

Школа ИШНПТ (Инженерная школа новых производственных технологий)

Направление подготовки 15.03.01 – Машиностроение

Отделение школы (НОЦ) материаловедение

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ «СЕПАРАТОР-СТУПИЦА»

УДК 621.81.002-214:658.512

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4A51	Малышев Алексей Вадимович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ ИШНПТ	Ефременков Егор Алексеевич	К.Т.Н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОМ ИШНПТ	Ефременкова Светлана Константиновна			

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель кафедры ООД ШБИП	Скачкова Лариса Александровна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ ИШНПТ	Ефременков Егор Алексеевич	К.Т.Н.		

Результаты обучения

Код результата	Результат обучения
Общекультурные компетенции	
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P7	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства
P8	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
P10	Способность осваивать вводимое новое оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования и конструкций строительно-монтажных объектов, в случае необходимости обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.
P11	Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных и строительно-монтажных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении и строительстве, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.
P12	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий.

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

Школа ИШНПТ (Инженерная школа новых производственных технологий)
Направление подготовки (специальность) 15.03.01 – Машиностроение
Отделение школы (НОЦ) материаловедение

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
4A51	Малышеву Алексею Вадимовичу

Тема работы:

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ «СЕПАРАТОР-СТУПИЦА»		
Утверждена приказом директора (дата, номер)	06.05.2019	№3480/С

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	- Чертеж детали - Производственная программа выпуска детали – 300 шт/год
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>	- Проектирование технологического процесса изготовления детали - Социальная ответственность - Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	- Чертежи детали и заготовки - Карты наладок

	3. Чертеж специального приспособления
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Скаковская Н.В.
«Социальная ответственность»	Скачкова Л.А.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

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

Задание выдал руководитель/консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОМ ИШНПТ	Ефременкова Светлана Константиновна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А51	Малышев Алексей Вадимович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
4A51	Малышеву Алексею Вадимовичу

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

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Материально-технические ресурсы: компьютер (50000р); лицензия КОМПАС-3D: Механика v18 (1 год - 2500р); лицензия САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ (1 год – 10000р); энергетические ресурсы: электрическая энергия (3,42р/КВт·ч).
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	5%расходы на совершение сделки купли-продажи; 10% прочие расходы; 1,3 районный коэффициент.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	НДС – 20%; Затраты на единый социальный налог (ЕСН) – 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Организация и планирование работ	Организация и планирование работ; продолжительность этапов работ
2. Расчет сметы затрат на выполнение проекта	Расчет заработной платы; расчет затрат на: материалы, социальный налог, электроэнергию; расчет амортизационных расходов; расчет: прочих расходов, себестоимости разработки, прибыли, НДС; цена разработки НИР (научно исследовательской работы).
3. Оценка экономической эффективности проекта	Определение срока окупаемости инвестиций (PP – payback period);

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. График Ганта (Линейный график работ)

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4A51	Малышев Алексей Вадимович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
4A51	Малышеву Алексею Вадимовичу

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

Тема ВКР:

Проектирование технологического процесса изготовления детали «Сепаратор-ступица»	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является производственный технологический процесс изготовления детали «Сепаратор-ступица», применяемой в конструкции волнового редуктора.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: — специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; — организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Условия труда должны отвечать всем требованиям международных стандартов в области охраны труда, техническим требованиям и санитарным нормам СанПиН 2.2.4.548-96, ГОСТ 12.1.003-2014 «ССБТ», СанПиН 2.2.4/2.1.8.582-96, СНиП 2.07.01-89*, СНиП II-89-80* и ТКРФ от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019)
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Движущиеся машины и механизмы; повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны; повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования; повышенные уровни шума и вибрации на рабочих местах; недостаточная освещенность рабочей зоны; острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования, электрический ток.
3. Экологическая безопасность:	Источник загрязнения атмосферы: испарения использованной смазочно-охлаждающей жидкости для механической обработки детали
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возможная и наиболее типичная чрезвычайная ситуация - пожар

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель кафедры ООД ШБИП	Скачкова Лариса Александровна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4A51	Малышев Алексей Вадимович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа в размере 157 с., 15 рис., 20 табл., 35 источников, 4 приложений.

Ключевые слова: сепаратор-ступица, анализ технологичности, проектирование технологического процесса, базирование, специальная оправка.

Тема ВКР: Проектирование технологического процесса изготовления детали «Сепаратор-ступица».

Цель работы: проектирование технологической подготовки производства детали «Сепаратор-ступица».

ВКР состоит из трех разделов: Проектирование технологического процесса изготовления детали; Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; Социальная ответственность.

Раздел «Проектирование технологического процесса» содержит в себе: анализ технологичности конструкции детали, спроектированный технологический процесс изготовления детали, подобранные средства технологического оснащения, инструменты, рассчитанные режимы резания, разработанные управляющие программы для станков с ЧПУ, спроектированный гибкий производственный модуль.

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

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

Степень внедрения: полученные результаты могут применяться в мелкосерийном производстве.

Область применения: машиностроение.

Abstract

The final qualifying work contains explanatory note on 157 pages, 1 sheet of the graphical part of A3 format, 1 sheets on A3x3 format.

Key words: Hub-separator, manufacturability analysis, manufacturing process project, basing, device.

The theme of bachelor qualification work: «Designing the technological process of manufacturing parts «Hub-separator »».

The purpose of this final work is to develop efficient manufacturing process. This manufacturing process is used: high-performance equipment with CNC; modern cutting tool; special and universal devices, that allow to reduce the laboriousness and the time spent on the production of part.

In the course of the realization of the final qualifying work, the following sections were considered: Designing the technological process of manufacturing the part; Financial management, resource efficiency and resource conservation; Social responsibility.

The following stages were considered in the section of «Process Design»: processability analysis; the design of the technological route and operations; dimensional analysis; developed control programs for CNC machines; developed a special device; FMM scheme proposed.

In the section «Social responsibility», the harmful factors inherent in this technological process were reviewed, the most probable state of emergency was selected and measures for its elimination were developed.

In the section “Financial Management, Resource Efficiency and Resource Saving”, the cost of developing a technological process is calculated.

Обозначения, сокращения, нормативные ссылки

ЧПУ – числовое программное управление

ГПМ – гибкий производственный модуль

ВКР – выпускная квалификационная работа

ТП – технологический процесс

СПИД – станок, приспособление, инструмент, деталь

УЧПУ – устройство с числовым программным управлением

НИР – научно-исследовательская работа

ГОСТ 1133-71 Сталь кованая круглая и квадратная. Сортамент

ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).

Опасные и вредные производственные факторы. Классификация

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

Шум. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.1.009-2017 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).

Электробезопасность. Термины и определения

ГОСТ 12.3.002-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).

Процессы производственные. Общие требования безопасности

ГОСТ 14.201-83 Обеспечение технологичности конструкции изделий.

Общие требования (с Изменением N 1)

ГОСТ 14.205-83 Технологичность конструкции изделий. Термины и определения (с Изменением N 1)

ГОСТ 17.2.3.02-2014 Правила установления допустимых выбросов загрязняющих веществ промышленными предприятиями

ГОСТ 25347-82 Основные нормы взаимозаменяемости. ЕСДП. Поля допусков и рекомендуемые посадки (с Изменением N 1)

ГОСТ 2590-2006 Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый. Сортамент

ГОСТ 3.1109-82 Единая система технологической документации (ЕСТД). Термины и определения основных понятий (с Изменением N 1)

ГОСТ 3.1404-86 Единая система технологической документации (ЕСТД). Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием

ГОСТ 31.0000.01-90 Технологическая оснастка. Основные положения

ГОСТ 4543-71 Прокат из легированной конструкционной стали. Технические условия (с Изменениями N 1, 2, 3, 4, 5)

ГОСТ 6636-69. Основные нормы взаимозаменяемости. Нормальные линейные размеры (с Изменениями N 1, 2)

ГОСТ 9.032-74 Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Покрытия лакокрасочные. Группы, технические требования и обозначения (с Изменениями N 1-4)

ГОСТ 9.303-84 Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Общие требования к выбору (с Изменениями N 1, 2, 3, 4)

ГОСТ 9.306-85 Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Обозначения (с Изменениями N 1, 2, 3)

Статья 37 Конституции Российской Федерации

ТК РФ Статья 117. Ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда

ТК РФ Статья 147. Оплата труда работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда

ТК РФ Статья 213. Медицинские осмотры некоторых категорий работников

ТК РФ Статья 219. Право работника на труд в условиях, отвечающих требованиям охраны труда

ТК РФ Статья 221. Обеспечение работников средствами индивидуальной защиты

ТК РФ Статья 222. Выдача молока и лечебно-профилактического питания

ТК РФ Статья 92. Сокращенная продолжительность рабочего времени

Федеральный закон от 17.12.2001 N 173-ФЗ "О трудовых пенсиях в Российской Федерации" Статья 27. Сохранение права на досрочное назначение трудовой пенсии

Федеральный закон от 17.12.2001 N 173-ФЗ "О трудовых пенсиях в Российской Федерации" Статья 28. Сохранение права на досрочное назначение трудовой пенсии отдельным категориям граждан

Содержание

Введение	14
1. Проектирование технологического процесса изготовления детали	16
1.1. Анализ технологичности конструкции.....	16
1.2. Обеспечение эксплуатационных свойств детали	21
1.3. Способ получения заготовки.....	22
1.4. Проектирование технологического маршрута	25
1.5. Расчет припусков на обработку	33
1.6. Проектирование технологических операций	36
1.6.1. Выбор средств технологического оснащения	47
1.6.2. Уточнение содержания переходов.....	52
1.6.3. Выбор и расчет режимов резания	55
1.6.4. Нормирование технологических переходов.....	57
1.7. Разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ	60
1.8. Размерный анализ технологического процесса.....	60
1.9. Техничко-экономические показатели технологического процесса ...	61
1.10. Проектирование средств технологического оснащения.....	63
1.10.1. Обоснование выбора схемы приспособления	63
1.11. Проектирование гибкой производственной системы (модуля).....	65
Заключение	68
2. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	69
2.1. Организация и планирование работ.....	69
4.1.2. Продолжительность этапов работ.....	70
2.2. Расчет сметы затрат на выполнение проекта	77
2.2.1. Расчет затрат на материалы.....	77
2.2.2. Расчет заработной платы	78
2.2.3. Расчет затрат на социальный налог	80
2.2.4. Расчет затрат на электроэнергию.....	80
2.2.5. Расчет амортизационных расходов.....	81
2.2.6. Расчет прочих расходов.....	82
2.2.7. Расчет общей себестоимости разработки	82
2.2.8. Расчет прибыли	83

2.2.9. Расчет НДС.....	83
2.2.10. Цена разработки НИР	83
2.3. Оценка экономической эффективности проекта.....	84
2.3.1. Определение срока окупаемости инвестиций (PP – payback period)	86
Заключение	89
3. Социальная ответственность	90
3.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	90
3.2. Производственная безопасность	92
3.2.1. Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	95
3.2.2. Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на работающего	96
3.3. Экологическая безопасность	98
3.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	98
Заклучение	101
Список литературы	102
Приложение А	106
Приложение Б.....	107
Приложение В	108
Приложение Г	109
Приложение Д	110

Введение

Машиностроение – крупная и важная отрасль промышленности, которая определяет не только уровень научно-технического развития страны, но и уровень развития страны в целом. Именно эта отрасль снабжает остальные отрасли оборудованием, приборами и другими средствами технического оснащения, а население – предметами потребления.

С каждым годом объем массовости производства падает, а изделия становятся все сложнее в конструкторском и технологическом исполнении, что приводит к увеличению трудоемкости изготовления изделий. На машиностроительных предприятиях большое внимание уделяется вопросам интенсификации производственных процессов, в том числе повышению эффективности механообрабатывающих производств (1).

Снижение массовости производства обусловлено необходимостью индивидуального подхода практически к каждому заказчику если не в масштабе проекта, то как минимум в масштабе отдельной детали, а также постоянным требованиям обновления и улучшения изделия. Это так же подводит к проблеме усложнения конструкций изделий, что приводит к росту трудоемкости механообработки, а также применением труднообрабатываемых материалов, таких как титановые сплавы и высокопрочные стали. Так же к усложнению конструкции отдельных деталей связано со стремлением конструкторов возложить на деталь максимум функционала и сократить количество деталей в изделии. Например, в данной курсовой работе рассмотрена деталь «Сепаратор-ступица», которая, как понятно из названия, несет на себе функцию и сепаратора, и ступицы.

В настоящее время изготовление деталей машин в значительной мере связано с механообработкой. В зависимости от типа производства удельный вес механообработки составляет 30-70%. Проектирование технологических процессов механообработки связано с определенными трудностями: в

каждом случае необходимо решать многокритериальные задачи со многими параметрами (2).

Целью ВКР является проектирование технологического процесса изготовления детали «Сепаратор-ступица». В данной работе будут рассматриваться следующие этапы: анализ технологичности, проектирование технологического процесса, средств дополнительного оснащения (приспособления) и гибкой производственной системы.

Важной частью проектирования ТП будет разработка управляющих программ обработки детали на станках с ЧПУ, оформление технологической документации, расчет припусков на механическую обработку, разработка карт наладки и расчетно-технологических карт.

В разделе финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения будут приведены затраты на проектирование технологического процесса изготовления детали.

В разделе социальной ответственности будут рассмотрены вероятные вредные производственные факторы, присутствующие на проектируемом производстве, а также методы их устранения или снижения последствий их действия на рабочих.

1. Проектирование технологического процесса изготовления детали

1.1. Анализ технологичности конструкции

Согласно ГОСТ 14.201-83 *обеспечение технологичности конструкции изделия* – функция подготовки производства, предусматривающая взаимосвязанное решение конструкторских и технологических задач, направленных на повышение производительности труда, достижение оптимальных трудовых и материальных затрат и сокращение времени на производство, в том числе и монтаж вне предприятия-изготовителя, техническое обслуживание и ремонт изделия.

В рамках выполненной курсовой работы изучены: конструктивные особенности детали и особенности выполнения конструктивных элементов детали, определены конструкторские базы детали; изучены технические требования, проведена оценка качества поверхностей изделия и изучены допуски расположения поверхностей изделия; марка материала и возможность обработки его резанием.

Деталь – «Сепаратор-ступица». Марка материала детали – «40Х ГОСТ 4543-2016». Область применения – ориентирование и исключение соприкосновения тел качения в редукторах с промежуточными телами качения. Основную нагрузку изделие испытывает в местах расположения роликов (в отверстиях по диаметру). Деталь имеет высокую сложность конструкции.

Согласно пособия (3) масса рассчитывается по формуле:

$$m = \rho \cdot V; \quad (1)$$

Где m – масса готовой детали, кг;

ρ – плотность материала 40Х, кг/м³;

V – объем готовой детали, м³

Исходя из данных ГОСТ 2590-2006 и формулы (1) можно найти плотность материала 40Х по формуле:

$$\rho = \frac{m \cdot 10000}{S} = \frac{222,570 \cdot 10000}{283,529} = 7849,99 \text{ кг/м}^3; \quad (2)$$

где ρ – плотность материала, кг/м³;

m – масса одного метра длинны проката по ГОСТ 2590-2006, кг/м;

S – площадь поперечного сечения по ГОСТ 2590-2006, см².

Возвращаясь обратно в формуле (1) можно рассчитать массу готовой детали. Объем V готовой детали складывается из объемов цилиндрических поверхностей детали, за вычетом объемов канавок, впадин шлица, отверстий и окон на наружной поверхности детали. Для упрощения расчета объем V готовой детали рассчитан с помощью программы САПР АСКОН «КОМПАС 3D» и равен $V=0,000844289 \text{ м}^3$. Значит согласно формуле (1) масса готовой детали равна

$$m = 7849,99 \cdot 0,000843 = 6,62 \text{ кг};$$

Масса детали рассчитанная с помощью САПР АСКОН «КОМПАС 3D» – 6,63 кг, исходя из плотности материала и объема твердотельной модели (Рисунок 1).

