руб.},$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование).

3.3.4 Накладные расходы

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

Величина накладных расходов определяется по формуле

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

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%. Затраты по статьям представлены в таблице 3.16.

Таблица 3.16 – Группировка затрат по статьям

Статьи					
Сырьё, материалы	Амортизация	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисление на соц. нужды	Итого без накладных расходов
2700	7700	131280,71	19691,3	45291,7	206663,71

Для расчета накладных расходов используем формулу (17):

$$З_{накл} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{нр} = 206663,71 \cdot 0,16 = 33066,19 \text{ руб.}$$

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в табл. 3.17.

Таблица 3.17 - Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
	Текущий проект	Исп.2	Исп.3	
1. Материальные затраты НТИ	2700	35645,3	11323	Пункт 2.4.1
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	7700	16060,2	19657,6	Пункт 2.4.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	131280,71	138250,3	135687,12	Пункт 2.4.3
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	19691,3	20737,54	20353,068	Пункт 2.4.3
5. Отчисления во внебюджетные фонды	45291,7	47696,3	46812,05	Пункт 3.4.4
6. Накладные расходы	33066,19	41342,34	37413,25	16 % от суммы ст. 1-7
7. Бюджет затрат НТИ	239729,6	299731,89	271246,09	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:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, (18)$$

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

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения.

$\Phi_{\text{текущ.проект}} = 239729,6$ руб, $\Phi_{\text{исп.2}} = 299731,89$ руб, $\Phi_{\text{исп.3}} = 271246,09$ руб.

$$I_{\text{финр}}^{\text{тек.пр.}} = \frac{\Phi_{\text{тек.пр.}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{239729,6}{299731,89} = 0,79;$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.2}} = \frac{\Phi_{\text{исп.2}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{299731,89}{299731,89} = 1;$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.3}} = \frac{\Phi_{\text{исп.3}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{271246,09}{299731,89} = 0,90.$$

В результате расчета консолидированных финансовых показателей по трем вариантам разработки текущий проект небольшим перевесом 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 3.18).

Таблица 3.18 – Сравнительная оценка характеристик вариантов НИР.

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
1. Надежность	0,15	5	3	4
2. Материалоемкость	0,2	5	4	4
3. Цена	0,3	5	4	3
4. Качество изготовления	0,2	4	3	4
5. Технологичность	0,15	5	4	4
ИТОГО	1	4,8	3,65	3,7

Расчет интегрального показателя для разрабатываемого проекта:

$$I_{p1} = 0,15 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,3 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 = 4,8;$$

$$I_{p2} = 0,15 \cdot 3 + 0,2 \cdot 4 + 0,3 \cdot 4 + 0,2 \cdot 3 + 0,15 \cdot 4 = 3,65;$$

$$I_{p3} = 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,3 \cdot 3 + 0,2 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 = 3,7.$$

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

$$I_{исп.i} = \frac{I_{p-исп.i}}{I_{финр}^{исп.i}}. (19)$$

$$I_{исп.1} = \frac{4,8}{0,79} = 6,07; \quad I_{исп.2} = \frac{3,65}{1} = 3,65; \quad I_{исп.3} = \frac{3,7}{0,9} = 4,11.$$

Далее интегральные показатели эффективности каждого варианта НИР сравнивались с интегральными показателями эффективности других вариантов с целью определения сравнительной эффективности проекта (таблица 3.19).

Таблица 3.19 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,79	1	0,9
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,8	3,65	3,7
3	Интегральный показатель эффективности	6,07	3,65	4,11
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,6	0,67

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

Вывод по разделу

В результате выполнения целей раздела можно сделать следующие выводы:

1) Результатом анализа конкурентных технических решений является выбор одного из вариантов реализации НИР как наиболее подходящего и оптимального по сравнению с другими.

2) В ходе планирования для руководителя и инженера был разработан график реализации этапа работ, который позволяет оценивать и планировать рабочее время исполнителей. Определено следующее: общее количество дней, в течение которых работал инженер, составляет 86 дней; общее количество дней, в течение которых работал руководитель, составляет 8 дней.

3) Для оценки затрат на реализацию проекта разработан проектный бюджет, который составляет 239729,6 руб.

4) Результат оценки эффективности ИР показывает следующие выводы:

- значение интегрального финансового показателя ИР составляет 0,79, что является показателем того, что ИР является финансово выгодной по сравнению с аналогами;

- значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 6,07, по сравнению с 3,65 и 4,11;

- значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 4,8, по сравнению с 3,65 и 3,7, и является наиболее высоким, что означает, что техническое решение, рассматриваемое в ИР, является наиболее эффективным вариантом исполнения.

Заключение

В ходе проделанной работы был разработан технологический процесс изготовления детали типа «Втулка гидроцилиндра левая» в условиях мелкосерийного производства.

На первом этапе разработки был произведен анализ технологичности конструкции детали. Был разработан технологический маршрут и выбран способ получения заготовки. На этапе проектирования технологических операций были рассчитаны минимальные припуски на механическую обработку, рассчитаны допуски технологических размеров, произведен выбор средств технологического оснащения и измерения, в связи с технологической необходимостью. В процессе разработки были рассчитаны режимы резания, учитывающие возможности выбранного технологического оборудования и материала заготовки.

С помощью программы FeatureCAM были разработаны управляющие программы для операций на станках с ЧПУ.

Были проведены расчеты экономической эффективности производства данной детали, проанализированы перспективы развития. Представлены правовые нормы социальной ответственности и решены организационные вопросы. Проведен анализ вредных и опасных факторов на рабочем месте. Выявлены источники экологической опасности на рабочем месте. Приведена наиболее типичная ЧС. Сформулирован план действий при ЧС.