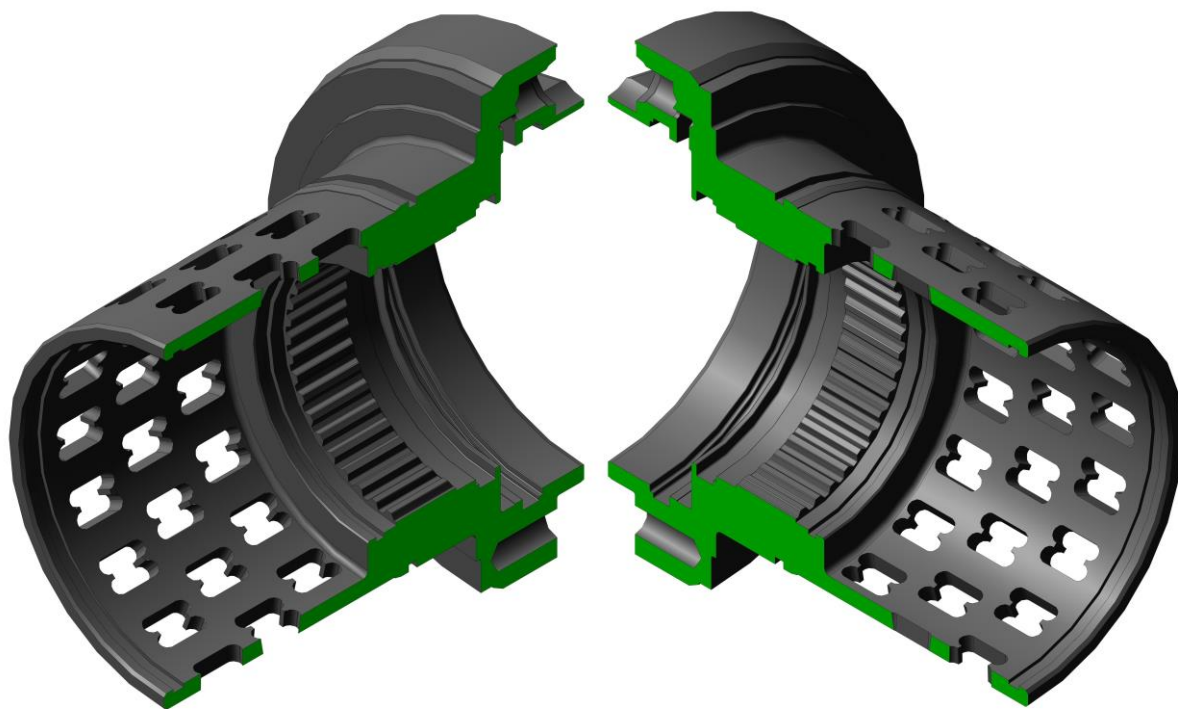


Рисунок 1 – Твердотельная модель детали "Корпус"

Согласно ГОСТ 14.205-83 *технологичность конструкции* – это совокупность свойств конструкции изделия, определяющих ее приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, техническом обслуживании и ремонте для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ.

На технологичность конструкции детали влияют как технические факторы (точность, форма и размеры, шероховатость, базы и т.п.), так и организация производства (серийность производства).

Согласно ГОСТ 14.201-83 устанавливается ряд показателей технологичности конструкции изделия:

- 1) деталь должна быть правильной геометрической формы, обеспечивающей возможность ее полной обработки от одной базы;
- 2) необходимо избегать разнообразия размеров отверстий и резьбы;
- 3) конструкция детали должна предусматривать небольшое количество обрабатываемых поверхностей, сопрягаемых с другими деталями;
- 4) допуски на размеры точных деталей не должны усложнять технологию производства.

Исходя из чертежа (приложение А) «Сепаратор-ступица» имеет сквозное отверстие ступенчатой формы с пятью канавками и зубчатый венец ($m=2$, $a=30^\circ$, $z=44$). Так же деталь имеет двадцать два глухих отверстия по правому торцу, девятнадцать из которых с резьбой (М12-6Н), одно отверстие технологическое ($\varnothing 6H12$) и еще одно отверстие с цековкой ($\varnothing 24 \times 0,5$), фасками (3 мм, 15° и $0,9 \times 45^\circ$) и резьбой (М14 $\times$ 1,5-Н6), в котором находится еще одно отверстие, несоосное ему ($\varnothing 3$), которое выходит в профрезерованный паз (R16,25). Так же внешний диаметр имеет ступенчатую форму, канавку и пятьдесят одно отверстие сложного профиля под ролики, расположенные в три ряда со смещением 120° .

Минимальная шероховатость Ra 0,4 имеется на одной полированной поверхности (Ø180H9).

В технических требованиях чертежа имеются: закалка до 42...47 HRC, азотирование на глубину h 0,15...0,2 мм с твердостью поверхностного (азотированного) слоя 550...750 HV и покрытие Хим. Окс. прм площадью 16,1 дм². Согласно ГОСТ 9.303-84 это защитное покрытие.

При обработке детали используются операции точения, фрезерования, сверления, зубодолбления, нарезания резьбы, шлифования и полирования. Форма заготовки обеспечивает свободный доступ инструмента, что повышает ее технологичность.

При обработке применяются: трехкулачковый патрон, тиски, поворотный стол и другие приспособления.

Согласно чертежу детали (приложение А) деталь изготовлена из материала марки 40Х по ГОСТ 4543-2016. Это конструкционная легированная сталь достаточно широко применяется в машиностроении, благодаря комбинации своих прочностных свойств и дешевизны изготовления. Состав материала 40Х приведен в таблице 1 согласно ГОСТ 4543-2016.

Таблица 1 – Химический состав материала 40Х ГОСТ 4543-2016

Химический элемент	Массовая доля, %
Железо, Fe	0,50
Углерод, C	0,36-0,44
Кремний, Si	0,17-0,37
Марганец, Mn	0,5-0,8
Хром, Cr	0,8-1,1
Фосфор, P	до 0,035
Сера, S	до 0,035
Медь, Cu	до 0,3
Никель, Ni	до 0,3

Сталь – сплав железа с углеродом. Этот материал нашел широкое применение в машиностроении за счет своих достаточно высоких механических характеристик и дешевизны. Далее приведены элементы, входящие в состав стали с их влиянием на механические свойства материала.

Углерод (C), как одно из основных составляющих стали, определяет структуру и свойства стали. Увеличение его содержания в стали приводит к повышению прочности и понижению пластичности. Повышает порог хладноломкости и уменьшает ударную вязкость. Так же существенно влияние углерода вязкость стали (4).

Марганец (Mn) вводится в сталь для ее раскисления (устранения вредных примесей закиси железа). Так же он устраняет влияние вредных сернистых соединений железа. Этот элемент заметно повышает прочность (4).

Кремний (Si) так же раскисляет сталь, как и марганец и влияет на механические свойства стали аналогичным образом (4).

Фосфор (P) вызывает хладноломкость (температуру перехода в хрупкое состояние). Так же приводит к росту хрупкости стали, что облегчает ее обрабатываемость, а в присутствии меди (Cu) повышает сопротивление коррозии (4).

Сера (S) приводит к красноломкости (хрупкости в районе температур красного каления). Так же в процессе горячей обработки соединение серы с железом, из-за расположения последней вокруг зерен, может привести к надрывам и трещинам (4).

Медь (Cu) способствует повышению хладноломкости (4).

Легирование стали никелем (Ni) приведет к низкому порогу хладноломкости и высоким пластическим свойствам, но это значительно увеличит стоимость материала. Альтернативным легирующим элементом является хром (Cr).

Сталь 40Х – сплав железа с углерода, легированный хромом. Материал относится к сталям высокой прочности и вязкости. Применяется для изготовления различных нагруженных деталей, подвергающихся закалке и

отпуску. Обрабатываемость резанием хорошая после закалки. Свариваемость удовлетворительная (5).

Анализируя деталь с точки зрения технологичности можно выделить следующие положительные моменты:

- + средние габариты (180x171 мм) изделия;
- + более-менее свободные допуски формы и расположения в изделии (до 0,04);
- + хорошо обрабатываемый материал (Сталь 40Х).

Отрицательными моментами являются такие факторы как:

- достаточно большой заготовки (39,4 кг), требующий применения дополнительных подъемных механизмов
- поверхности с высоким требованием шероховатости (Ra 0,04 и Ra 0,08);
- сложность формы изделия, большое количество канавок, некоторые из которых имеют высокую точность;
- большое количество допусков формы и расположения поверхностей;
- наличие большого количества отверстий на торце детали с резьбой и разными фасками, а также на диаметре детали, которые к тому же имеют сложную форму и допуск расположения;
- наличие термической обработки (закалка), упрочняющего покрытия (азотирование) и наличие защитного покрытия (Хим. Окс. прм.);
- высокая точность изготовления изделия (до g7 и H8).

1.2.Обеспечение эксплуатационных свойств детали

Надежность изделия, как один из основных показателей качества, определяется, прежде всего, его эксплуатационными свойствами, включающими в себя: усталостную прочность, коррозионную стойкость, износостойкость, точность посадок и др. Действие на изделие циклических

нагрузок может привести к его усталостному разрушению. Значительные нагрузки могут привести к деформации детали и, в последствии, к ее разрушению.

Рассматриваемая деталь должна выдерживать нагрузку, которую на нее накладывают. Проверка работоспособности конструкции детали произведена с помощью САЕ-системы APM FEM от АСКОН «КОМПАС 3D». Полный анализ эксплуатационных свойств детали приведен в приложении Б.

Согласно отчету, основная концентрация напряжений находится в местах расположения роликов, профильных отверстий (рисунок 2).

Результаты статического расчета

Наименование	Тип	Минимальное значение	Максимальное значение
Эквивалентное напряжение по Мизесу	SVM [МПа]	0.000902	3.780455

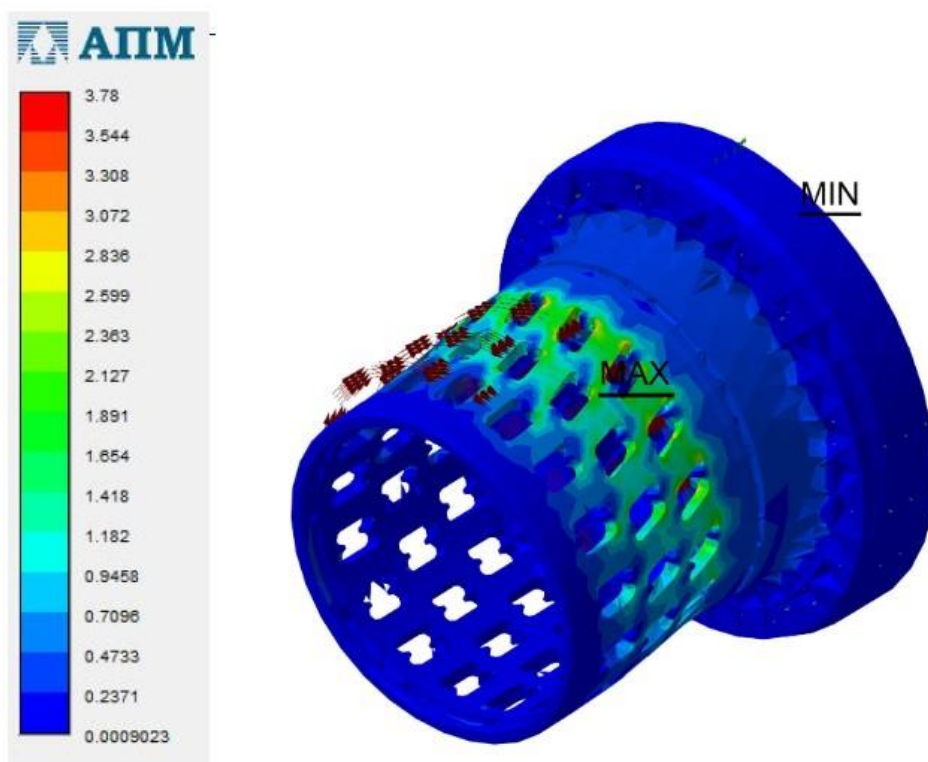


Рисунок 2 – Результаты статистического расчета

1.3.Способ получения заготовки

Детали в механообрабатывающем производстве получают из заготовок. Выбор заготовки зависит от формы детали и ее размеров, исходного

материала, типа и вида производства, наличия необходимого оборудования, требования к качеству готовой детали, экономичности изготовления. При выборе заготовки необходимо стремиться к выбору такой конструктивной формы заготовки, которая бы максимально приближалась к форме и свойствам готовой детали. Но чем больше заготовка приближена к формам и размерам готовой детали, тем дороже она обходится. Такие заготовки выгодны только в крупносерийном и массовом производстве (2).

В качестве заготовок для деталей в мелкосерийном производстве обычно применяют недорогой полуфабрикат – прокат: круг, прут, труба, лист, уголок, швеллер. Прокат, полученный с завода-изготовителя, имеет большие габариты, что делает затруднительным его обработку сразу на станках. Для этого необходимо такой полуфабрикат нарезать на заготовки подходящего размера (2).

Правильный выбор заготовки влияет как на трудоемкость, так и на себестоимость продукции. Рациональный выбор заготовок способствует росту производства, на той же площади, без существенного увеличения оборудования.

Согласно чертежу (приложение А) изделие получается из заготовки Круг В2-190 ГОСТ 2590-2006. Согласно ГОСТ 2590-2006 это горячекатаный круглый прокат диаметром 190 мм обычной точности В2. ГОСТ 1133-71 регламентирует получение заготовок путемковки. Здесь может быть заготовка Круг 190 ГОСТ 1133-71.

Обеспечение заданного качества продукции при ее минимальной себестоимости, это главный критерий при выборе заготовки. В качестве показателя технологичности применяют коэффициент использованного материала.

Коэффициент использования материала (КИМ) определяется отношением массы детали (m_d) к массе израсходованного материала (m_p). При расчете КИМ находится коэффициент выхода годного материала ($K_{вг}$) в процессе изготовления:

КИМ определим по формуле (3):

$$K = \frac{q}{Q}; \quad (3)$$

где Q – масса заготовки, кг;

q – масса готовой детали, кг.

Массу заготовки можно посчитать с помощью ГОСТ 2590-2006 через массу одного метра заготовки и длину заготовки по формуле:

$$Q = m \cdot l \cdot 0,001 = 222,570 \cdot 178 \cdot 0,001 = 39,62 \text{ кг} \quad (3)$$

где Q – масса заготовки, кг

m – масса одного метра длинны проката по ГОСТ 2590-2006, кг/м;

l – длинна заготовки, мм.

По ГОСТ 2590-2006 и по данным САПР Компас-3D V17.1 для круглого прутка с габаритами 190x178 имеем $Q=39,4$ кг, и для готовой детали $q=6,33$ кг.

$$K = \frac{6,33}{39,4} = 0,161$$

При тех же исходных данных КИМ кованной заготовки будет абсолютно похожим. Но предельные отклонения при точности прокатки В2 - $\pm 2,5$ мм, а точность такого же габарита поковки - $+8$ мм. Исходя из вышесказанного с проката В2 максимум потребуется снять 12,5 мм до ближайшего конструкторского размера на диаметр (приложение А), а с поковкой максимум необходимо будет снять 18 мм, что на 5,5 мм больше. Так же поковка потребует большего съема по диаметру, чтобы выровнять его, и обработка на токарных станках с ЧПУ происходила без ударных нагрузок. Для этого на заготовительных операциях придется потратить больше времени на снятие дефектного слоя материала

Исходя из вышесказанного в качестве заготовки для данной детали выбирается Круг В2-190 ГОСТ 2590-2006.

1.4.Проектирование технологического маршрута

Технологический маршрут обработки заготовки устанавливает допустимую последовательность обработки поверхностей детали (6). В технологическом маршруте необходимо показать последовательность обработки детали и схемы ее базирования.

С учетом анализа технологичности изделия, эксплуатационных свойств, технических требований к изделию и способа его получения (прокат круглый), технологический маршрут будет состоять из нескольких этапов.

Первый этап – это получение заготовки достаточной длины. Для этого необходимо распустить круглый прокат на заготовки необходимой длины.

Следующим этапом будет «обдирка» полученных на предыдущей операции заготовок и сверление отверстия. Операция пройдет в два установа. Она необходима для того, чтобы получить чистые базовые диаметры, для последующей установки детали на токарный станок с ЧПУ и исключения ударных нагрузок на станок, а также просверлить достаточно большое отверстие, дабы можно было установить расточную державку большего диаметра с большим вылетом, чтобы исключить дробление на внутренней поверхности. На этой операции заготовка будет базироваться в трехкулачковом патроне за торец и цилиндрическую поверхность (рисунок 3).

На данной операции будут получены внешняя (поверхность 1, рисунок 3), внутренняя (поверхность 2) и две торцевые поверхности (3 и 4). Размеры, получаемые на данном этапе являются предварительными, потому особо жестко контролироваться не будут. На внешний диаметр (поверхность 1, предварительный Ø187 мм) будет наложен допуск -0,5 мм, чтобы обеспечить повторяемость установки детали в токарный станок с ЧПУ без переналадок.

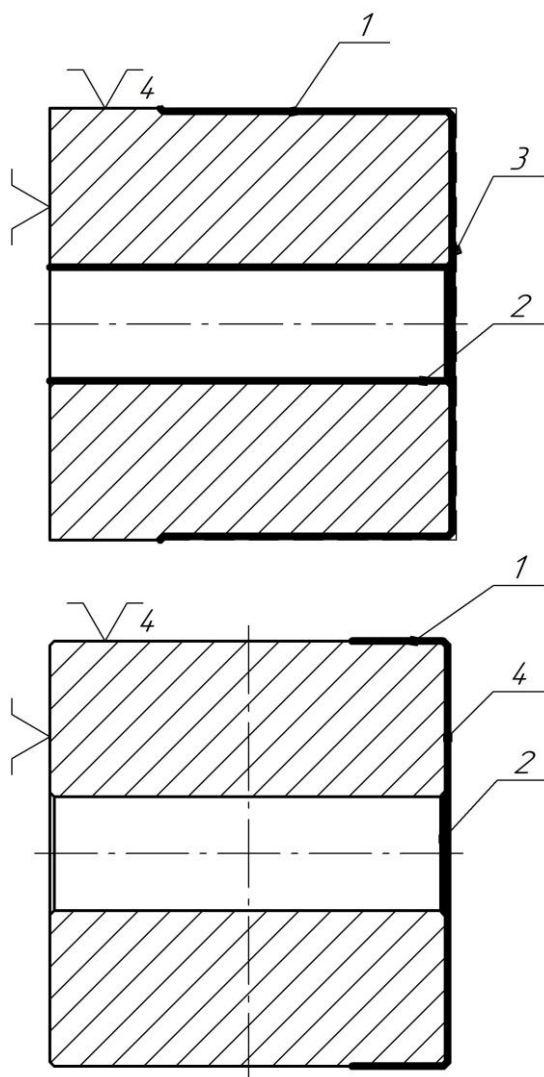


Рисунок 3 – Эскиз для токарной операции

Далее следует обработка на токарном станке с ЧПУ. Операция так же пройдет в два установа. На данной операции будут оставлены припуска 2-3 мм на диаметр. Обуславливается это большим съемом материала. После которого требуется ввести операцию стабилизации, с целью стабилизировать конечные размеры детали. На этой операции буду получены поверхности 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 (рисунок 4).

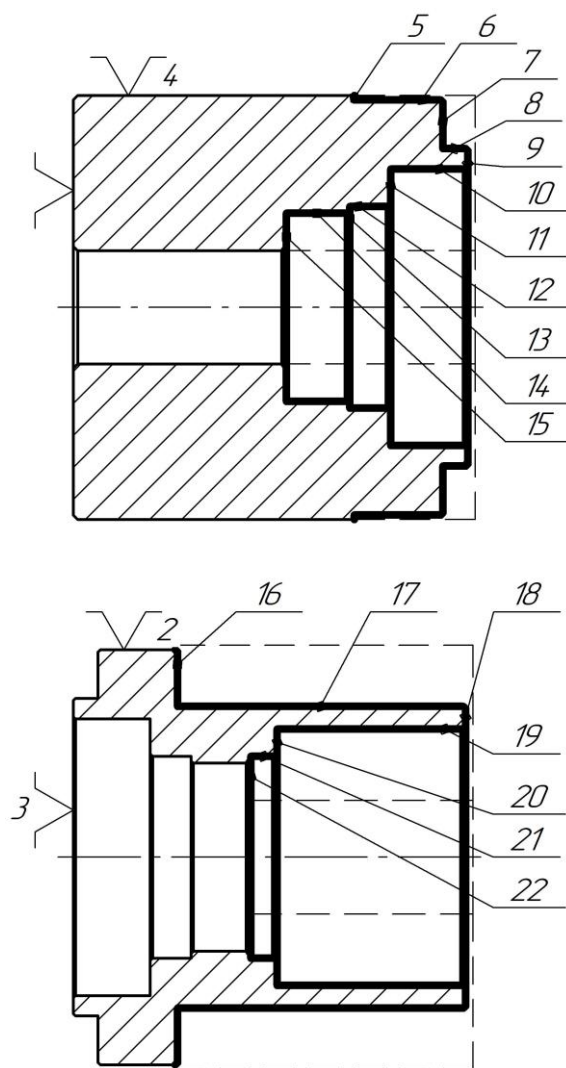


Рисунок 4 – Эскиз токарной операции с ЧПУ

Далее, после 015 операции будет произведена стабилизация изделия, после чего оно снова вернется на токарную операцию. На этой будут получены на чисто поверхности $\varnothing 86^{+0,087}$ мм (32), $\varnothing 128_{-0,1}$ мм (40), $\varnothing 150 \pm 0,5$ мм (36), $\varnothing 174 \pm 0,5$ мм (34) и $\varnothing 116,5^{+0,087}$ мм, на чисто расточены канавки $\varnothing 126^{+0,5}$ мм (29), $\varnothing 95,5^{+0,35}$ мм (46) и $\varnothing 119^{+0,35}$ мм (43) (рисунок 5). Базы: наружный диаметр и торец.

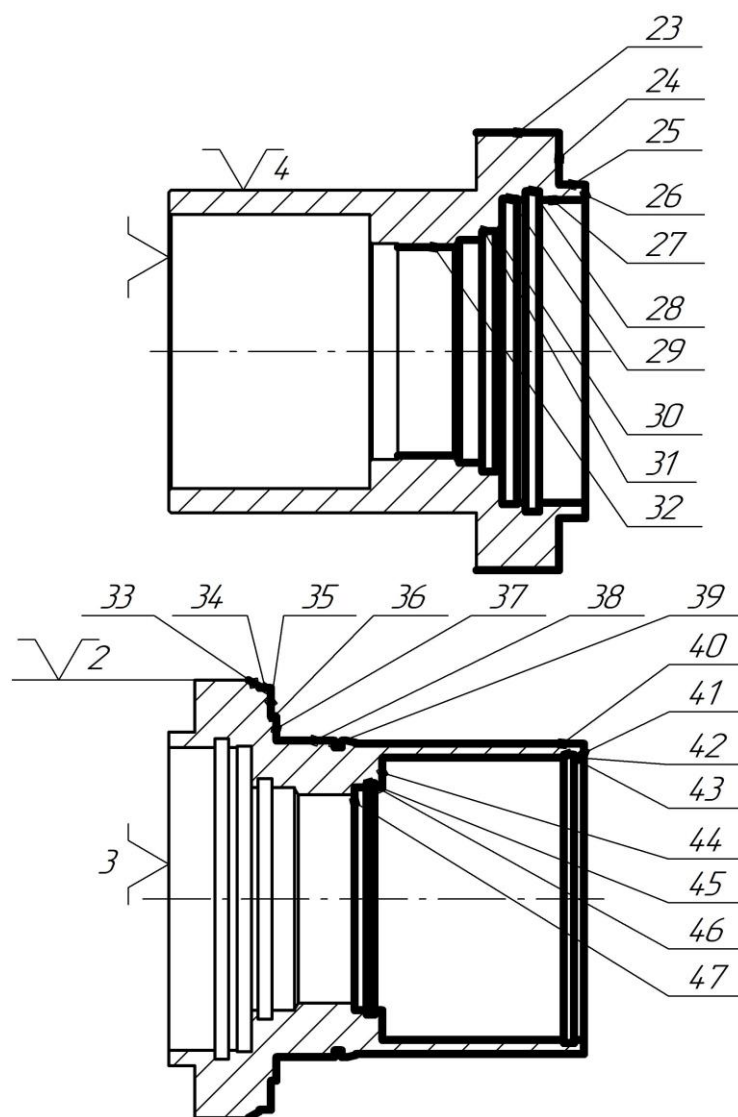


Рисунок 5 – Эскиз токарной операции с ЧПУ

Далее будет выполнена фрезерная операция. Операция будет проходить в два установа. На первом установе на чисто буду получены отверстия, расположенные на правом торце Ø180 (приложение А), на втором установе предварительно будут получены профильные отверстия 53 (рисунок 6), расположенные на Ø128 (приложение А).

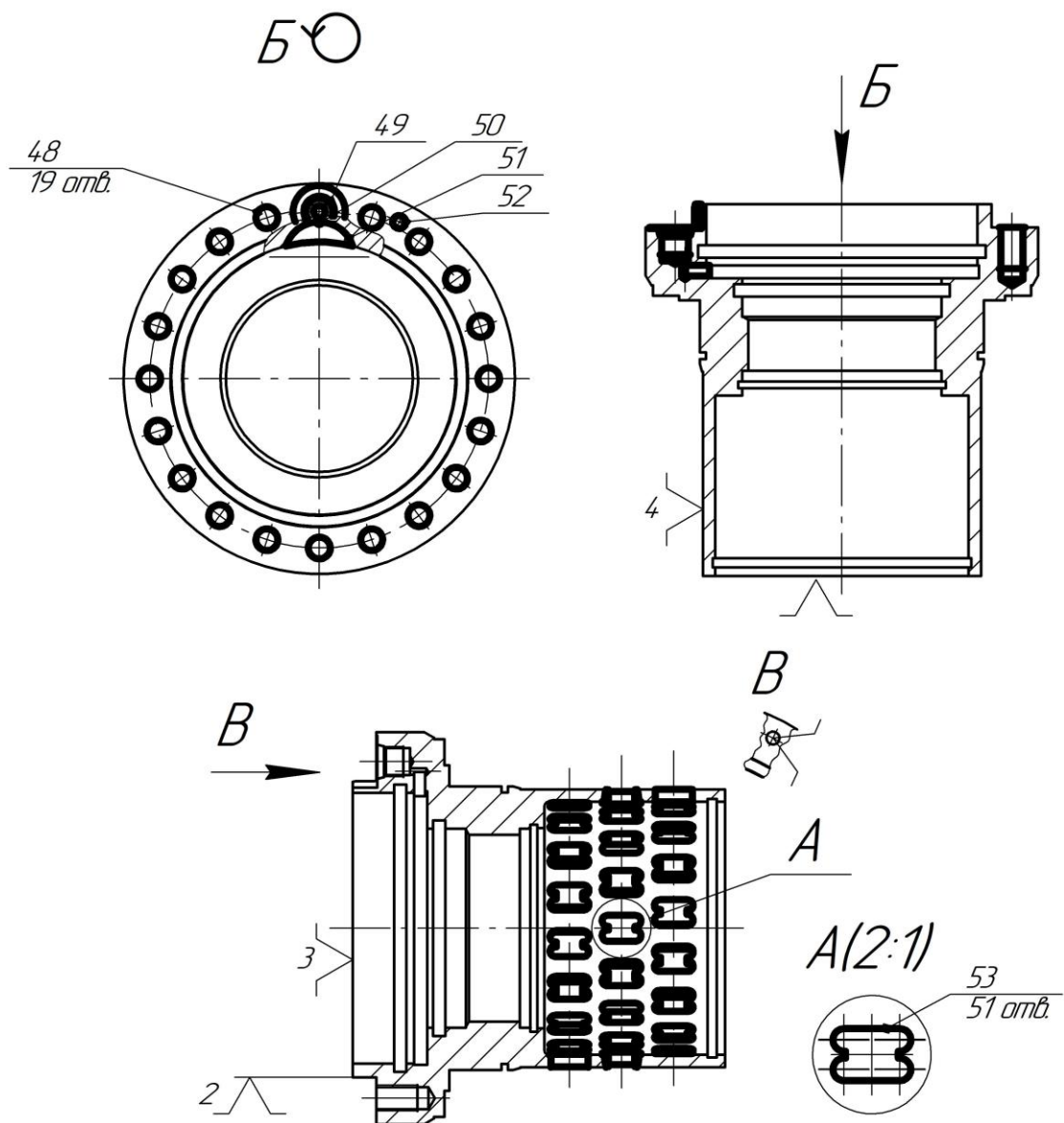


Рисунок 6 – Эскиз фрезерной операции с ЦПУ

Затем на зубодолбежной операции получается внутренний шлицевой профиль окончательно (рисунок 7). Базы – наружный диаметр и торец.



30

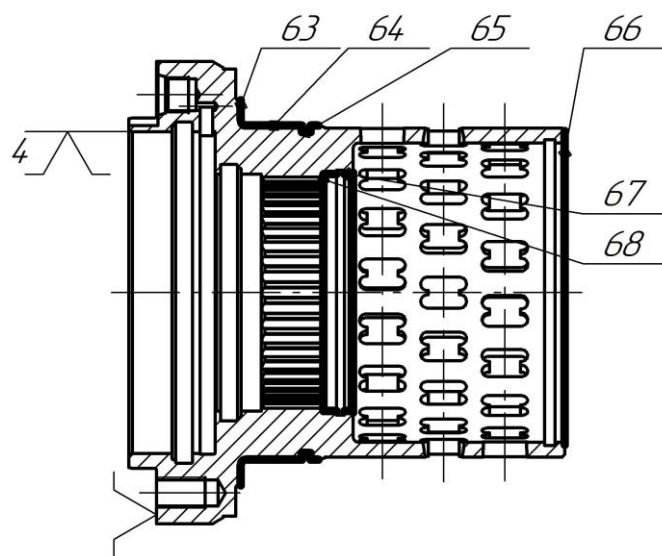
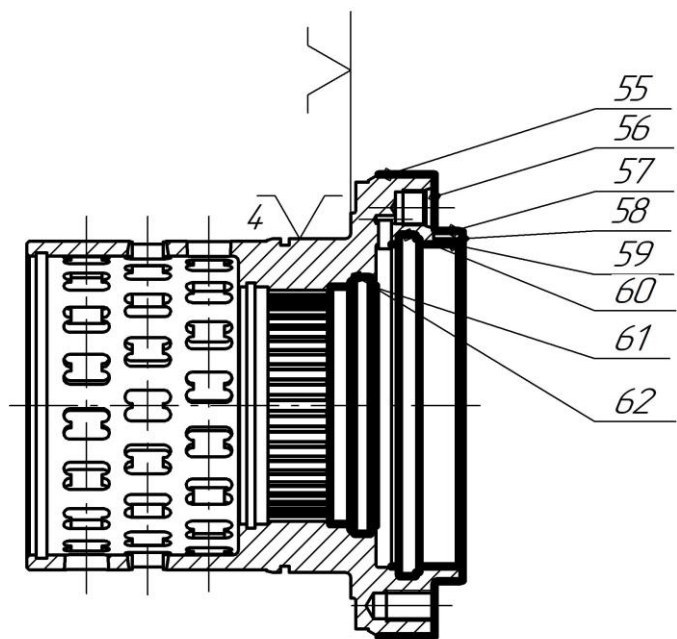


Рисунок 8 – Эскиз токарной операции с ЧПУ

После токарной операции снова пойдет фрезерная, на которой будут получены чистовые размеры профильных отверстий. Установка так же будет производится на приспособление (рисунок 9).

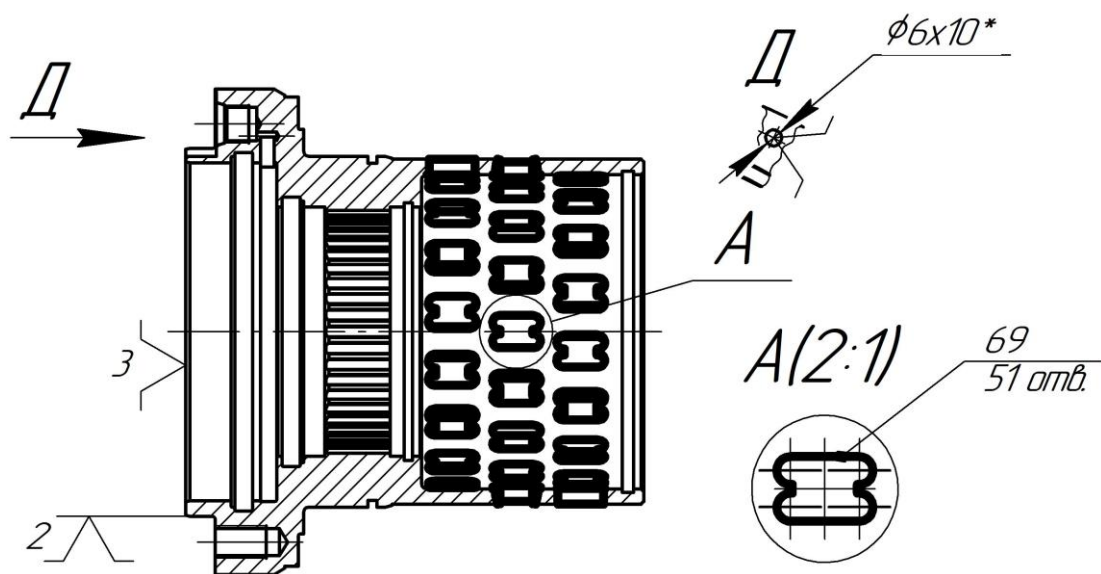


Рисунок 9 – Эскиз фрезерной операции с ЧПУ

Затем будет произведено шлифование поверхностей 70 и 71, чтобы убрать заусенцы после фрезеровки (рисунок 10).