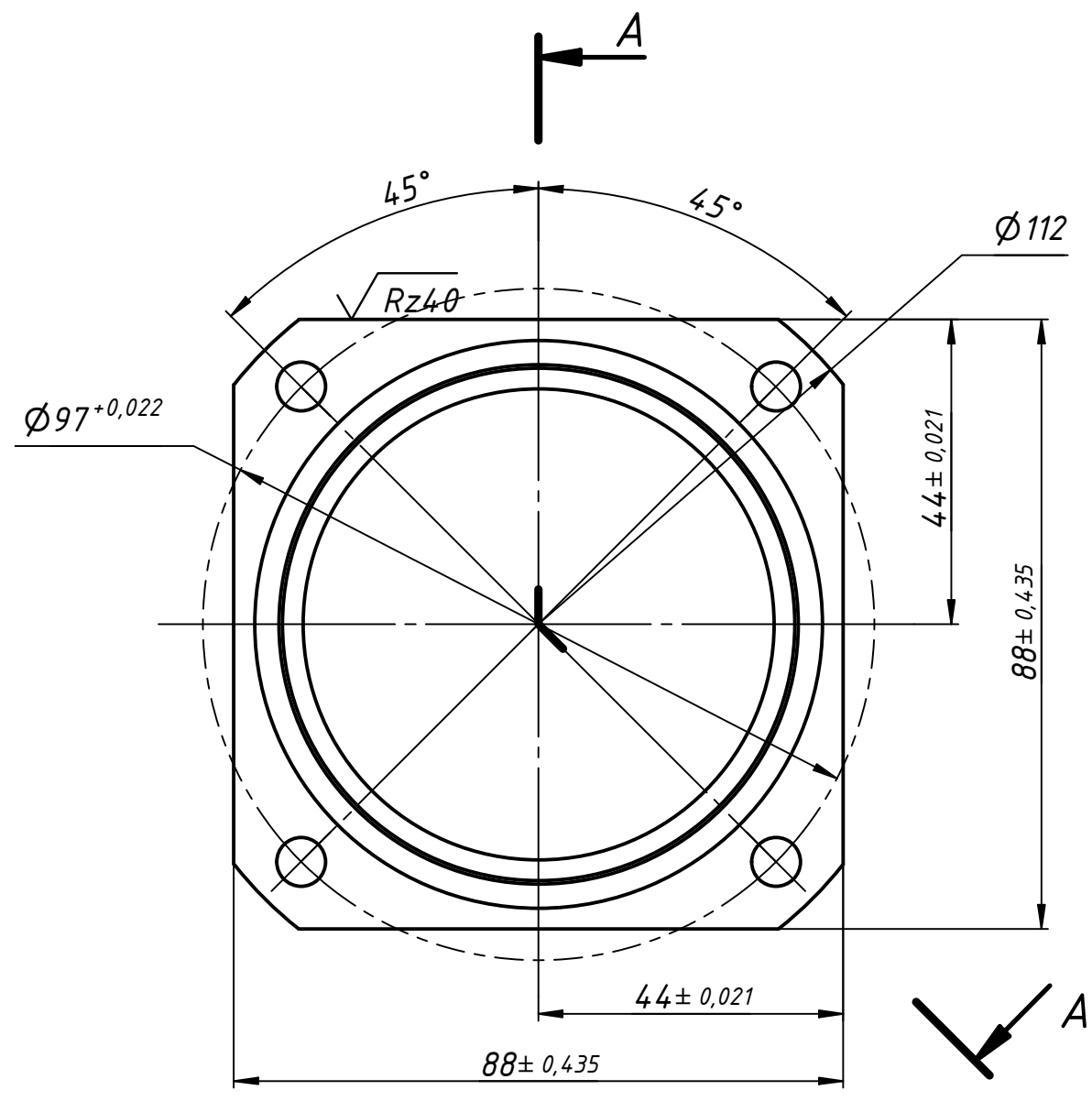
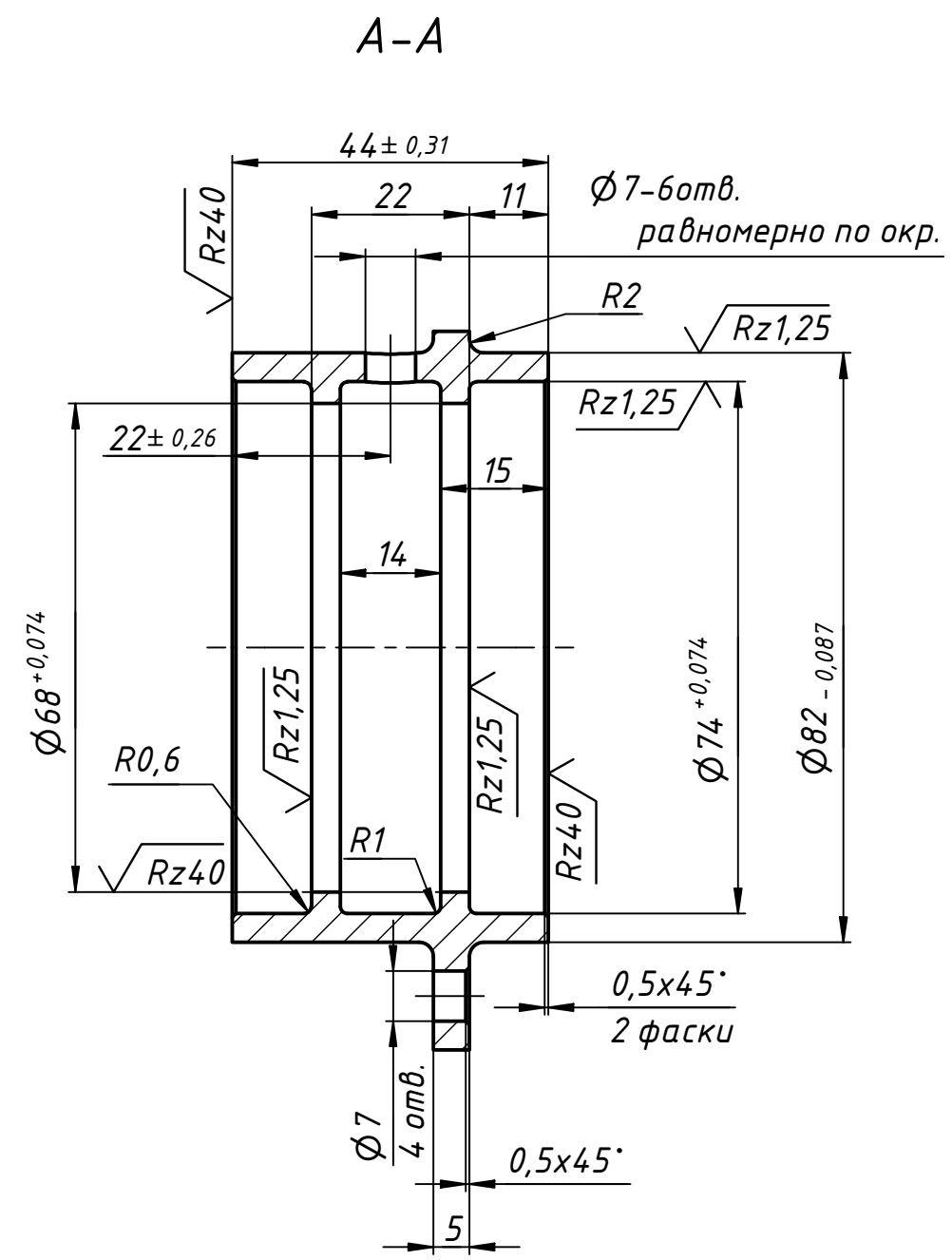
Список литературы

1. Должиков В.П. Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине «Технология автоматизированного производства» для студентов по направлению 15.03.01 «Машиностроение», профилю «Машины и технология высокоэффективных процессов обработки материалов». – 18 с.;
2. Должиков В.П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – 324 с.;
3. Должиков В.П. Технологии наукоемких машиностроительных производств: Учебное пособие. – 2-е изд., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2016. – 304 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – 300 с.
4. Техническое нормирование операций механической обработки деталей: Учебное пособие. Компьютерная версия. – 2-е изд., перер. /И.М. Морозов, И.И. Гузеев, С.А.Фадюшин. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2005– 65 с.
5. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.1 / Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Суслова, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – 5-е изд., исправл. – М.: Машиностроение – 1, 2003 г. 944 с., ил.;
6. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2 / Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Суслова, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – 5-е изд., исправл. – М.: Машиностроение – 1, 2003 г. 944 с., ил.;
7. Должиков В.П. Основы программирования и наладки станков с ЧПУ: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2011. – 144 с.;
8. ГОСТ 12.1.001-89 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Ультразвук. Общие требования безопасности. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 8 с.
9. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учебник для бакалавров. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2013. – 682 с.

10. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением N 1). – М.: Стандартинформ, 2008. – 48 с.
11. ГОСТ Р 55710-2013 Освещение рабочих мест внутри здания. – М.: Стандартинформ, 2016. – 56 с.
12. ПОТ Р О-14000-002-98 Положение. Обеспечение безопасности производственного оборудования. – М.: ООО "Инженерный Центр обеспечения безопасности в промышленности", 2001. – 52 с.
13. ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление (с Изменением N 1). – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 9 с.
14. ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 10с.
15. ГОСТ Р 22.0.01-2016 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Основные положения. – М.: Стандартинформ, 2019. – 11 с.
16. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов (с Изменением N 1). – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 7 с.
17. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997. – 6 с.
18. СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение (с Изменением N 1). – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2003. – 27 с.
19. НПБ 105-03 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2003. – 25 с.

Приложение А
Чертеж детали

Перв. примен.	Справ. №	Подп. и дата	Инв. № дудл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.



1. HRC 30-35.
2. Допуск на свободные размеры по нормали ОСТ 100022-88.
3. Острые кромки притупить.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Втулка гидроцилиндра левая			
Разраб.								
Пров.					Сталь 12ХНЗА			
Т. контр.								
Нач. отд.					Лит. У Масса Масштаб			
Н. контр.								
Утв.					Лист 1 Листов 1			

Приложение Б

Комплект технологической документации

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

				НИ ТПУ		ИШНПТ-4А81013.00.00.00								ИШНПТ 4А8А			
						Втулка гидроцилиндра левая											

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

Комплект технологической документации
на технологический процесс механической обработки
детали «Втулка гидроцилиндра левая»

Проверил: _____ руководитель
 _____ Анисимова М.А.

Выполнил: студент группы 4А8А
 _____ Солтангазин Е.Н

[illegible]

ГОСТ 3.1118 – 82

Форма 1а

Дубл.																
Взам.																
Подп.																
												1	2			
									ИШНПТ-4А81013.00.00.00						ИШНПТ 4А8А	
А	цех	Уч.	Рм	Опер.	Код, наименование операции		Обозначение документа									
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	К шт.	Тп.з	Т шт.
A15	040 Фрезерная ЧПУ					оператор станков с ПУ		3	16045	1	1	1	100	27		1,08
B16	Токарно-фрезерный станок СТХ gamma 1250Т															
A17	045 Фрезерная ЧПУ					оператор станков с ПУ		3	16045	1	1	1	100	27		1,08
B18	Токарно-фрезерный станок СТХ gamma 1250Т															
A19	050 Слесарная					слесарь		3	18446	1	1	1	100	1		4
B20	055 Контрольная					контролер		4	12950	1	1	1	100	3,5		5
A21	060 Внтуришлифовальная					шлифовщик		5	19630	1	1	1	100	10		12,06
A22	Внутри-кругло шлифовальный станок E-TECH EGM-350CNC															
A23	060 Круглошлифовальная					шлифовщик		5	19630	1	1	1	100	10		7,93
24	Внутри-кругло шлифовальный станок E-TECH EGM-350CNC															
25	065 Промывочная					мойщик – сушильщик		2	14525	1	5	1	100	1		18
26	070 Контрольная					контролер		4	12950	1	1	1	100	3,5		5
27	075 Консервация					упаковщик		2	19297	1	1	1	100	1		2
28																
29																
30																
31																
МК																

[illegible]

[illegible]

[illegible]

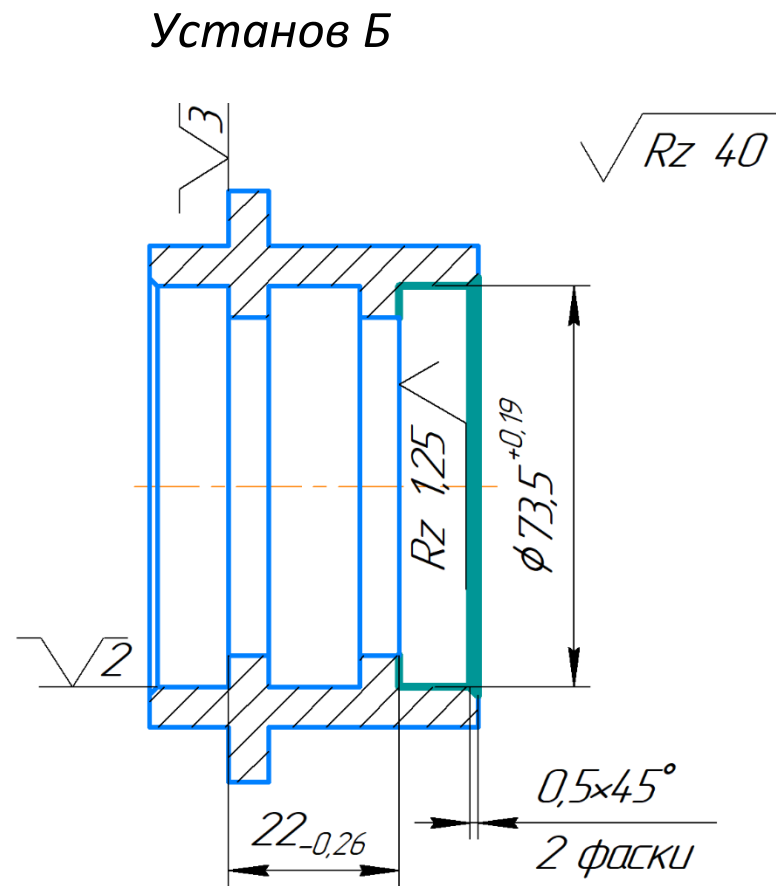
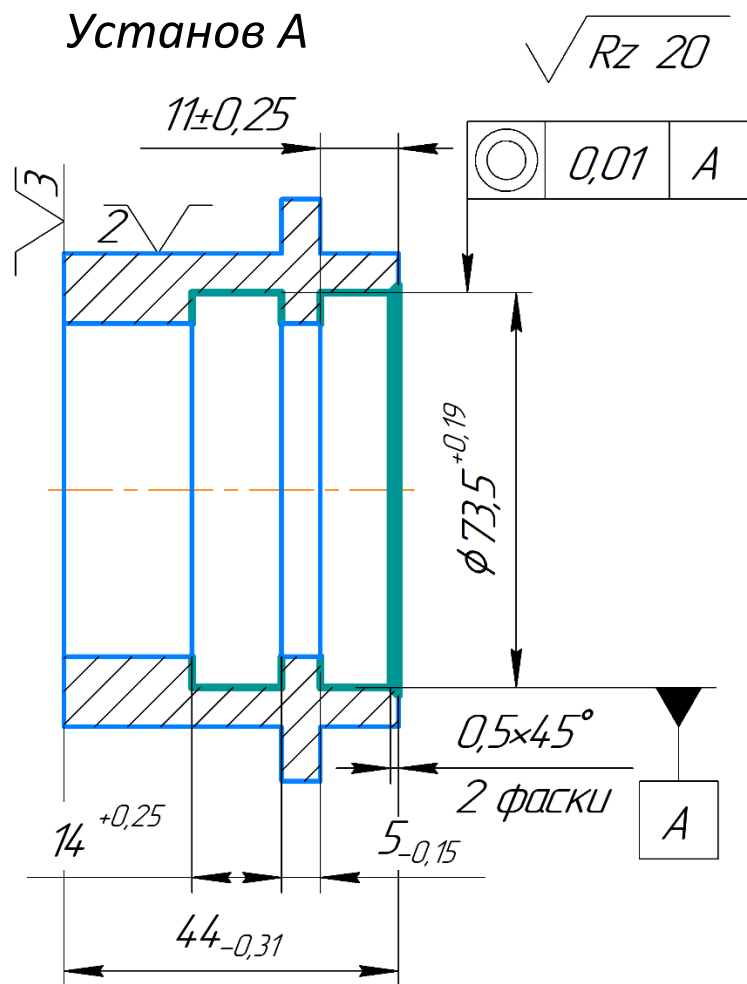
[illegible]