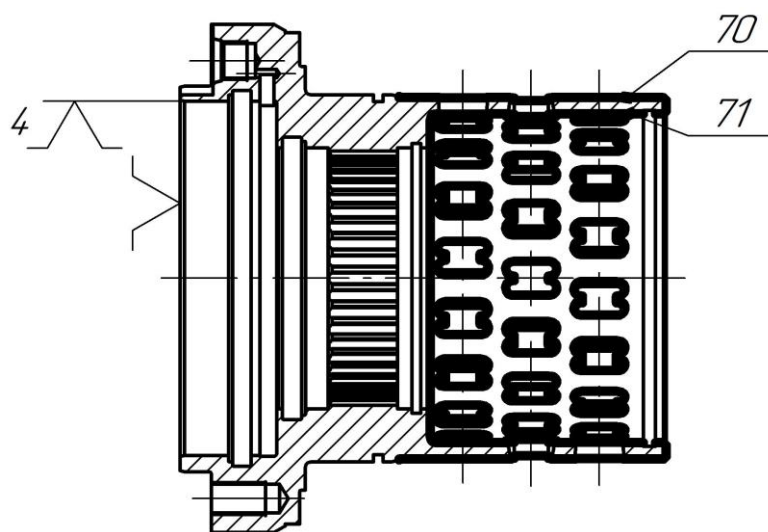


Рисунок 10 – Эскиз шлифовальной операции

На следующем этапе будет произведено азотирование на глубину 0,15..0,2 мм до твердости 550..750 HV. После этого будет произведена полировка Ø180_{-0,1} мм (72).

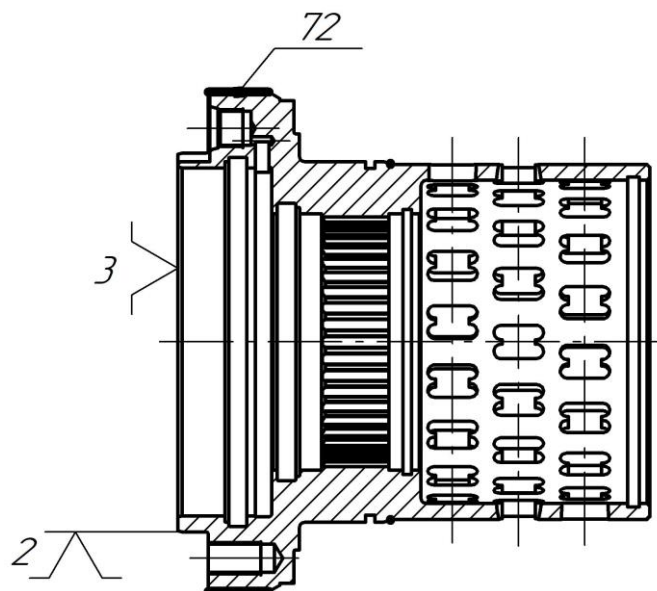


Рисунок 11 – Эскиз полировальной операции

В завершении технологического маршрута будет выполнена слесарная операция, чтобы снять заусенцы и притупить острые кромки, финальный контроль изделия, окончательная промывка и консервация.

1.5. Расчет припусков на обработку

Определение оптимальных значений припусков имеет важное технико-экономическое значение. Завышение значений припусков приводит к перерасходу материалов при изготовлении деталей, увеличивает трудоемкость и себестоимость обработки и т.д. Занижение значений припусков не позволяет удалить дефектный поверхностный слой и обеспечить получение требуемой точности и качества обрабатываемой поверхности, что вызывает брак и повышает себестоимость выпускаемых деталей (7). Одним из путей снижения материалоемкости является уменьшение припусков на обработку.

Припуск назначают для компенсации погрешностей, возникающих в процессе предшествующей и выполняемой технологической операции процесса изготовления детали. В представленной работе расчет припусков ведется расчетно-аналитическим методом, который позволяет рассчитать промежуточные значения припусков по формулам, учитывающие конкретные

условия обработки, что позволяет точно определить минимально необходимую и достаточную величину припуска на механическую обработку $z_{\min}$ (7).

Для аналитического расчета припуска необходимо установить все элементы припуска (7):

- R_{zi-1} – высота микронеровностей поверхности, которая осталась после выполнения предшествующего перехода или получения при изготовлении заготовки;
- T_{i-1} – глубина дефектного поверхностного слоя, оставшегося при выполнении предшествующего перехода или полученная при изготовлении заготовки;
- ρ_{i-1} – суммарные отклонения расположения поверхности и отклонения формы, возникающие при выполнении предшествующего перехода или полученные при изготовлении заготовки;
- ε_i – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе.

Согласно (8) припуск на обработку наружных и внутренних поверхностей вращения рассчитывается по формуле:

$$2z_{\min} = 2 \cdot \left[(Rz + T)_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right] \quad (4)$$

Величины Rz и T определяются по таблицам справочника (9) и по рекомендациям (8), в зависимости от вида обработки поверхности и способа получения исходной заготовки. Так же эти значение можно найти в пособии (2). Суммарные отклонения расположения поверхностей и отклонения формы ρ_{i-1} определяется по рекомендациям пособия (8). Погрешность установки заготовки на выполняемом переходе ε_i определяется по рекомендациям пособия (10).

Для начала рассчитываются припуски на обработку для поверхности $\varnothing 137$ мм.

Необходимая и достаточная величина припуска:

$$2z_{\min \text{ черн}} = 2 \cdot \left[(200 + 300)_{i-1} + \sqrt{250^2 + 100^2} \right] = 1539$$

$$2z_{\min \text{ п/ч}} = 2 \cdot \left[(200 + 300)_{i-1} + \sqrt{250^2 + 100^2} \right] = 853$$

$$2z_{\min \text{ чист}} = 2 \cdot \left[(200 + 300)_{i-1} + \sqrt{250^2 + 100^2} \right] = 600$$

$$2z_{\min \text{ тон}} = 2 \cdot \left[(200 + 300)_{i-1} + \sqrt{250^2 + 100^2} \right] = 283$$

Наименьший предельный размер рассчитывается начиная с конечного или конструкторского размера

$$d_{\min \text{ тон}} = d_{\text{ном}} - ES_{\min} = 137 - 0,054 = 136,946$$

и складывается из суммы наименьшего предельного размера предыдущей операции с минимальным припуском:

$$d_{\min \text{ чист}} = d_{\min \text{ тон}} + 2z_{\min \text{ тон}} = 136,946 + 0,283 = 137,229$$

$$d_{\min \text{ п/ч}} = d_{\min \text{ чист}} + 2z_{\min \text{ п/ч}} = 137,229 + 0,853 = 137,082$$

$$d_{\min \text{ черн}} = d_{\min \text{ п/ч}} + 2z_{\min \text{ черн}} = 137,082 + 1,539 = 138,621$$

Наибольший предельный размер рассчитывается исходя из принятого допуска, выбранного согласно ГОСТ 25347-82 и рассчитанного наименьшего предельного размера:

$$d_{\max \text{ чист}} = d_{\min} + Td = 136,946 + 0,04 = 136,986$$

$$d_{\max \text{ чист}} = d_{\min} + Td = 136,986 + 0,1 = 137,086$$

$$d_{\max \text{ чист}} = d_{\min} + Td = 136, +0,22 = 137,306$$

$$d_{\max \text{ чист}} = d_{\min} + Td = 137,946 + 1,6 = 138,906$$

Для удобства обработки и проектирования технологического процесса технологическим принятым размером будет размер с учетом всех термических операций в процессе изготовления. Результаты сводятся в таблицу 2.

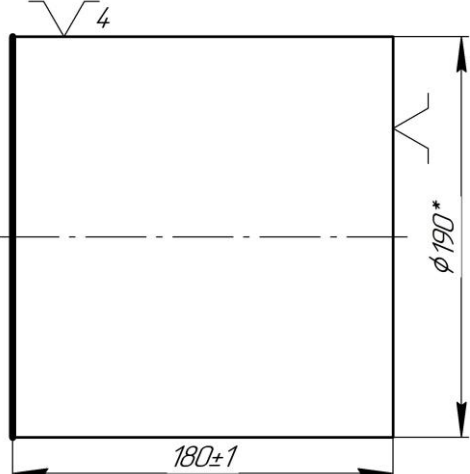
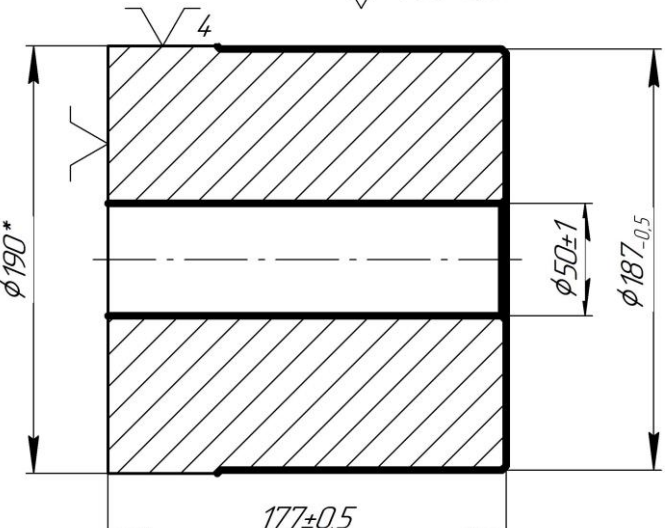
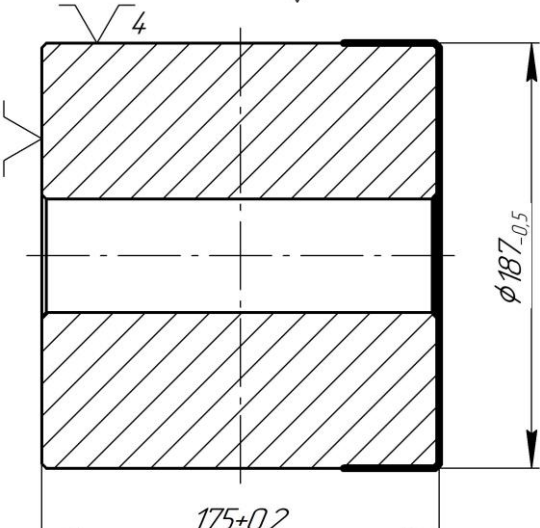
Таблица 2 – Припуск на обработку поверхности $\varnothing 137g7_{-0,054}^{-0,014}$ мм

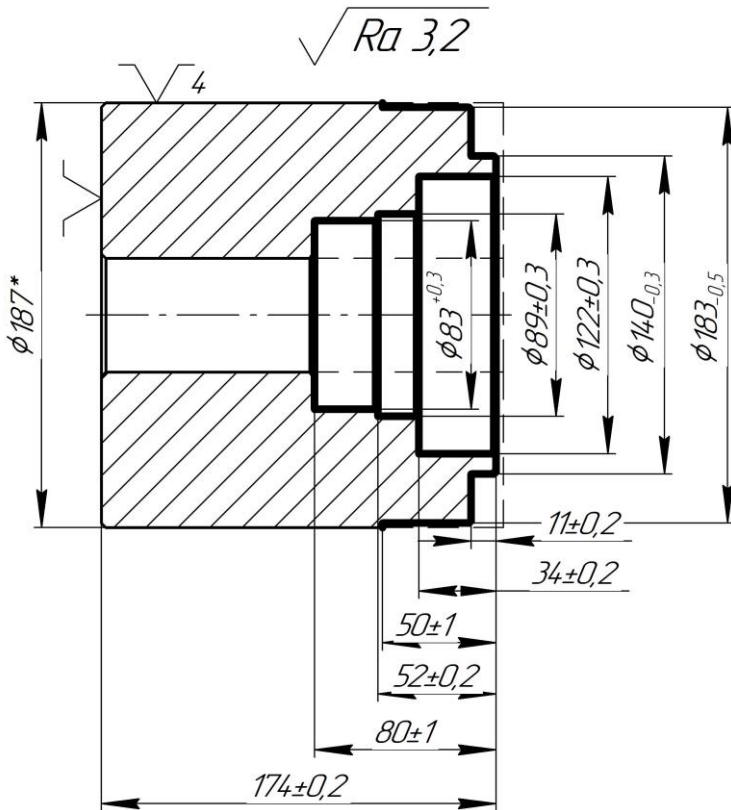
Технологические переходы обработки поверхности	Составляющие минимального припуска, мкм				Расчетный минимальный припуск,	Принятый технологический размер, мм	Допуск Td, мкм	Предельный размер	
	R _z	T	ρ	ε				d _{min}	d _{max}
Заготовительная	200	300	250	-	-	-	-	-	-
Токарная (черновая)	160	150	60	100	1539	140	1,6	138,621	138,906
Токарная с ЧПУ (получистовая)	150	100	40	100	853	138,6	0,22	137,082	137,306
Токарная с ЧПУ (чистовая)	50	60	10	30	600	137,6	0,1	137,229	137,089
Токарная с ЧПУ (тонкая)	25	30	5	30	283	$137_{-0,054}^{-0,014}$	0,04	136,946	136,986

1.6.Проектирование технологических операций

Исходя из принятых значений припусков, технологических размеров на обрабатываемые поверхности и маршрут, принятый выше делается проект технологических операций сведен в таблицу 3.

Таблица 3 – Проект технологических операций.

Операционный эскиз	Описание
$\sqrt{Ra\ 12,5}$ 	005 Заготовительная А. Установить заготовку в гидравлический зажим. Базы: наружный диаметр и торец. 1. Отрезать заготовку выдерживая размер 180 ± 1 мм
$\sqrt{Ra\ 6,3}$ 	010 Токарная А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон. Базы: наружный диаметр и торец. 1. Подрезать торец в размер $177\pm 0,5$ мм. 2. Сверлить отверстие $\varnothing 50\pm 1$ мм 3. Точить наружный диаметр, выдерживая размер $\varnothing 187_{-0,5}$ мм до кулачков 4. Притупить острые кромки фаской $1,5\times 45$ мм
$\sqrt{Ra\ 6,3}$ 	Б. Установить заготовку в трехкулачковый патрон. Базы: наружный диаметр и торец. 1. Подрезать торец $175\pm 0,2$ мм. 2. Точить наружный диаметр, выдерживая размер $\varnothing 187_{-0,5}$ мм до слияния. 3. Притупить острые кромки фаской $1,5\times 45$ мм

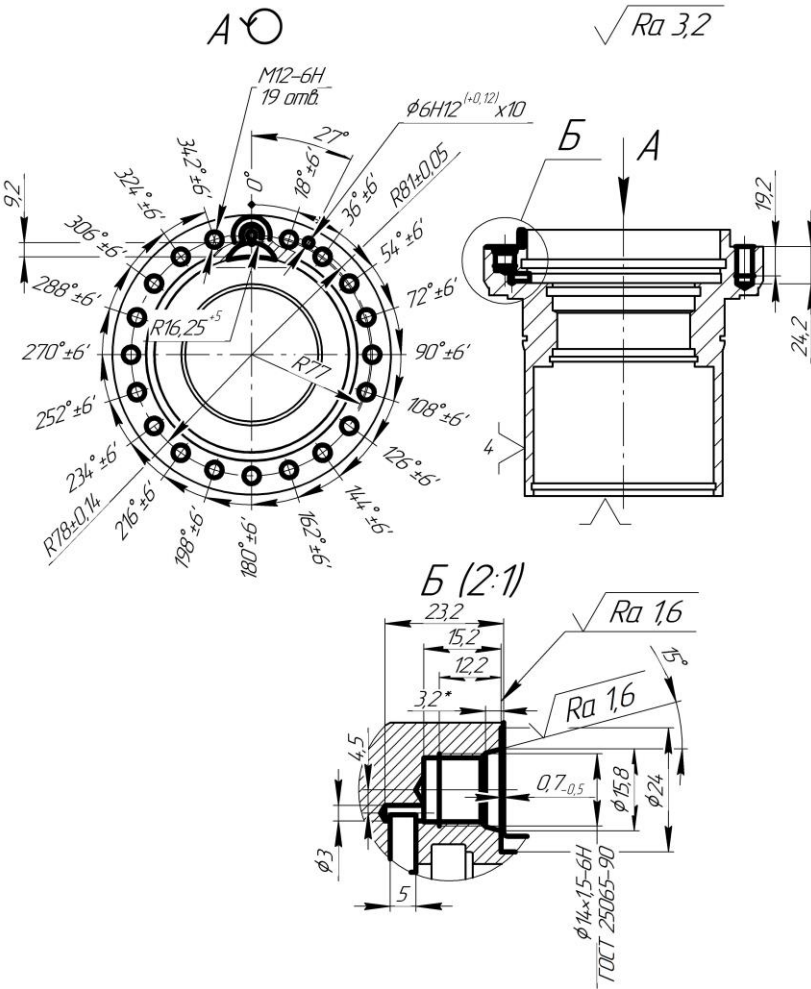
 Technical drawing of a stepped shaft. The drawing shows a cross-section with various diameters and lengths. The left end has a diameter of $\phi 187^*$. The main body has a diameter of $\phi 183_{-0,5}$. The shaft has several steps with diameters $\phi 140_{-0,3}$, $\phi 122_{\pm 0,3}$, $\phi 89_{\pm 0,3}$, and $\phi 83^{+0,3}$. The total length is $174_{\pm 0,2}$ mm. The drawing also shows surface finish requirements: $\sqrt{Ra 3,2}$ and a chamfer of 4 mm. The drawing is divided into sections with hatching.	015 Токарная с ЧПУ А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон. Базы: наружный диаметр и торец. 1. Подрезать торец в размер $174_{\pm 0,2}$ мм. 2. Точить наружный диаметр, выдерживая размеры $\phi 183_{-0,5}$ мм и $50_{\pm 1,0}$ мм. 3. Точить наружный диаметр, выдерживая размеры $\phi 140_{-0,3}$ мм и $11_{\pm 0,2}$ мм. 4. Расточить внутренний диаметр, выдерживая размеры $\phi 83^{+0,3}$ мм и $80_{\pm 1,0}$ мм. 5. Расточить внутренний диаметр, выдерживая размеры $\phi 89_{\pm 0,3}$ мм и $52_{\pm 0,2}$ мм. 6. Расточить внутренний диаметр, выдерживая размеры $\phi 89_{\pm 0,3}$ мм и $52_{\pm 0,2}$ мм. 7. Расточить внутренний диаметр, выдерживая размеры $\phi 122_{\pm 0,3}$ мм и $34_{\pm 0,2}$ мм. 8. Острые кромки притупить фаской 1x45
--	---

Продолжение таблицы 3

	Б. Установить заготовку в трехкулачковый патрон. Базы: наружный диаметр и торец. 1. Подрезать торец в размер $173_{\pm 0,2}$ мм. 2. Точить наружный диаметр, выдерживая размеры $\phi 133_{-0,3}$ мм и $127_{\pm 0,2}$ мм. 3. Расточить внутренний диаметр, выдерживая размеры $\phi 89,3_{\pm 0,3}$ мм и $94,6_{\pm 0,2}$ мм. 4. Расточить внутренний диаметр, выдерживая размеры $\phi 113_{-0,3}^{+0,3}$ мм и $83_{\pm 0,2}$ мм. 5. Острые кромки притупить фаской 1x45
020 Контрольная 1. Контролировать размеры опер. 010, согласно карте эскизов	
025 Термическая 1. Выполнит стабилизацию при $t=350...400^{\circ}\text{C}$. Выдержка – 2 часа. Охлаждение на спокойном воздухе.	

Technical drawing of a mechanical part showing a cross-section with various dimensions and tolerances. The drawing includes a central shaft with multiple steps and a flange. Dimensions are given in millimeters with tolerances. Key dimensions include: outer diameter 133 mm, inner diameters 86, 91.8, 99.3, 124.8, 126, 132.3, 138.6, and 180.6 mm, and axial lengths 2.7, 5.7, 6, 10.8, 24.7, 5.7, 34.2, 52, and 172 mm. Surface finish is specified as Ra 3.2.	030 Токарная с ЧПУ А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон. Базы: наружный диаметр и торец. 1. Подрезать торец в размер $172 \pm 0,15$ мм. 2. Точить наружный диаметр, выдерживая размеры $\varnothing 180,6_{-0,15}$ мм на проход. 3. Точить наружный диаметр, выдерживая размеры $\varnothing 137_{-0,063}$ мм и $10,8 \pm 0,05$ мм. 4. Расточить внутренний диаметр, выдерживая размеры $\varnothing 86^{+0,087}$ мм на проход. 5. Расточить внутренний диаметр, выдерживая размеры $\varnothing 91,8^{+0,15}$ мм и $52 \pm 0,1$ мм. 6. Расточить внутренний диаметр, выдерживая размеры $\varnothing 124,8^{+0,15}$ мм и $34,2 \pm 0,1$ мм 7. Расточить внутреннюю канавку, выдерживая размеры $\varnothing 99,3^{+0,15}$ мм, $5,7 \pm 0,1$ и $2,7 \pm 0,1$ мм 8. Расточить внутреннюю канавку, выдерживая размеры $\varnothing 132,3^{+0,15}$ мм, $5,7 \pm 0,1$ и $24,7 \pm 0,1$ мм 9. Расточить внутреннюю канавку, выдерживая размеры $\varnothing 126^{+0,5}$ мм, $6 \pm 0,1$ и $34,2 \pm 0,1$ мм
---	--

	Б. Установить заготовку в трехкулачковый патрон. Базы: наружный диаметр и торец. 1. Подрезать торец в размер $171,4 \pm 0,07$ мм. 2. Точить наружный диаметр, выдерживая размеры $\varnothing 130,6_{-0,063}$ мм R2 и $127 \pm 0,05$ мм. 3. Точить наружный диаметр, выдерживая размеры $\varnothing 128_{-0,1}$ мм и $94,2 \pm 0,1$ мм. 4. Точить наружный диаметр, выдерживая размеры $\varnothing 150 \pm 0,5$ мм и $2,2 \pm 0,1$ мм 5. Точить наружный диаметр, выдерживая размеры $\varnothing 174 \pm 0,5$ мм и $7,2 \pm 0,2$ мм 6. Расточить внутренний диаметр, выдерживая размеры $\varnothing 91,8^{+0,15}$ мм и $94,6 \pm 0,1$ мм. 7. Расточить внутренний диаметр, выдерживая размеры $\varnothing 116,5^{+0,087}$ мм и $52 \pm 0,1$ мм. 8. Расточить внутреннюю канавку, выдерживая размеры $\varnothing 95,5^{+0,35}$ мм, $3,15 \pm 0,18$ и $8,1^{+0,1}$ мм 9. Расточить внутреннюю канавку, выдерживая размеры $\varnothing 119^{+0,35}$ мм, $4,2^{+0,18}$ и $79,2^{+0,2}$ мм 10. Точить наружную канавку, выдерживая размеры $\varnothing 125_{-0,4}$ мм, $3^{+0,2}$ и $27 \pm 0,1$ мм. 11. Снять фаску 15° согласно эскизу 12. Снять фаску 30° согласно эскизу
--	---

 Technical drawing of a mechanical part showing three views: a top view (A), a side view (B), and a detailed cross-section (B 2:1). The top view shows a circular part with 19 holes, each with a 15° chamfer and a depth of 19.2 mm. The side view shows the overall dimensions and a central hole. The detailed cross-section shows the internal features, including a central hole and a chamfered edge.	13. Притупить острые кромки R0,3..0,5 мм 035 Фрезерная с ЧПУ А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон. База: наружный диаметр и торец. 1. Центровать и сверлить отверстие, выдерживая размеры $\varnothing 6^{+0,12}$ и $10 \pm 0,2$ мм 2. Центровать и сверлить 19 отверстий, выдерживая размеры $\varnothing 10,3^{+0,2}$ мм и $24,2 \pm 0,2$ мм 3. Центровать и сверлить отверстие, выдерживая размеры $\varnothing 12,43^{+0,22}$ мм и $17 \pm 0,2$ мм 4. Фрезеровать торец отверстия $\varnothing 12,43$ мм, выдерживая размер $15,2 \pm 0,2$ мм 5. Сверлить отверстие, выдерживая размеры $\varnothing 3 \pm 0,1$ мм и $23 \pm 0,2$ мм 6. Фрезеровать паз, выдерживая размеры $\varnothing 24$ и $0,7_{-0,5}^{0,5}$ мм 7. Фрезеровать выборку. Выдерживая размеры $R16,25^{+5}$ мм, 9,25 и 5. 8. Зенковать фаску 15°, выдерживая размер 3,2 мм 9. Нарезать резьбу M12-6H в 19 отверстиях на глубину $19,2^{+0,5}$ мм 10. Нарезать резьбу M14x1,5-6H на глубину $12^{+0,5}$ мм 11. Снять фаску 1,5x45 в 19 отверстиях M12-6H 12. Снять фаску 0,5x45 в отверстиях $\varnothing 6$ мм
---	--

Продолжение таблицы 3

Б. Установить заготовку на оправке на поворотном столе.

База: внутренний диаметр, торец и отверстие.

1. Центровать и сверлить 51 отверстие, выдерживая размеры $\varnothing 10,7 \pm 0,2$ и $23,7 \pm 0,15$ мм согласно эскизу

2. Фрезеровать 51 отверстие согласно эскизу

Условное обозначение по ГОСТ 6033-80	-	90±2×9H
Модуль	m	2
Нормальный исходный контур по ГОСТ 6033-80	α	30°
Число зубьев	Z	44
Диаметр ролика	d_p	3.5
Размер по роликам	M_b	$82,683_{0,111}^{+0,24}$
Число зубьев (впадин) на длине общей нормали	Z_w	8
Толщина зуба (ширина впадины) по хорде делительной окружности	$s(e)$	$3,026_{0,060}^{+0,160}$
Диаметр делительной окружности	d	88

040 Зубодолбежная

А. Установить заготовку в оправку.

Базы: внешний диаметр и торец.

1. Долбить зубчатый венец ($m=2$; $\alpha=30^\circ$; $z=44$) согласно эскизу

045 Промывочная

1. Промыть в моющем растворе до удаления масла. Высушить.

050 Слесарная

1. Снять заусенцы, притупить острые кромки.

055 Контрольная

1. Контролировать размеры опер. 030, 035, 040, согласно карте эскизов

060 Термическая

1. Произвести закалку с отпуском согласно типового техпроцесса выдерживая твердость 40..47 HRC

065 Контрольная

1. Контролировать твердость опер. 060

070 Пескоструйная

1. Удалить окалину

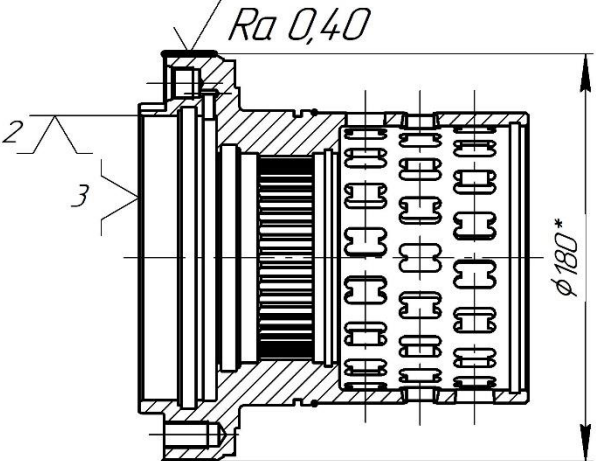
	075 Токарная с ЧПУ А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон. Базы: внешний диаметр и торец. 1. Подрезать торец в размер $171,2 \pm 0,1$ мм. 2. Точить наружный диаметр, выдерживая размеры $\varnothing 180_{-0,1}^{+0,1}$ мм, и Ra 0,8. 3. Точить наружный диаметр, выдерживая размеры $\varnothing 137_{-0,054}^{-0,014}$ мм, $11 \pm 0,1$ мм и Ra 0,8. 4. Расточить внутренний диаметр, выдерживая размеры $\varnothing 125,4_{+0,1}^{+0,1}$ мм, $34_{+0,2}^{+0,2}$ мм и Ra 0,8. 5. Расточить внутреннюю канавку, выдерживая размеры $\varnothing 100_{+0,087}^{+0,087}$ мм, $6,7_{+0,2}^{+0,2}$ мм и $2 \pm 0,1$ мм 6. Расточить уступ внутренней канавки, выдерживая размеры $\varnothing 97_{+0,054}^{+0,054}$ мм, $8,1_{+0,2}^{+0,2}$ мм 7. Точить наружную канавку, выдерживая размеры $\varnothing 125,4_{-0,4}^{+0,2}$ мм, $3_{+0,2}^{+0,2}$ и $27 \pm 0,1$ мм. 8. Притупить острые кромки R0,3..0,5 мм
--	--

	Б. Установить заготовку в трехкулачковый патрон. Базы: внутренний диаметр и торец. 1. Подрезать торец в размер $171\pm 0,1$ мм. 2. Точить наружный диаметр, выдерживая размеры $\varnothing 130_{-0,04}$ мм, R2 и $33_{-0,16}$ мм. 3. Подрезать торцы канавки $\varnothing 125_{-0,4}$ мм, выдерживая размеры $3,4^{+0,18}$ мм и $27,4\pm 0,1$ мм. 4. Расточить внутренний диаметр, выдерживая размеры $\varnothing 92,4^{+0,22}$ мм и $94,6\pm 0,1$ мм. 5. Притупить острые кромки R0,3..0,5 мм
--	---

Продолжение таблицы 3

	080 Фрезерная с ЧПУ А. Установить заготовку на оправке на поворотном столе. База: внутренний диаметр, торец и отверстие. 1. Фрезеровать 51 окно, выдерживая размеры $12^{+0,12}_{+0,05}$ мм, $12,1^{+0,43}$ мм $17,45\pm0,1$ мм и $23,5\pm0,1$ мм Ra1,6
	085 Круглошлифовальная А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон. База: внешний диаметр и торец. 1. Шлифовать наружный диаметр, выдерживая размеры $\varnothing 128_{-0,1}$ мм и $94\pm0,1$ мм. 2. Шлифовать внутренний диаметр, выдерживая размеры $\varnothing 116,5^{+0,087}$ мм и $83\pm0,1$ мм.
090 Слесарная 1. Снять заусенцы, притупить острые кромки. 2. Калибровать резьбу м12-6Н и М14х1,5-6Н.	
095 Промывочная 1. Промыть до удаления стружки. Высушить	
100 Контрольная 1. Контролировать размеры опер. 075, 080, 085, согласно карте эскизов	
105 Химикотермическая 1. Азотировать h 0.15..0.2 мм 550...752 HV	

Продолжение таблицы 3

	110 Полировальная А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон База: Внутренний диаметр и торец. 1. Полировать $\phi 180$ выдерживая $Ra 0,4$
115 Промывочная 1. Промыть. Высушить	
120 Контрольная 2. Контролировать размеры опер. 075, 080, 085, согласно карте эскизов	
125 Консервация 1. Консервировать по ТПП 01279-00002 вариант 1	

1.6.1. Выбор средств технологического оснащения

Согласно ГОСТ 31.0000.01-90 к технологической оснастке относят: приспособления к металлорежущим станкам; вспомогательный к металлорежущим станкам, для измерения и контроля линейных и угловых величин; инструмент для обработки резанием и др. (2).

При выборе средств технологического оснащения главным образом ориентируются на габариты заготовки и точности обработки. Следует учитывать и стоимость технологического оснащения.

В мелкосерийном производстве рекомендуется применять универсальные приспособления. Такие приспособления позволяют обрабатывать большую номенклатуру различных заготовок (2). В случае, когда стандартного оснащения недостаточно, производится выбор и проектирование специального оснащения. Выбранные средства технологического оснащения и средства контроля точности сведены в таблицы 6 и 7 соответственно.