							3	5
				НИ ТПУ	ИШНПТ-4А81013.00.00.00		ИШНПТ 4А8А	
					Токарная ЧПУ			010
				Оборудование, устройство ЧПУ			Особые указания	
				Токарно-фрезерный станок СТХ 1250				
				Кодирование информации, содержание кадра			Кодирование информации, содержание кадра	
				%			N135 X74.893 Z-2.7	
				O3(FILENAME = 03)			N140 G1 Z-0.1643 F0.15	
				N20 G21 G40 G90 G80			N145 G0 Z0.1969	
				N25 G28 U0			N150 G28 U0	
				N30 G28 W550.0			N155 G28 W4.9213	
				(OPERATION: ROUGH FACE ТОРЕЦ)			N160 G28 U0	
				N40 T101			N165 G28 W750.0	
				N45 M8			(OPERATION: FINISH FACE ТОРЕЦ2)	
				N50 G92 S4500			N175 G0 X0. Z0.1969 M8	
				N55 G96 S1400			N180 Z0.1181	
				N60 G0 X109.2 Z4.6 M4			N185 G83 X0 Z-4.0789 Q0472 F0.25	
				N65 X83.2 Z-1.4			N190 G80	
				N70 G1 X54.2 F0.2			N195 G0 Z0.1969	
				N75 Z-1.0			N200 G28 U0	
				N80 X54.907 Z-0.646 F0.5			N205 G28 W4.9213	
				N85 G0 Z3.0			(OPERATION: FINISH TURN ТОЧЕНИЕ3)	
				(OPERATION: ROUGH TURN ТОЧЕНИЕ3)			N215 T404	
				N95 X109.2 Z4.6 T101			N220 G97 S1000 M4	
				N100 G92 S4500			N225 G0 X0. Z0.1969 M8	
				N105 G96 S1450			N230 Z0.1181	
				N110 X114.0 Z1.5			N235 G83 X0 Z-5.6776 Q0945 F0.7	
				(OPERATION: SPOTDRILL ЦЕНТРОВКА)			N240 G80	
				N120 G71 P125 Q150 U0.2 W0.1 F0.09			N245 G0 Z0.1969	
				N125 G1 X73.738 F0.0			N250 G28 U0	
				N130 Z-1.7			N255 G28 W4.9213	
Дубл.	Взам.	Подп.		ККИ				

							6
				НИ ТПУ	ИШНПТ-4А81013.00.00.00		ИШНПТ 4А8А
				Кодирование информации, содержание кадра		Кодирование информации, содержание кадра	
				N260 G92 S4000		N405 G0 Z0.0601	
				N265 G96 S1510		N410 G1 X1.4173	
				N270 X81.2 Z-7.3 M4		N415 Z-4.7962	
				N275 G1 X71.5 F0.08		N420 X1.3386	
				N280 G0 X81.2		N425 X1.3107 Z-4.7823	
				N285 Z-7.4		N430 G0 Z0.0601	
				N290 G1 X71.5		N435 G1 X1.4961	
				N295 G0 X87.6		N440 Z-4.6453	
				N300 G28 U0		N445 X1.4882 Z-4.7962	
				N305 G28 W550.0		N450 X1.4173	
				(OPERATION: ROUGH BORE РАСТОЧКА1)		N455 X1.3895 Z-4.7823	
				N315 Z-4.7962		N460 G0 Z0.0601	
				N320 X1.0236		N465 G1 X1.5748	
				N325 X0.9958 Z-4.7823		N470 Z-3.1293	
				N330 G0 Z0.0601		N475 X1.4961 Z-4.6453	
				N335 G1 X1.1811		N480 X1.4682 Z-4.6314	
				N340 Z-4.7962		N485 G0 Z0.0601	
				N345 X1.1024		N490 G1 X1.6535	
				N350 X1.0745 Z-4.7823		N495 Z-1.6134	
				N355 G0 Z0.0601		N500 X1.5748 Z-3.1293	
				N360 G1 X1.2598		N505 X1.547 Z-3.1154	
				N365 Z-4.7962		N510 G0 Z0.0601	
				N370 X1.1811		N515 G1 X1.7323	
				N375 X1.1533 Z-4.7823		N520 Z-0.0974	
				N380 G0 Z0.0601		N525 X1.6535 Z-1.6134	
				N385 G1 X1.3386		N530 X1.6257 Z-1.5994	
				N390 Z-4.7962		(OPERATION: FINISH BORE РАСТОЧКА1)	
				N395 X1.2598		N540 T505	
				N400 X1.232 Z-4.7823		N545 G92 S5800	
Дубл.	Взам.	Подп.		ККИ			

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

							7	4
				НИ ТПУ	ИШНПТ-4А81013.00.00.00		ИШНПТ 4А8А	
					Фрезерная ЧПУ			030
				Оборудование, устройство ЧПУ			Особые указания	
				Токарно-фрезерный станок СТХ 1250				
				Кодирование информации, содержание кадра			Кодирование информации, содержание кадра	
				%			N135M06(***TOOL CHANGE TO TOOL NUMBER"2"***)	
				N15G00G20G17G4 G4 G80G94			N140G95	
				N20G17G21G94G40G80G90T1(***TOOL CALL***NUMBER"1", DIA=20.0)			N145G90G00G54X0.Y0.S8000M03	
				N25G91G28Z0M6(***TOOL CHANGE***TOOL1)			N150G43H2Z26.0T3	
				N30G90G00G54X-9.5Y0.S5200M03			N155M08	
				N35G43H1Z26.0T2			N160Z2.5	
				N40M08			N165G85R2.5Z-32.5F0.18	
				N45Z2.746			N170G80	
				N50G01Z-0.224F2475.			N175Z26.0	
				N55G02X-9.5Y0.Z-5.232I9.5J0.			N180G91G28Z0M09	
				N60X-9.5Y0.Z-10.241I9.5J0.			N185G00X0.0Y0.0	
				N65X-9.5Y0.Z-15.25I9.5J0.			N190M06(***TOOL CHANGE TO TOOL NUMBER"3"***)	
				N70X9.5Y0.Z-17.754I9.5J0.			N195G94	
				N75G01X2.84F4950.			N200G90G00G54X0.0Y0.0S2800M03	
				N80P401M98			N205G43H7Z26.0T1	
				N85G01X-9.5			N210M08	
				N90G02X-9.5Y0.Z-22.732I9.5J0.F2475.			N215Z3.1	
				N95X-9.5Y0.Z-27.741I9.5J0.			N220G01Z-9.9F1000.	
				N100X-9.5Y0.Z-32.75I9.5J0.			N225X6.64IY2.152 F140.	
				N105X9.5Y0.Z-35.254I9.5J0.			N230G03X5.925Y4.265I-3.807J-0.112	
				N110G01X2.84F4950.			N235X5.925Y4.265I-5.925J-4.265	
				N115P401M98			N240X5.262Y5.06I-5.925J-4.265	
				N120G00Z26.0			N245X3.312Y6.144I-2.746J-2.64	
				N125G91G28Z0M09			N250G01X0.0Y0.0F5000.	
				N130G00X285.0Y410.0			N255G01Z-9.5F1000.	
Дубл.	Взам.	Подп.		ККИ				

							5
				НИ ТПУ	ИШНПТ-4А81013.00.00.00		ИШНПТ 4А8А
				Кодирование информации, содержание кадра		Кодирование информации, содержание кадра	
				N280 X0.7308		N425 X1.3386 Z-0.1457	
				N285 G00 Z1.4469		N430 X0.7874 F8.3	
				N290 X1.3386		N435 G00 Z1.4469	
				N295 Z0.5239		N440 X1.3386	
				N300 G01 Z-0.1334 F6.9		N445 Z0.1181	
				N305 Y0.0566 F13.8		N450 G01 Z-0.1457 F4.1	
				N310 X0.7874		N455 X1.3952 Y0. F8.3	
				N315 G00 Z-0.0667		N460 X0.7308	
				N320 G01 Y0.0025		N465 G00 Z1.4469	
				N325 G03 X0.8413 Y-0.0566 IO.0539 J-0.0049		N470 X1.3386	
				N330 G01 X1.3386		N475 Z0.1181	
				N335 G03 X1.3386 Y0.0566 IO. J0.0566		N480 G01 Z-0.1457 F4.1	
				N340 G01 X0.7874		N485 Y0.0566 F8.3	
				N345 G03 X0.7874 Y-0.0566 IO. J-0.0566		N490 X0.7874	
				N350 G01 X0.8413		N495 Y-0.0271	
				N355 X0.7874 Y0.0566		N500 G03 X0.8512 Y-0.0566 IO.0638 J0.0541 F5.2	
				N360 Y0.0025 Z-0.1334		N505 G01 X1.3386 F8.3	
				N365 G03 X0.8413 Y-0.0566 IO.0539 J-0.0049		N510 G03 X1.3386 Y0.0566 IO. J0.0566 F4.4	
				N370 G01 X1.3386		N515 G01 X0.7874 F8.3	
				N375 G03 X1.3386 Y0.0566 IO. J0.0566		N520 G03 X0.7874 Y-0.0566 IO. J-0.0566 F4.4	
				N380 G01 X0.7874		N525 G01 X0.8512 F8.3	
				N385 G03 X0.7874 Y-0.0566 IO. J-0.0566		N530 X0.861 Y-0.0656	
				N390 G01 X0.8413		N535 G03 X0.8739 Y-0.0689 IO.0129 J0.0238 F4.1	
				N395 G00 Z1.4469		N540 G01 X1.3386 F8.3	
				N400 X1.2402		N545 G03 X1.3386 Y0.0689 IO. J0.0689 F4.8	
				N405 Z0.1181		N550 G01 X0.7874 F8.3	
				N410 G01 Z-0.1322 F4.1		N555 G03 X0.7874 Y-0.0689 IO. J-0.0689 F4.8	
				N415 X1.3386 Z-0.1367		N560 G01 X0.992 F8.3	
				N420 X1.2402 Z-0.1412		N565 G03 X1.0049 Y-0.0656 IO. J0.0271 F4.1	
Дубл.	Взам.	Подп.		ККИ			