Таблица 4 – Средства технологического оснащения,

Операция	Оборудование	Инструмент	Приспособление
005 Заготовительная	Пила ленточная «Геркулес»	Полотно 4120x34x1,1	Гидравлический зажим пучка прутков - DOTM
010 Токарная	Токарный станок 1М62	Резец проходной отогнутый ГОСТ 18868-73; сверло Ø50 ГОСТ 10903-77.	Трехкулачковый патрон 7100-0040 ГОСТ 2675-80
015 Токарная с ЧПУ	Токарно- револьверный обрабатывающий центр HAAS ST-30	Державка MWLNR2525-M08 с пластиной WNMG080408-GR; Державка S40- MWLNR-08 с пластиной WNMG080408-GR	3-х кулачковый патрон Kitagawa B210A6
025 Термическая	Печь муфельная СНОЛ 30/1100		
030 Токарная с ЧПУ	Токарно- револьверный обрабатывающий центр HAAS ST-30	Державка MWLNR2525-M08 с пластиной WNMG080408-VF; Державка S40- MWLNR-08 с пластиной WNMG080408-VF; державка MGIVR3732-3 с пластиной MGMN300, державка MGEHR2525-3 с пластиной MGMN300	3-х кулачковый патрон Kitagawa B210A6

035 Фрезерная с ЧПУ	Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр HAAS VF-3	Сверло Ø6 ГОСТ 10902-77; сверло Ø10,3 ГОСТ 10902-77; сверло Ø12,5 ГОСТ 10902-77; фреза EB0606, сверло Ø3 REF1020, фреза Ø14 ГОСТ 17025-71, фреза Ø32,5x5 DIN850, зенкер Ø16,5мм (M8) Biscovice 830165 Din347, метчик M12x1,75 6H DIN 371, метчик M14x1,5 3250 DIN 374, сверло центровочное A3,15 P6M5 ГОСТ 14952-75, сверло Ø5 ГОСТ 17273-71, сверло Ø10,7 ГОСТ 10902-77, фреза Ø4 EB0406	Трехкулачковый патрон 7100-0040 ГОСТ 2675-80. HAAS HRT210 поворотный стол, специальная оправка (приложение Д)
040 Зубодолбежная	Станок 5A140П	Долбяк чашечный 2540-0034 ГОСТ 6762-79	Отправочное кольцо с прижимами
050 Слесарная		Напильник, шабер	
060 Термическая	Печь муфельная СНОЛ 30/1100		
075 Токарная с ЧПУ	Токарно-револьверный обрабатывающий центр HAAS ST-30	Державка MWLNR2525-M08 с пластиной WNMG080408-MF2; Державка S40-MWLNR-08 с пластиной	3-х кулачковый патрон Kitagawa B210A6

		WNMG080404-MF1; державка MGIVR3732-3 с пластиной MGMN300 NC3120, державка MGEHR 2525-4 с пластиной MGMN400 NC 3120	
080 Фрезерная с ЧПУ	Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр HAAS VF-3	Фреза Ø4 SEB0406	HAAS HRT210 поворотный стол, специальная оправка
085 Круглошлифовальная	Studer RHU 650	Круг ПП600х63х305 25A40H CM1-2(C1), круг ЧК Ø125х50хØ32 25A40C1	Трехкулачковый патрон 7100-0040 ГОСТ 2675-80
090 Слесарная		Шабер, надфиль алмазный, метчик M12х1,75 и M14х1,5 ГОСТ 3266-81	
115 Полировальная	Токарный станок 1M62	Войлок, паста ГОИ №2, алмазная паста АСМ 20/14	Трехкулачковый патрон 7100-0040 ГОСТ 2675-80

Таблица 5 – Средства контроля точности изготовления детали

Операция	Способ контроля	Измерительный прибор
005 Заготовительная	Инструментальный	ЩЦ-1-250-0,1 ГОСТ 166-89
010 Токарная	Инструментальный	ЩЦ-1-300-0,02 ГОСТ 166-89
015 Токарная с ЧПУ	Инструментальный	ЩЦ-1-300-0,02 ГОСТ 166-89 ШГЦ-300-0,01 ГОСТ 162-90
020 Контрольная	Инструментальный	ЩЦ-1-300-0,02 ГОСТ 166-89 ШГЦ-300-0,01 ГОСТ 162-90
025 Термическая	Визуальный	

Продолжение таблицы 5

030 Токарная с ЧПУ	Инструментальный	ШЦК-1-300-0,01 ГОСТ 166-89 ШЦЦ-ВК-30-330 «Микрон» ШГС-300-0,02 «ГЦ Тулз» НИ-50-100 ГОСТ 868-82 НИ-100-160 ГОСТ 868-82 МК-150 ГОСТ 6507-90
035 Фрезерная с ЧПУ	Инструментальный, визуальный	ШЦК-1-300-0,01 ГОСТ 166-89 Калибр-пробка резьбовая М12-6Н ПР-НЕ ГОСТ 17758-72 Калибр-пробка резьбовая М14х1,5-6Н ПР-НЕ ГОСТ 17758-72
040 Зубодолбежная	Инструментальный	Штангенциркуль с удлин. губками ШЦЦС-120-135 ГЦ "Тулз" Ролики II-3,5 кл. 1 ГОСТ 2475-88 Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93
055 Контрольная	Инструментальный. визуальный	ШЦК-1-300-0,01 ГОСТ 166-89 Калибр-пробка резьбовая М12-6Н ПР-НЕ ГОСТ 17758-72 Калибр-пробка резьбовая М14х1,5-6Н ПР-НЕ ГОСТ 17758-72 Штангенциркуль с удлин. губками ШЦЦС-120-135 ГЦ "Тулз" Ролики II-3,5 кл. 1 ГОСТ 2475-88 Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93
060 Термическая	Инструментальный	Стационарный твердомер по Виккерсу FV-800
065 Контрольная	Инструментальный	Стационарный твердомер по Виккерсу FV-800
075 Токарная с ЧПУ	Инструментальный	ШЦК-1-300-0,01 ГОСТ 166-89 МК-200 ГОСТ 6507-90 НИ-100-160 ГОСТ 868-82 Калибр-пробка d92,4Н9 ГОСТ 2015-84 ШЦЦ-ВК-30-330 "Micron"

Продолжение таблицы 5

080 Фрезерная с ЧПУ	Инструментальный, визуальный	Калибр-призма 12D10 ШЦК-I-150-0,02 ГОСТ 166-89
085 Круглошлифовальная	Инструментальный. визуальный	ШГЦ-300-0,01 ГОСТ 162-90 Нутромер НИ-160 ГОСТ 868-82 Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93
100 Контрольная	Инструментальный, визуальный	ШГЦ-300-0,01 ГОСТ 162-90 Калибр-призма 12D10 МК-150 ГОСТ 6507-90 МК-200 ГОСТ 6507-90 НИ-100-160 ГОСТ 868-82 Калибр-пробка d92,4H9 ГОСТ 2015-84 ШЦЦ-ВК-30-330 "Micron" Нутромер НИ-160 ГОСТ 868-82 Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93
115 Полировальная	Инструментальный, визуальный	Прибор для изм. шероховатости SJ-210 Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93
125 Контрольная	Инструментальный, визуальный	Прибор для изм. шероховатости SJ-210 Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93

1.6.2. Уточнение содержания переходов

Согласно ГОСТ 3.1109-82 *технологический переход* – законченная часть технологической операции, выполняемая одними и теми же средствами технологического оснащения при постоянных технологических режимах и установке.

Так же согласно ГОСТ 3.1109-82 *рабочий ход* – законченная часть технологического перехода, состоящая из однократного перемещения инструмента относительно заготовки, сопровождаемого изменением формы, размеров, качества поверхности и свойств заготовки.

Уточним содержание переходов для получения поверхностей.

Токарная

- 1) Подрезка торца – 1 переход, 1 рабочий ход;

- 2) Точение наружного диаметра – 1 переход, 1 рабочий ход;
- 3) Сверление – 1 переход, 10 рабочих ходов.

Токарная с ЧПУ

Установ А

- 1) Подрезка торца – 1 переход, 1 рабочий ход;
- 2) Точение наружного диаметра – 1 переход, 2 рабочих хода
- 3) Растачивание – 2 перехода, 19 рабочих ходов

Установ Б

- 1) Подрезка торца – 1 переход, 1 рабочий ход;
- 2) Точение наружного диаметра – 1 переход, 14 рабочих ходов;
- 3) Растачивание – 2 перехода, 16 рабочих ходов

Токарная с ЧПУ

Установ А

- 1) Подрезка торца – 1 переход, 1 рабочий ход;
- 2) Точение наружного диаметра – 2 перехода, 2 рабочих хода
- 3) Растачивание – 2 перехода, 2 рабочих хода
- 4) Растачивание канавок – 1 переход, 9 рабочих ходов

Установ Б

- 1) Подрезка торца – 1 переход, 1 рабочий ход;
- 2) Точение наружного диаметра – 2 перехода, 2 рабочих хода;
- 3) Растачивание – 2 перехода, 2 рабочих хода
- 4) Растачивание канавок – 1 переход, 6 рабочих ходов
- 5) Точение канавки – 1 переход, 3 рабочих хода

Фрезерная с ЧПУ

Установ А

- 1) Сверление отверстия Ø6 – 1 переход, 2 рабочих хода;
- 2) Сверление 19 отв. Ø10,3 – 1 переход, 2 рабочих хода на одно отверстие;
- 3) Сверление отверстия Ø12,43 – 1 переход, 2 рабочих хода;

- 4) Фрезерование торца отверстия Ø12,43 – 1 переход, 1 рабочий ход;
- 5) Сверление отверстия Ø3 – 1 переход, 1 рабочий ход;
- 6) Фрезерование паза Ø24 – 1 переход, 1 рабочий ход;
- 7) Фрезерование выборки R16,25 – 1 переход, 1 рабочий ход;
- 8) Зенкование фаски 15° – 1 переход, 1 рабочий ход;
- 9) Нарезание резьбы M12-6H в 19 отв. – 1 переход, 1 рабочий ход
- 10) Нарезание резьбы M14x1,5-6H – 1 переход, 1 рабочий ход

Установ Б

- 1) Центровка 51 отв. Ø3,15 – 1 переход, 1 рабочий ход на одно отверстие;
- 2) Сверление 51 отв. Ø5 – 1 переход, 1 рабочий ход на одно отверстие;
- 3) Сверление 51 отв. Ø10,7 – 1 переход, 1 рабочий ход на одно отверстие;
- 4) Фрезерование 51 отв. – 1 переход, 1 рабочий ход.

Зубодолбежная

- 1) Долбление зубчатого венца – 1 переход, 3 рабочих хода

Токарная с ЧПУ

Установ А

- 1) Подрезка торца – 1 переход, 1 рабочий ход;
- 2) Точение наружного диаметра – 2 перехода, 2 рабочих хода
- 3) Растачивание – 2 перехода, 2 рабочих хода
- 4) Растачивание канавок – 1 переход, 4 рабочих хода

Установ Б

- 1) Подрезка торца – 1 переход, 1 рабочий ход;
- 2) Точение наружного диаметра – 2 перехода, 2 рабочих хода;
- 3) Растачивание – 2 перехода, 2 рабочих хода
- 4) Точение канавки – 1 переход, 2 рабочих хода

Фрезерная с ЧПУ

- 1) Фрезерование 51 отв. – 1 переход, 1 рабочий ход.

Круглошлифовальная

- 1) Шлифование наружного диаметра – 1 переход, 1 рабочий ход
- 2) Шлифование внутреннего диаметра – 1 переход, 1 рабочий ход

1.6.3. Выбор и расчет режимов резания

Согласно (11) режимы резания – совокупность значения скорости резания, подачи или скорости движения подачи и глубины резания. Далее приводится выбор и расчет оптимальных режимов резания, уточнение геометрии и материала режущей части инструмента.

Согласно (12) скорость резания при наружном и продольном точении:

$$v = \frac{c_v}{T^m \cdot S_y \cdot t^x} \cdot K_v \quad (5)$$

Пособие (12) приводит формулу расчета скорости резания при сверлении:

$$v = \frac{c_v \cdot D^q}{T^m \cdot S_y} \cdot K_v \quad (6)$$

Так же пособие (12) приводит формулу для расчета скорости резания при зенкеровании и рассверливании:

$$v = \frac{c_v \cdot D^q}{T^m \cdot S_y \cdot t^x} \cdot K_v \quad (7)$$

Скорость резания при фрезеровании (12) рассчитывается по формуле:

$$v = \frac{c_v \cdot D^q}{T^m \cdot S_z^y \cdot t^x \cdot D^u \cdot z^p} \cdot K_v \quad (8)$$

где B – ширина фрезерования, мм;

S_z – подача на зуб, мм

z – количество зубьев,

D – диаметр сверла, зенкера, фрезы, мм

v – скорость резания, м/мин;

T – период стойкости режущего инструмента, (30-60) мин ;

c_v – показатель степени. Определяемый для конкретных условий;

t – глубина резания, мм

m, x, y, q – показатели степеней.

K_v – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки (K_{mv}), состояние поверхности (K_{nv}), материала инструмента (K_{uv}).

В данной работе произведен расчет режимов резания для универсальной токарной операции при получении предварительного размера $\varnothing 187_{-0,5}$ мм.

Для начала согласно пособию (12) рассчитаем коэффициент K_v :

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,8 = 0,648$$

Согласно таблицам пособия (12) выбираем коэффициенты к формуле (5): глубина резания при тонком точении $t=1,5$ мм, $s=0,8$ мм/об, $m=0,23$, $x=1$, $y=0,75$, $T=30$ мин, $c_v=200$ и рассчитываем скорость резания:

$$v = \frac{c_v}{T^m \cdot s^y \cdot t^x} \cdot K_v = \frac{200}{30^{0,23} \cdot 0,8^{0,75} \cdot 1,5^1} \cdot 0,648 = 46,715 \text{ м/мин}$$

Рассчитаем получившееся количество оборотов, исходя из полученной скорости резания по формуле (13):

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \rightarrow n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot d} = \frac{46,715 \cdot 1000}{3,14 \cdot 187} = 79,558 \text{ об/мин} \quad (9)$$

Округлим получившееся количество оборотов до 80 об/мин, тогда скорость резания будет равна:

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 187 \cdot 80}{1000} = 46,974 \text{ м/мин}$$

Аналогичным образом считаются режимы резания для растачивания. На универсальной токарной операции производится еще сверление. Рассчитаем режимы резания для сверления

$$v = \frac{c_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{9,8 \cdot 50^{0,4}}{90^{0,2} \cdot 0,6^{0,5}} \cdot 0,73 = 17,956 \text{ м/мин}$$

Здесь $D=50$ мм, $s=0,6$ мм/об, $c_v=9,8$, $q=0,4$, $y=0,5$, $m=0,2$, $T=90$ мин, $K_v=0,73$. Далее рассчитываем число оборотов исходя из полученной скорости резания:

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot d} = \frac{17,956 \cdot 1000}{3,14 \cdot 50} = 114,369 \text{ об/мин}$$

Округляем число оборотов до 120 об/мин и считаем скорость резания:

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 50 \cdot 120}{1000} = 18,84 \text{ м/мин}$$

Для операций с ЧПУ необходимости считать режимы резания нет, т.к. они заданы заводом-изготовителем и приняты согласно каталогам (14; 15; 16; 17):

Korloy

- WNMG 080408-GR – v=220 м/мин, s=0,2 мм/об
- WNMG 080408-VF – v=250 м/мин, s=0,1 мм/об
- MGMN300 – v=120 м/мин, s=0,05 мм/об

SECO

- WNMG 080408-MF2 – v=160 м/мин, s=0,1 мм/об
- WNMG 080408-MF1 – v=160 м/мин, s=0,1 мм/об
- MGMN 400 – v=80 м/мин, s=0,05 мм/об

Сверло А3,15 – v=15,5 м/мин, s=0,2 мм/об

Сверло Ø5 – v=15,5 м/мин, s=0,2 мм/об

Сверло Ø10,7 – v=15,5 м/мин, s=0,8 мм/об

Фреза Ø4 – v=33,9 м/мин, s=0,4 мм/об

Сверло Ø6 – v=15,5 м/мин, s=0,2 мм/об

Сверло Ø10,3 – v=15,5 м/мин, s=0,8 мм/об

Сверло Ø12,5 – v=15,5 м/мин, s=0,8 мм/об

Фреза Ø12,5 – v=33,9 м/мин, s=0,4 мм/об

Круглошлифовальная – v=30 м/мин, s=0,1 мм/об

1.6.4. Нормирование технологических переходов

Нормирование технологических переходов необходимо, для предсказания (расчета) времени изготовления каждой детали, сборки изделия и времени, за которое изделие будет готово. Так же нормы времени иногда

нужны при расчете заработной платы работников, при условии, что они работают по сдельной форме оплаты труда (сколько сделал, столько и получил). Согласно (18) время необходимое на выполнение операции $t_{оп}$ складывается из:

$$t_{оп} = t_o + t_b \quad (10)$$

где t_o – оперативное время, мин

t_b – вспомогательное время, мин

В свою очередь вспомогательное время складывается из (18):

$$t_b = t_{уст} + t_{пер} + t_{изм} \quad (11)$$

где $t_{уст}$ – время на установку и снятие детали, мин

$t_{пер}$ – вспомогательное время перехода, мин

$t_{изм}$ – вспомогательное время на контрольное измерение, мин

Штучное время на операцию рассчитывается по формуле (18):

$$T_{шт} = (T_{ца} + T_b \cdot K_{tb}) \cdot \left(1 + \frac{A_{обс} + A_{отд}}{100}\right) \quad (12)$$

где T_b – вспомогательное время, мин;

K_{tb} – поправочный коэффициент вспомогательного времени;

$A_{обс}$ – время на обслуживание рабочего места, %;

$A_{отд}$ – время на отдых и личные надобности, %

$T_{ца}$ – время цикла автоматической работы станка по программе, мин:

$$T_{ца} = T_o + T_{мв} \quad (13)$$

где T_o – основное время, мин;

$T_{мв}$ – машинно–вспомогательное время по программе (на подвод детали или инструмента от исходных точек в зоны обработки и отвод; установку инструмента на размер, смену инструмента, изменения и направления подачи, время технологических пауз), мин:

Штучно калькуляционное время рассчитывается во формуле (18):

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{п-з}}{n} \quad (14)$$

где n – размер партии запуска, шт;

$T_{шт}$ – норма штучного времени, мин;

$T_{п-з}$ – норма подготовительно – заключительного времени, мин.