[illegible]

[illegible]

							7	4
				НИ ТПУ	ИШНПТ-4А81013.00.00.00		ИШНПТ 4А8А	
					Фрезерная ЧПУ			030
				Оборудование, устройство ЧПУ			Особые указания	
				Токарно-фрезерный станок СТХ 1250				
				Кодирование информации, содержание кадра			Кодирование информации, содержание кадра	
				%			N135M06(***TOOL CHANGE TO TOOL NUMBER"2"***)	
				N15G00G20G17G4 G4 G80G94			N140G95	
				N20G17G21G94G40G80G90T1(***TOOL CALL***NUMBER"1", DIA=20.0)			N145G90G00G54X0.Y0.S8000M03	
				N25G91G28Z0M6(***TOOL CHANGE***TOOL1)			N150G43H2Z26.0T3	
				N30G90G00G54X-9.5Y0.S5200M03			N155M08	
				N35G43H1Z26.0T2			N160Z2.5	
				N40M08			N165G85R2.5Z-32.5F0.18	
				N45Z2.746			N170G80	
				N50G01Z-0.224F2475.			N175Z26.0	
				N55G02X-9.5Y0.Z-5.232I9.5J0.			N180G91G28Z0M09	
				N60X-9.5Y0.Z-10.241I9.5J0.			N185G00X0.0Y0.0	
				N65X-9.5Y0.Z-15.25I9.5J0.			N190M06(***TOOL CHANGE TO TOOL NUMBER"3"***)	
				N70X9.5Y0.Z-17.754I9.5J0.			N195G94	
				N75G01X2.84F4950.			N200G90G00G54X0.0Y0.0S2800M03	
				N80P401M98			N205G43H7Z26.0T1	
				N85G01X-9.5			N210M08	
				N90G02X-9.5Y0.Z-22.732I9.5J0.F2475.			N215Z3.1	
				N95X-9.5Y0.Z-27.741I9.5J0.			N220G01Z-9.9F1000.	
				N100X-9.5Y0.Z-32.75I9.5J0.			N225X6.64IY2.152 F140.	
				N105X9.5Y0.Z-35.254I9.5J0.			N230G03X5.925Y4.265I-3.807J-0.112	
				N110G01X2.84F4950.			N235X5.925Y4.265I-5.925J-4.265	
				N115P401M98			N240X5.262Y5.06I-5.925J-4.265	
				N120G00Z26.0			N245X3.312Y6.144I-2.746J-2.64	
				N125G91G28Z0M09			N250G01X0.0Y0.0F5000.	
				N130G00X285.0Y410.0			N255G01Z-9.5F1000.	
Дубл.	Взам.	Подп.		ККИ				

							5
				НИ ТПУ	ИШНПТ-4А81013.00.00.00		ИШНПТ 4А8А
				Кодирование информации, содержание кадра		Кодирование информации, содержание кадра	
				N280 X0.7308		N425 X1.3386 Z-0.1457	
				N285 G00 Z1.4469		N430 X0.7874 F8.3	
				N290 X1.3386		N435 G00 Z1.4469	
				N295 Z0.5239		N440 X1.3386	
				N300 G01 Z-0.1334 F6.9		N445 Z0.1181	
				N305 Y0.0566 F13.8		N450 G01 Z-0.1457 F4.1	
				N310 X0.7874		N455 X1.3952 Y0. F8.3	
				N315 G00 Z-0.0667		N460 X0.7308	
				N320 G01 Y0.0025		N465 G00 Z1.4469	
				N325 G03 X0.8413 Y-0.0566 IO.0539 J-0.0049		N470 X1.3386	
				N330 G01 X1.3386		N475 Z0.1181	
				N335 G03 X1.3386 Y0.0566 IO. J0.0566		N480 G01 Z-0.1457 F4.1	
				N340 G01 X0.7874		N485 Y0.0566 F8.3	
				N345 G03 X0.7874 Y-0.0566 IO. J-0.0566		N490 X0.7874	
				N350 G01 X0.8413		N495 Y-0.0271	
				N355 X0.7874 Y0.0566		N500 G03 X0.8512 Y-0.0566 IO.0638 J0.0541 F5.2	
				N360 Y0.0025 Z-0.1334		N505 G01 X1.3386 F8.3	
				N365 G03 X0.8413 Y-0.0566 IO.0539 J-0.0049		N510 G03 X1.3386 Y0.0566 IO. J0.0566 F4.4	
				N370 G01 X1.3386		N515 G01 X0.7874 F8.3	
				N375 G03 X1.3386 Y0.0566 IO. J0.0566		N520 G03 X0.7874 Y-0.0566 IO. J-0.0566 F4.4	
				N380 G01 X0.7874		N525 G01 X0.8512 F8.3	
				N385 G03 X0.7874 Y-0.0566 IO. J-0.0566		N530 X0.861 Y-0.0656	
				N390 G01 X0.8413		N535 G03 X0.8739 Y-0.0689 IO.0129 J0.0238 F4.1	
				N395 G00 Z1.4469		N540 G01 X1.3386 F8.3	
				N400 X1.2402		N545 G03 X1.3386 Y0.0689 IO. J0.0689 F4.8	
				N405 Z0.1181		N550 G01 X0.7874 F8.3	
				N410 G01 Z-0.1322 F4.1		N555 G03 X0.7874 Y-0.0689 IO. J-0.0689 F4.8	
				N415 X1.3386 Z-0.1367		N560 G01 X0.992 F8.3	
				N420 X1.2402 Z-0.1412		N565 G03 X1.0049 Y-0.0656 IO. J0.0271 F4.1	
Дубл.	Взам.	Подп.		ККИ			

										6
				НИ ТПУ	ИШНПТ-4А81013.00.00.00			ИШНПТ 4А8А		
				Кодирование информации, содержание кадра		Кодирование информации, содержание кадра				
				N370G95		%				
				N375G90G00G54X0.Y0.S2025M03						
				N380G43H4Z26.0T6						
				N385M08						
				N390Z-55.5						
				N395G83R-55.5Z-69.444Q9.8F0.31						
				N400G80						
				%						
Дубл.	Взам.	Подп.								
				ККИ						

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

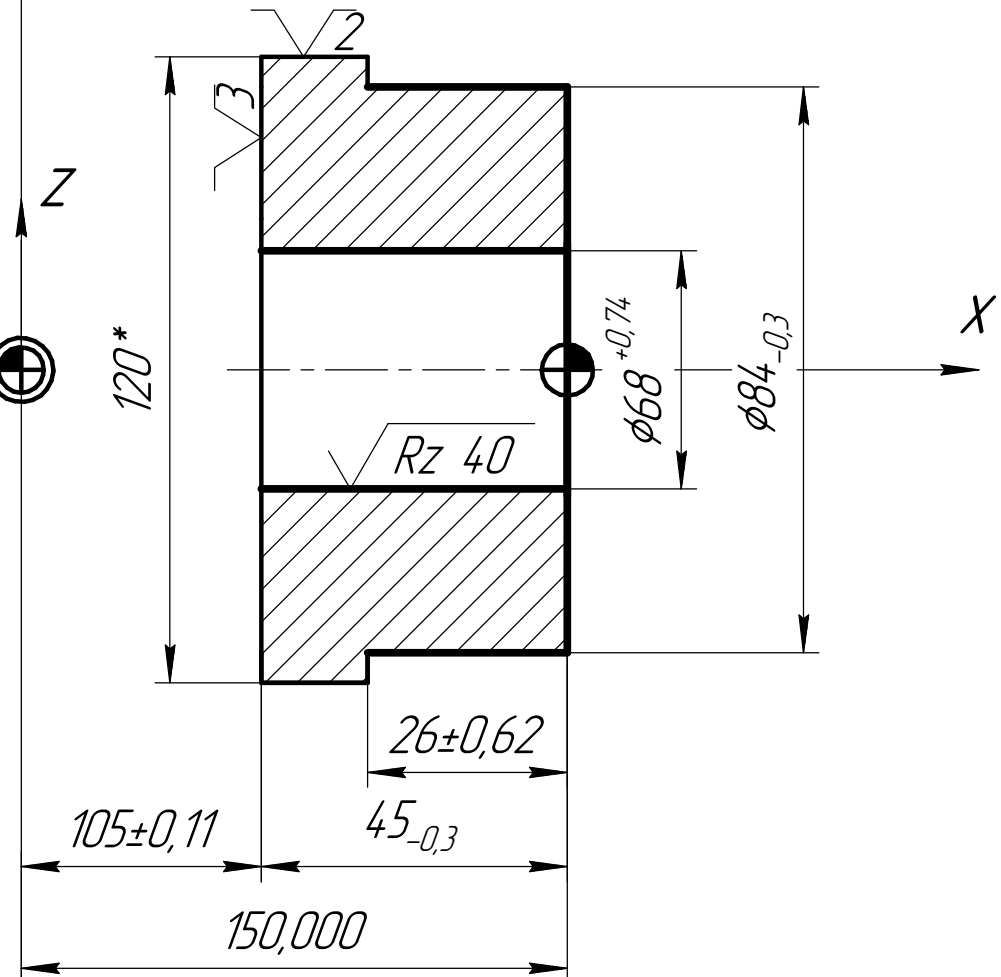
Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.