Результаты расчета времени на изготовление детали Сепаратор-ступица сведены в таблицу 6.

Таблица 6 – Нормирование технологического процесса

Операция	Время на мех. обработку, мин	Время на установку и наладку, мин	Общее время операции, мин
005 Заготовительная	9	10	19
010 Токарная	30	20	50
015 Токарная с ЧПУ	63	180	240
020 Контрольная	-	-	6
025 Термическая	-	-	120
030 Токарная с ЧПУ	45	180	225
035 Фрезерная с ЧПУ	150	90	240
040 Зубодолбежная	42	60	102
045 Промывочная	-	-	2
050 Слесарная	9	-	9
055 Контрольная	-	-	10
060 Термическая	-	-	60
065 Контрольная	-	-	6
070 Пескоструйная	-	-	3
075 Токарная с ЧПУ	43	180	223
080 Фрезерная с ЧПУ	42	90	132
085 Круглошлифовальная	30	40	70
090 Слесарная	18	-	18
095 Промывочная	-	-	6
100 Контрольная	-	-	10
105 Химикотермическая	240	480	720
110 Контрольная	-	-	2
115 Полировальная	15	10	25
120 Промывочная	-	-	6
125 Контрольная	-	-	6
130 Консервация	-	-	7
ИТОГО:			2317

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

В проектируемом технологическом процессе применены два станка с числовым программным управлением. Для токарной операции – токарно-револьверный обрабатывающий центр HAAS ST-30, для фрезерной операции – станок вертикально-фрезерный обрабатывающий центр HAAS VF-3. Программы обработки для данных станков были в программе FeatureCAM. В приложении В, к данной работе приложены карты наладки для операций с ЧПУ, а также карты кодирования информации.

Станки оснащены собственной системой управления HAAS. Система управления HAAS позволяет создавать управляющие программы прямо на станке без особых трудозатрат.

1.8.Размерный анализ технологического процесса

Размерный является крайне необходимой частью проектирования технологического процесса изготовления детали. Размерный анализ позволяет проверить правильность назначения технологических размеров и. соответственно, проверить, достигаются ли конструкторские размеры в процессе обработке.

Результаты размерного анализа сведен в таблицу 7.

Таблица 7 – Размерный анализ

Операция	Эскиз	Расчет размерных цепей
030 Токарная с ЧПУ Установ А		

1.9. Техничко-экономические показатели технологического процесса

Произведем расчет себестоимости производства детали без учета общезаводских затрат. Технологическая себестоимость включает в себя расчет стоимости заготовки и оборудования, расчет затрат на заработную плату рабочих.

Расчет стоимости заготовки производится для одной детали:

Примерная стоимость прутка Ø190 мм стали 40Х – 35 руб/кг. Заготовка имеет массу 39,4 кг по данным КОМПАС-3D v17.1. Тогда расчетная стоимость заготовки:

$$39,4 \cdot 35 = 1379 \text{ руб.}$$

Далее произведем примерный расчет стоимости труда рабочих задействованных при производстве детали «Сепаратор-ступица». Средний уровень заработной платы определим исходя из данных сайта TRUD за 2018 год (19):

Таблица 8 – Затраты на оплату труда рабочих

Профессия	Стоимость работы, руб/ч	Время занятости на рабочем месте, ч	Заработная плата по факту выполненной работы, руб
Станочник заготовительного оборудования	150	0,37	55,5
Токарь-универсал	312	1,25	401,25
Оператор-наладчик токарного станка с ЧПУ	500	11,47	5735
Оператор-наладчик фрезерного станка с ЧПУ	500	6,2	3100
Зуборезчик	250	1,7	425
Слесарь	140	0,45	63
Контролер ОТК	160	0,67	107,2
Мойщик-сушильщик	120	0,35	42
Термист	174	15	2610
Пескоструйщик	262	0,05	13,1
Шлифовщик	197	1,17	230,49
ИТОГО			12781,54

Далее составляется таблица затрат на закупку оборудования. Результаты сведены в таблицу 9.

Таблица 9 – Стоимость оборудования

Операция	Оборудование	Стоимость, руб
Заготовительная	Пила ленточная «Геркулес»	675982
Токарная	Токарный станок 1М62	510000
Токарная с ЧПУ	Токарно-револьверный обрабатывающий центр HAAS ST-30	5490724,73
Фрезерная с ЧПУ	Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр HAAS VF-3	5444388,75
Терпическая	Печь муфельная СНОЛ 30/1100	44500
Зубодолбежная	Станок 5А140П	930000
Промывочная	Ванна промывочная ВП- 6.8.10/0,7	20000
Круглошлифовальная	Studer RHU 650	681218
ИТОГО		13796813,498

Из расчетов следует, что для технологического оснащения производства детали «Сепаратор-ступица» потребуется 13 796 813,498 руб. без учета затрат на режущий, мерительный инструмент и оснастку.

1.10. Проектирование средств технологического оснащения

1.10.1. Обоснование выбора схемы приспособления

На фрезерных операциях с ЧПУ (035 установ Б, 080) необходимо получить 51 профильное отверстие на Ø128 мм. При выбранной схеме базирования. Заготовка базируется по внешнему отверстию, торцу и технологическому отверстию Ø6 (рисунок 12).

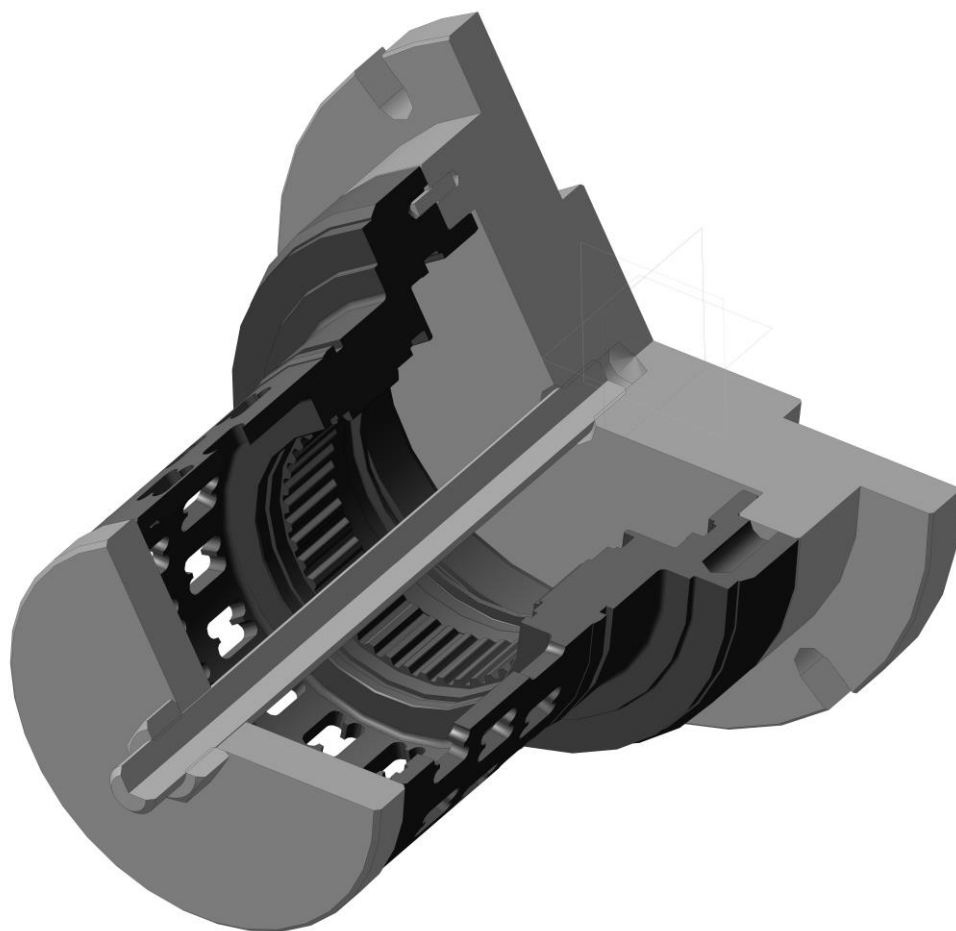


Рисунок 12 – Трехмерная модель приспособления

Предложенная конструкция оправки не обладает универсальностью, но в процессе проектирования и изготовления она проста, что на начальном этапе (внедрения изделия) дает большую экономию, т.е. изделие быстрее поступит в производство. Так же оправка обладает такими преимуществами, как легкость и простота использования.

Закрепление обрабатываемой детали осуществляется посредством затяжки гайки, которая через упор в шайбу прижимает заготовку к торцу оправки. Оправка базируется наружным диаметром и торцом на опорной плите поворотного стола и крепится посредством привинчивания к Т-образным пазам через отверстия.

1.11. Проектирование гибкой производственной системы (модуля)

В настоящее время машиностроительное производство движется в сторону роста числа мелких серий обрабатываемых деталей. Связано это с постоянно возрастающих запросов потребителей. Такое развитие событий приводит достаточно частой переналадке станков с ЧПУ. Поэтому наряду с высокой производительностью, точностью и надежностью оборудование должно обладать еще и гибкостью. Гибкость оборудования позволяет производить его переналадку в максимально короткое время. Такое требование может удовлетворить оборудование с ЧПУ, объединенное в гибкие производственные модули (ГПМ).

В состав ГПМ входит: единица технологического оборудования с УЧПУ и средства автоматизации технологического процесса. ГПМ функционирует автономно, исключая участие оператора в обработке изделия уже налаженным станком и осуществляя многократные монотонные циклы. ГПМ может быть встроен в гибкую производственную систему (ГПС) более высокого уровня. В данной работе разработан проект ГПМ с использованием токарно-револьверного обрабатывающего центра HAAS ST-30 и портального погрузчика HAAS Auto Parts Loader. Данный погрузчик разработан компанией HAAS, для обслуживания металлообрабатывающих станков их же производства. Он оснащен: столом 1219x711 мм грузоподъемностью 454 кг, захватом, позволяющим работать с деталями габаритом 247x227 мм и поворотной головкой 90°-180°, осуществляющий одновременный захват готовой детали и заготовки.



Рисунок 13 – Пример ГПМ

Таблица 10 – Технические характеристики погрузчика

Количество осей	2
Максимальный вес заготовки	4,5 кг
Максимальный диаметр заготовки, мм	247 мм
Максимальная длина заготовки, мм	200 мм
Максимальный вес партии заготовок, кг	300 кг
Время перезагрузки детали с позиции до входа в рабочее пространство (без времени открытия и закрытия патрона), с	10 с
Стоимость базовой комплектации	46000 USD=2961480 руб.

Компоновочная схема ГПМ представлена на рисунке 14

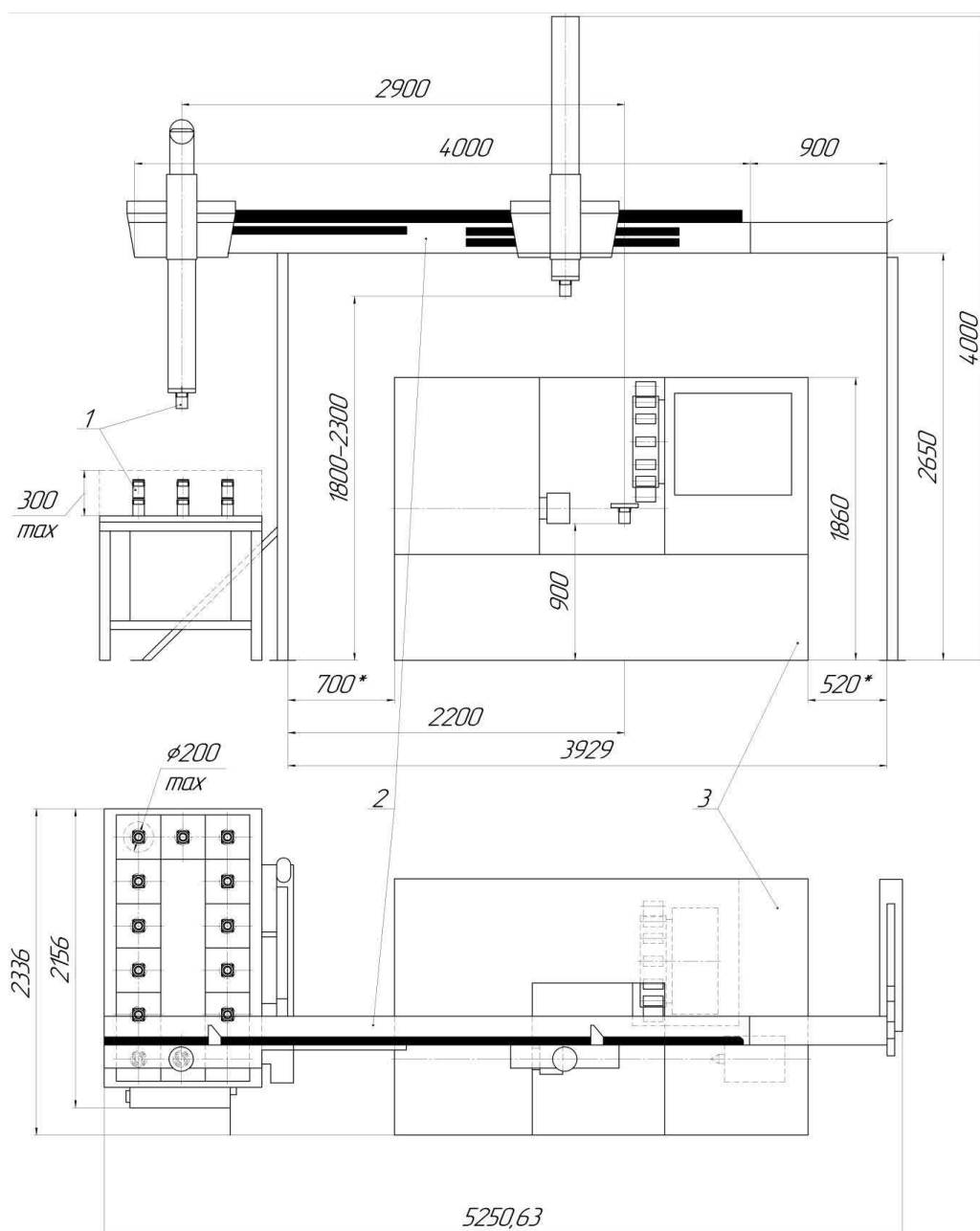


Рисунок 14 – Компоновочная схема ГПМ
1 – Деталь, 2 – Погрузчик HAAS, токарный центр HAAS ST-30

Данное решение помогает исключить функции оператора и ускорить процесс изготовления изделий.

Заключение

В ходе выполнения работы был разработан технологический процесс изготовления детали Сепаратор-ступица в условиях мелкосерийного производства. На начальном этапе был произведен технологический анализ изделия и проверка эксплуатационных свойств с помощью приложения АРМ FEM программы КОМПАС-3D, был разработан технологический и выбран способ получения заготовки. При проектировании технологических операций был произведен расчет минимальных припусков на механическую обработку, были выбраны средства технологического оснащения и измерения. В процессе разработки были рассчитаны режимы резания, учитывающие возможности выбранного технологического оборудования и материала заготовки. С помощью программы FeatureCAM были разработаны управляющие программы для операций с ЧПУ. В процессе разработки УП необходимо произвести оформление карт наладок, в соответствии с применяемым режущим инструментом. Результатом выполненной работы в данном разделе будет чертеж (приложение А), проверка эксплуатационных свойств (приложение Б), комплект технологической документации (приложение В), карта наладки (приложение Г) и сборочный чертеж приспособления (приложение Д).

2. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Цель раздела – комплексное описание и анализ финансово-экономических аспектов выполненной работы. Необходимо оценить полные денежные затраты на исследование (проект), а также дать хотя бы приближенную экономическую оценку результатов ее внедрения. Это в свою очередь позволит с помощью традиционных показателей эффективности инвестиций оценить экономическую целесообразность осуществления работы. Раздел должен быть завершен комплексной оценкой научно-технического уровня ВКР на основе экспертных данных.