ИШНПТ-4А81012.00.00.01

350,000

Установ А

300,000



ПИ5

Wz=60±0,05

Wx=240±0,1

ПИ1

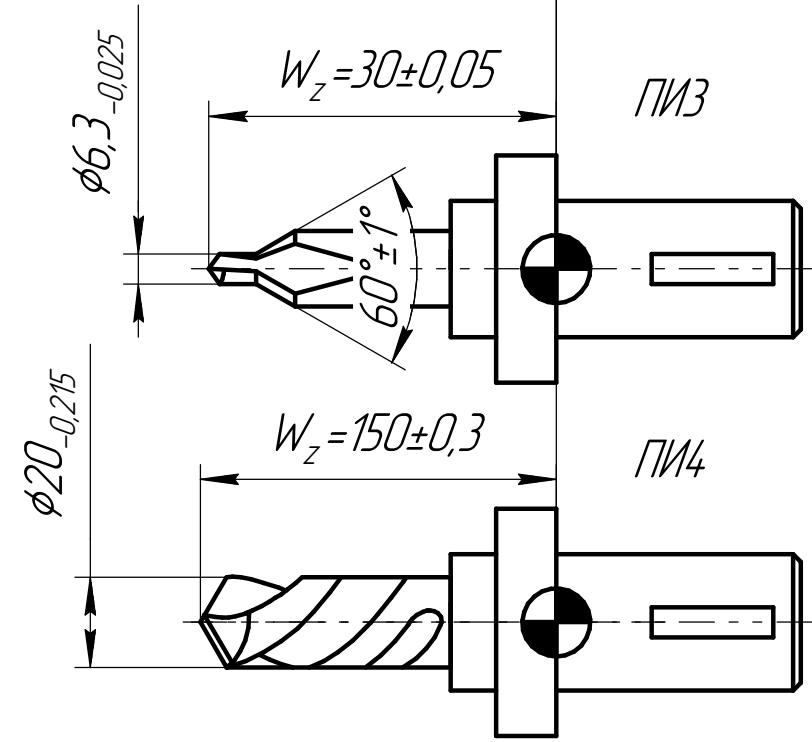
Wz=135±0,1

Wx=55±0,05

ПИ2

Wz=135±0,1

Wx=60±0,05



ПИ3

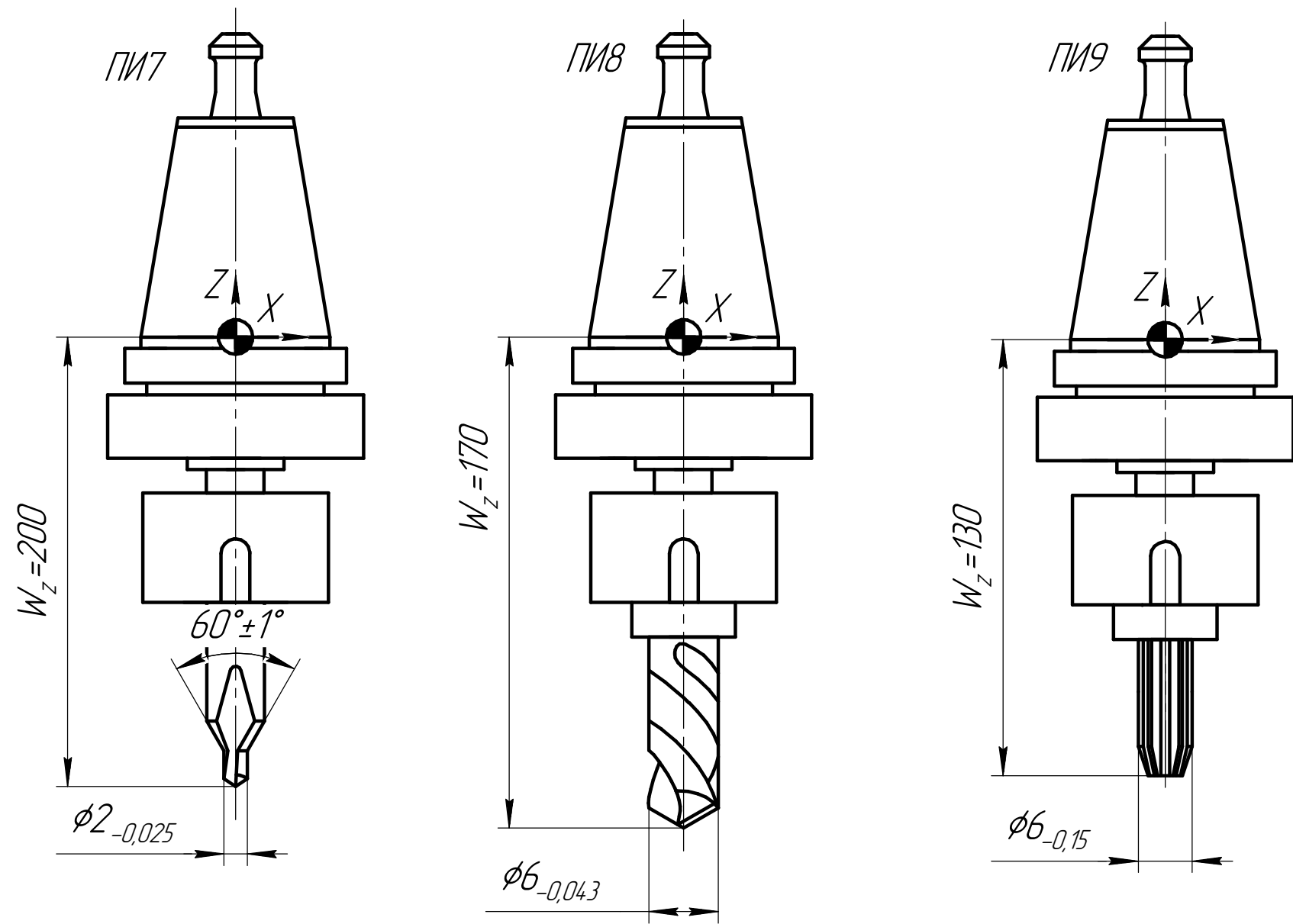
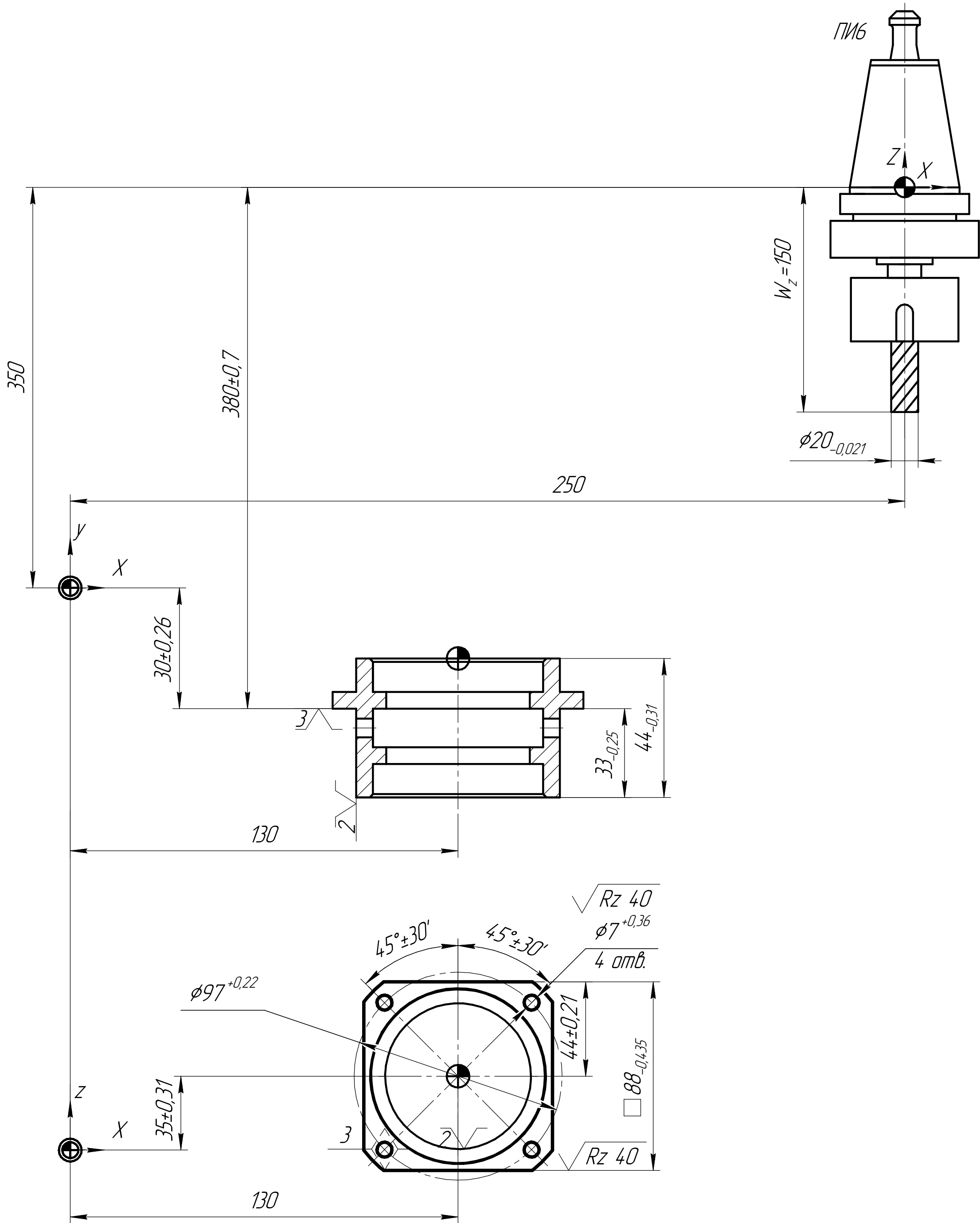
Wz=30±0,05

Wz=150±0,3

ПИ4

- ⊕ - Ноль станка
- ⊙ - Ноль детали
- ⊗ - Ноль инструмента

ИШНПТ-4А81012.00.00.01				Карта наладки для токарной операции			Лит.	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Разраб.	Салтангазин Е.			1:1
Пров.	Должиков В.П.				Т.контр.				
Н.контр.					Утв.				
ТПУ ИШНПТ							Лист 1		
Группа 4А8А							Формат А3		



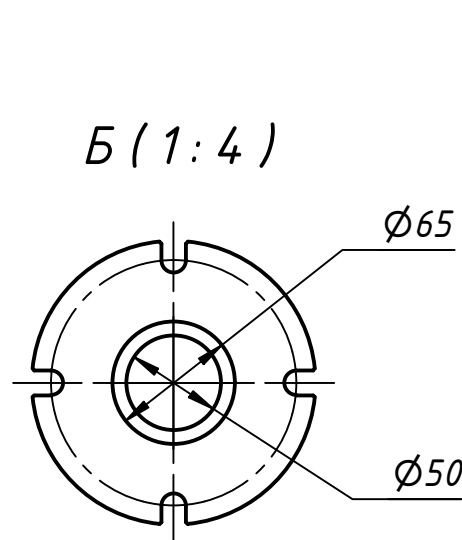
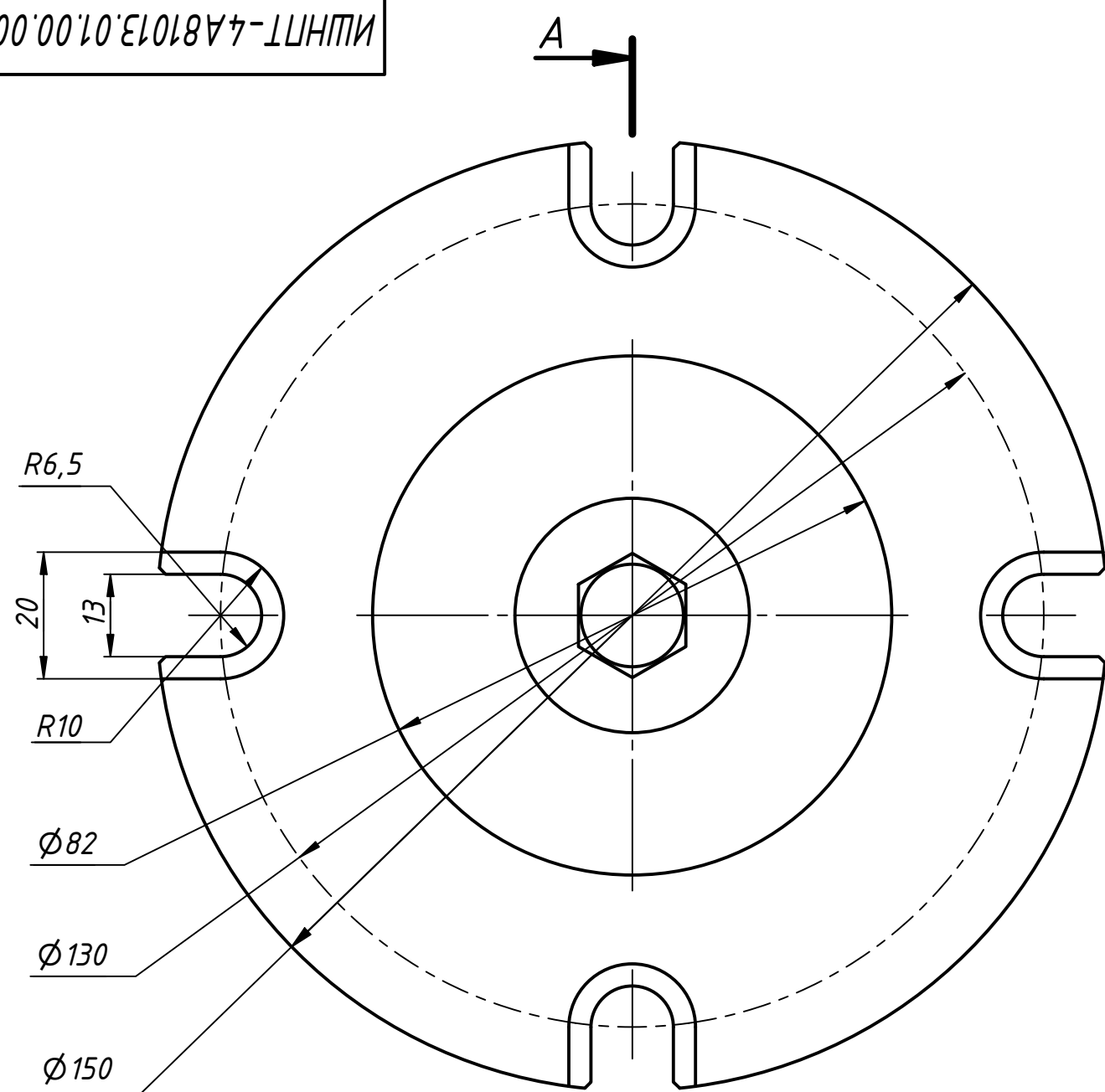
- ⊕ - Нуль станка
- ⊕ - Нуль детали
- ⊕ - Нуль инструмента

*Размер для справок

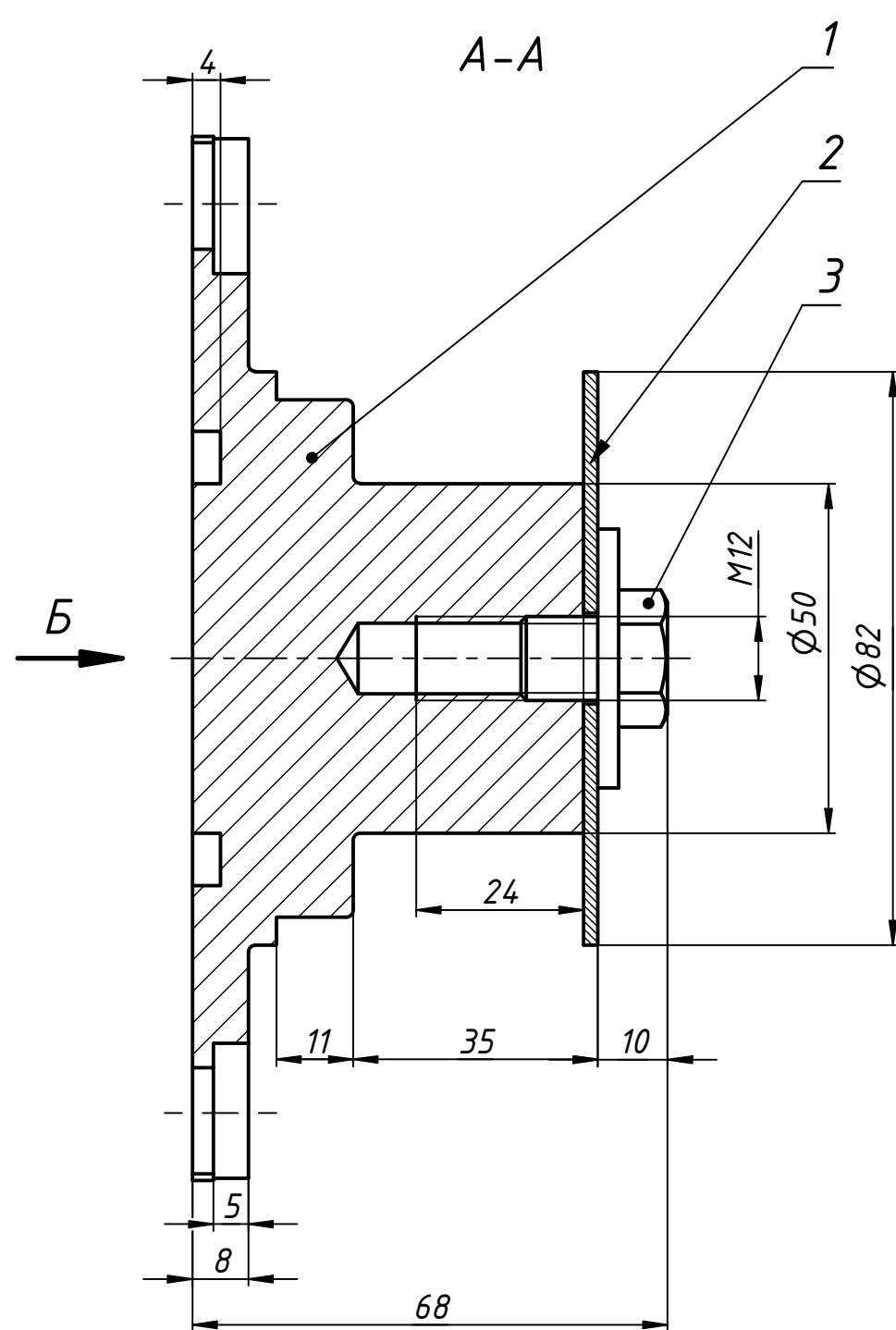
ИШНПТ-4А 71006.00.00.03				Лит.	Масса	Масштаб
Карта наладки для фрезерной операции				Д		1:1
Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Листов	1
Разраб.	Кожеевников П.А.			ТПУ ИШНПТ		
Проб.	Анисимова М.А.			Группа 4А 7А		
Т.контр.				Формат А2		
Н.контр.						
Утв.						

Приложение В

Специальное приспособление



Технические требования:
1. Перед установкой детали убедиться в отсутствии загрязнения и стружки на установочных поверхностях.



Технические характеристики:
1. Сила затяжки винта $F=1898\text{ Н}$.
2. Общие допуски по ГОСТ 30893.1: H14, h14, $\pm IT14/2$.

					ИШНПТ-4А81013.01.00.00 СБ				
					Специальное приспособление Сборочный чертёж	Лит.		Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		У		0,4	1:1
Разраб.		Солтангазин		12.01.2022					
Пров.		Черкасов А.И.							
Т. контр.									
Нач.отд.						Лист		Листов 1	
Н. контр.						ТПУ		ИШНПТ	
Утв.						Группа		4А8А	

Перв. примен.	Справ. №	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание											
		А3				Документация													
					1	ИШНПТ-4А81012.01.00.01	Корпус	1											
					2	ИШНПТ-4А81013.01.00.02	Шайба	1											
					5		Болт А М12х14	1											
							ГОСТ 15591-70												
					4		Шайба 13 ГОСТ 6958-78												
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.																
									Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИШНПТ-4А81012.01.00.00 СБ	Специальное приспособление	Лит. Лист Листов Д 1 1				
																Разраб. Салтангазин Е.	Пров. Анисимова М.А.	ТПУ ИШНПТ Группа 4А8А	
																			Н.контр.
Не для коммерческого использования					Копировал			Формат А4											