2.1. Организация и планирование работ

При организации процесса реализации конкретного проекта необходимо рационально планировать занятость каждого из его участников и сроки проведения отдельных работ.

В данном пункте составляется полный перечень проводимых работ, определяются их исполнители и рациональная продолжительность. Наглядным результатом планирования работ является сетевой, либо линейный график реализации проекта. Так как число исполнителей редко превышает двух (степень распараллеливания всего комплекса работ незначительна) в большинстве случаев предпочтительным является линейный график. Для его построения хронологически упорядоченные вышеуказанные данные должны быть сведены в таблицу 11.

Таблица 11 – Перечень работ и продолжительность их выполнения.

Этапы работ	Исполнители	Загрузка исполнителей
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	НР – 100%
Составление и утверждение плана работ	НР, И	НР – 100% И – 5%
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	НР – 20% И – 100%
Составление и согласование технологического маршрута	НР, И	НР – 40% И – 100%
Выбор средств технологического обеспечения	НР, И	НР – 15% И – 100%
Выбор и расчет режимов резания	И	И – 100%
Разработка управляющих программ для станков с ЧПУ	И	И – 100%
Оформление графического материала	И	И – 100%
Выбор средства технологического обеспечения	НР, И	НР – 20% И – 100%
Расчет средства технологического обеспечения	И	И – 100%
Оформление комплекта технологической документации	И	И – 100%
Расчет социальной ответственности	И	И – 100%
Расчет финансового менеджмента	И	И – 100%
Подведение итогов	НР, И	НР – 60% И – 100%

4.1.2. Продолжительность этапов работ

Расчет продолжительности этапов работ может осуществляться двумя методами:

- технико-экономическим;
- опытно-статистическим.

Первый применяется в случаях наличия достаточно развитой нормативной базы трудоемкости планируемых процессов, что в свою очередь обусловлено их высокой повторяемостью в устойчивой обстановке. Так как исполнитель работы зачастую не располагает соответствующими нормативами, то используется опытно-статистический метод, который реализуется двумя способами:

- аналоговый;
- экспертный.

Аналоговый способ привлекает внешней простотой и около нулевыми затратами, но возможен только при наличии в поле зрения исполнителя НИР не устаревшего аналога, т.е. проекта в целом или хотя бы его фрагмента, который по всем значимым параметрам идентичен выполняемой НИР. В большинстве случаев он может применяться только локально – для отдельных элементов (этапов работы).

Экспертный способ используется при отсутствии вышеуказанных информационных ресурсов и предполагает генерацию необходимых количественных оценок специалистами конкретной предметной области, опирающимися на их профессиональный опыт и эрудицию. Для определения вероятных (ожидаемых) значений продолжительности работ $t_{ож}$ применяется по усмотрению исполнителя одна из двух формул:

$$t_{ож} = \frac{3t_{min} + 2t_{max}}{5} \quad (15)$$

$$t_{ож} = \frac{t_{min} + 4t_{prob} + t_{max}}{6} \quad (16)$$

где t_{min} – минимальная продолжительность работы, дн.;

t_{max} – максимальная продолжительность работы, дн.;

t_{prob} – наиболее вероятная продолжительность работы, дн.

Вторая формула дает более надежные оценки, но предполагает большую «нагрузку» на экспертов.

Для выполнения перечисленных в таблице 11 работ требуются специалисты:

- инженер – в его роли действует исполнитель НИР (ВКР);
- научный руководитель.

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести ее в календарные дни. Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ($T_{РД}$) ведется по формуле:

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} \cdot K_{Д} \quad (17)$$

где $t_{ож}$ – продолжительность работы, дн.;

$K_{ВН}$ – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных длительностей, в частности, возможно $K_{ВН}=1$;

$K_{Д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ ($K_{Д}=1-1,2$ в этих границах конкретное значение принимает сам исполнитель. В данном случае $K_{Д}=1,1$).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле:

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot T_{К} \quad (18)$$

где $T_{КД}$ – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$T_{К}$ – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях, и рассчитываемый по формуле:

$$T_{К} = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - T_{ВД} - T_{ПД}} = \frac{365}{365 - 95 - 10} = 1,404 \quad (19)$$

где $T_{КАЛ}$ – календарные дни ($T_{КАЛ}=365$);

$T_{ВД}$ – выходные дни ($T_{ВД}=95$);

$T_{ПД}$ – праздничные дни ($T_{ПД}=10$).

В таблице 12 приведен пример определения продолжительности этапов работ и их трудоемкости по исполнителям, занятым на каждом этапе. В

столбцах (3–5) реализован экспертный способ по формуле (1), при использовании формулы (2) необходимо вставить в таблицу дополнительный столбец для t_{prob} . Столбцы 6 и 7 содержат величины трудоемкости этапа для каждого из двух участников проекта (научный руководитель и инженер) с учетом коэффициента $K_d=1,1$. Каждое из них в отдельности не может превышать соответствующее значение $t_{ож} \cdot K_d$. Столбцы 8 и 9 содержат те же трудоемкости, выраженные в календарных днях путем дополнительного умножения на T_k (здесь оно равно 1,404). Итог по столбцу 5 дает общую ожидаемую продолжительность работы над проектом в рабочих днях, итоги по столбцам 8 и 9 – общие трудоемкости для каждого из участников проекта. Две последних величины далее будут использованы для определения затрат на оплату труда участников и прочие затраты. Величины трудоемкости этапов по исполнителям ТКД (данные столбцов 8 и 9 кроме итогов) позволяют построить линейный график осуществления проекта – таблица 13.

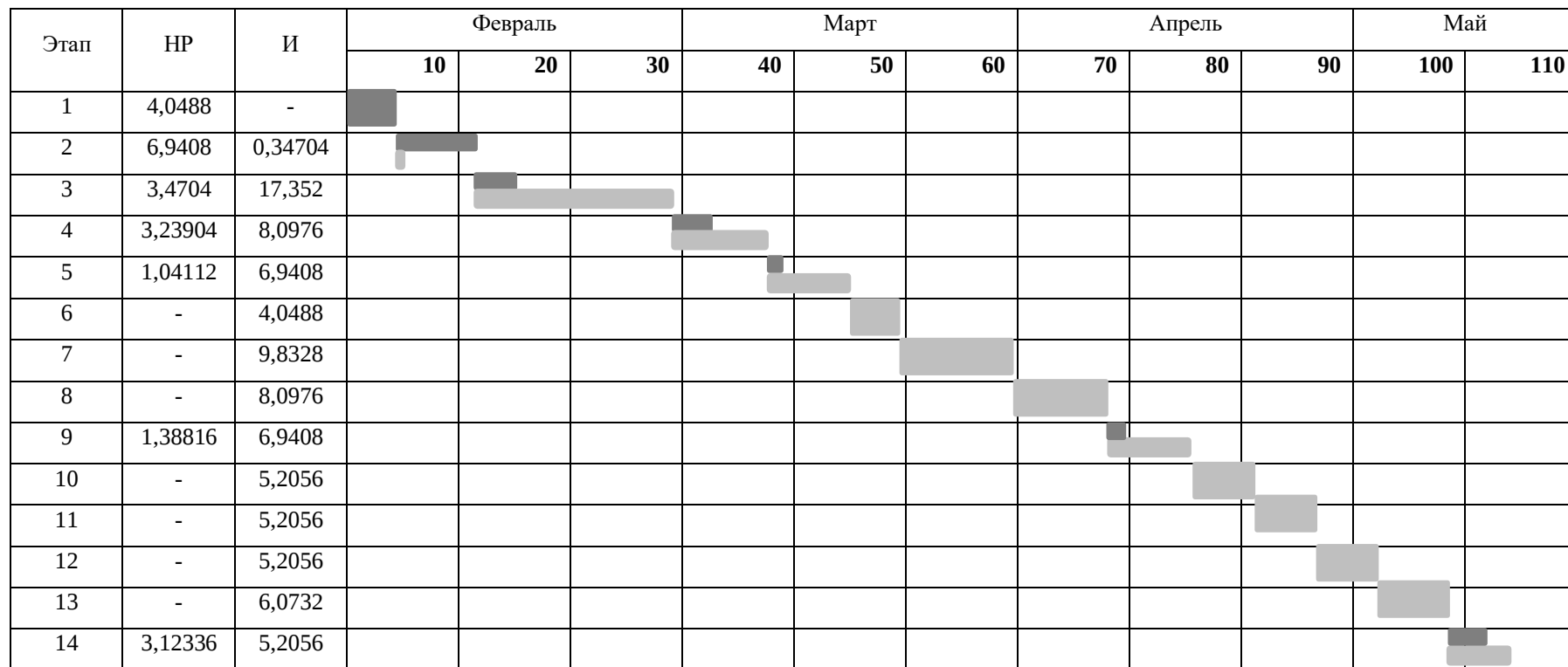
Таблица 12 – Трудозатраты на выполнение проекта.

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел.-дн.			
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	$T_{рд}$		$T_{кд}$	
					НР	И	НР	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	2	4	2,8	3,08	-	4,324	-
Составление и утверждение плана работ	НР, И	4	6	4,8	5,28	0,264	7,413	0,371
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	10	15	12	2,64	13,2	3,707	18,533
Составление и согласование технологического маршрута	НР, И	4	8	5,6	2,464	6,16	3,459	8,649
Выбор средств технологического обеспечения	НР, И	4	6	4,8	0,792	5,28	1,112	7,413
Выбор и расчет режимов резания	И	2	4	2,8	-	3,08	-	4,324
Разработка управляющих программ для станков с ЧПУ	И	6	8	6,8	-	7,48	-	10,502
Оформление графического материала	И	4	8	5,6	-	6,16	-	8,649
Выбор средства технологического обеспечения	НР, И	4	6	4,8	1,056	5,28	1,483	7,413
Расчет средства технологического обеспечения	И	2	6	3,6	-	3,96	-	5,56

Продолжение таблицы 12

Оформление комплекта технологической документации	И	2	6	3,6	-	3,96	-	5,56
Расчет социальной ответственности	И	2	6	3,6	-	3,96	-	5,56
Расчет финансового менеджмента	И	3	6	4,2	-	4,62	-	6,486
Подведение итогов	НР, И	2	6	3,6	2,376	3,96	3,336	5,56
ИТОГО:	-	-	-	68,6	17,688	67,364	24,834	94,58

Таблица 13 – Линейный график работ.



■ - НР

■ - И

2.2. Расчет сметы затрат на выполнение проекта

В состав затрат на создание проекта включается величина всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчет сметной стоимости ее выполнения производится по следующим статьям затрат:

- материалы и покупные изделия;
- заработная плата;
- социальный налог;
- расходы на электроэнергию (без освещения);
- амортизационные отчисления;
- командировочные расходы;
- оплата услуг связи;
- арендная плата за пользование имуществом;
- прочие услуги (сторонних организаций);
- прочие (накладные расходы) расходы.

2.2.1. Расчет затрат на материалы

К данной статье расходов относится стоимость материалов, покупных изделий, полуфабрикатов и других материальных ценностей, расходуемых непосредственно в процессе выполнения работ над объектом проектирования. Сюда же относятся специально приобретенное оборудование, инструменты и прочие объекты, относимые к основным средствам, стоимостью до 40 000 руб. включительно. Цена материальных ресурсов определяется по соответствующим ценникам или договорам поставки. Кроме того, статья включает так называемые транспортно-заготовительные расходы, связанные с транспортировкой от поставщика к потребителю, хранением и прочими процессами, обеспечивающими движение (доставку) материальных ресурсов от поставщиков к потребителю. Сюда же включаются расходы на совершение

сделки купли-продажи (т.н. транзакции). Приблизительно они оцениваются в процентах к отпускной цене закупаемых материалов, как правило, это 5-20%. Исполнитель работы самостоятельно выбирает их величину в указанных границах. Все расходы сведены в таблицу 14.

Таблица 14 – Расчет затрат на материалы.

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Кол-во	Сумма, руб
Услуги печати:			
А4	2	180	551
А4 (цветная)	6	1	
А3	10	2	
А2	35	1	
Брошюровка	130	1	
Канцелярия:			
тетрадь	14	1	139
ручка	55	1	
стержень для ручки	35	2	
Лицензия КОМПАС–3D: Механика v18 (1 год)	2500	1	2500
Лицензия САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ (1 год)	10000	1	10000
ИТОГО:			13190

Допустим, что ТЗР составляют 15% от отпускной цены материалов, тогда расходы на материалы с учетом ТЗР равны $C_{\text{мат}} = 13190 \cdot 1,15 = 15170$ руб

2.2.2. Расчет заработной платы

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя и инженера (в его роли выступает исполнитель проекта), а также премии, входящие в фонд заработной платы. Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя. Величины месячных окладов (МО) для сотрудников ТПУ можно получить из приложения 1 пособия (20). Оклад

инженера принимается равным окладу соответствующего специалиста низшей квалификации в организации, где исполнитель проходил преддипломную практику. При отсутствии такового берется оклад инженера собственной кафедры (лаборатории).

Среднедневная тарифная заработная плата ($ЗП_{\text{дн-т}}$) рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{\text{дн-т}} = \frac{МО}{21,667} \quad (20)$$

учитывающей, что в году 260 рабочих дней и, следовательно, в месяце в среднем 21,667 рабочих дня (при пятидневной рабочей неделе).

Расчет затрат на полную заработную плату приведены в таблице 15. Затраты времени по каждому исполнителю в рабочих днях с округлением до целого взяты из таблицы 12. Для учета в ее составе премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется следующий ряд коэффициентов: $K_{\text{ПР}}=1,1$; $K_{\text{доп.ЗП}}=1,188$; $K_{\text{р}}=1,3$. Таким образом, для перехода от тарифной (базовой) суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку (зарплатной части сметы) необходимо первую умножить на интегральный коэффициент $K_{\text{и}}=1,1 \cdot 1,188 \cdot 1,3=1,699$. Вышеуказанное значение $K_{\text{доп.ЗП}}$ применяется при шестидневной рабочей неделе, при пятидневной оно равно 1,113, соответственно в этом случае $K_{\text{и}}=1,62$.

Таблица 15 – Затраты на заработную плату.

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка руб./раб. день	Затраты времени, раб. дни	Коэффициент	Фонд з/п, руб.
НР	33664	1554	18	1,62	45314,64
И	10633	491	68	1,62	54088,56
ИТОГО:					99403,2

2.2.3. Расчет затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН), включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30% от полной заработной платы по проекту, т.е. $C_{\text{соц.}} = C_{\text{зп}} \cdot 0,3$. Итак, в нашем случае $C_{\text{соц.}} = 99403,2 \cdot 0,3 = 29820,96$ руб.

2.2.4. Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле:

$$C_{\text{эл.об.}} = P_{\text{об}} \cdot t_{\text{об}} \cdot \text{Ц}_{\text{э}} \quad (21)$$

где $P_{\text{об}}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$\text{Ц}_{\text{э}}$ – тариф на 1 кВт·час (3,42 р/кВт·ч);

$t_{\text{об}}$ – время работы оборудования, час.

Время работы оборудования вычисляется на основе итоговых данных таблицы 2 для инженера:

$$t_{\text{об}} = T_{\text{рд}} \cdot K_t \quad (22)$$

где $K_t \leq 1$ – коэффициент использования оборудования по времени, равный отношению времени его работы в процессе выполнения проекта к $T_{\text{рд}}$, определяется исполнителем самостоятельно ($K_t = 0,5$).

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{\text{об}} = P_{\text{ном}} \cdot K_c \quad (23)$$

где $P_{\text{ном}}$ – номинальная мощность оборудования, кВт;

$K_c \leq 1$ – коэффициент загрузки, зависящий от средней степени использования номинальной мощности ($K_c = 1$). Для технологического оборудования малой мощности $K_c = 1$. Расчеты затрат на электроэнергию для технологических целей сведены в таблицу 16.

Таблица 16 – Затраты на электроэнергию технологическую.

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{об}$, час	Потребляемая мощность $P_{об}$, кВт	Затраты $C_{эл.об.}$, руб.
Персональный компьютер	33,682	0,539	62,09
ИТОГО:			62,09

2.2.5. Расчет амортизационных расходов

В статье «Амортизационные отчисления» рассчитывается амортизация используемого оборудования за время выполнения проекта.

Используется формула:

$$C_{AM} = \frac{H_A \cdot C_{об} \cdot t_{рф} \cdot n}{F_d} \quad (24)$$

где H_A – годовая норма амортизации единицы оборудования;

$C_{об}$ – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР. При невозможности получить соответствующие данные из бухгалтерии она может быть заменена действующей ценой, содержащейся в ценниках, прейскурантах и т.п.;

F_d – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования, берется из специальных справочников или фактического режима его использования в текущем календарном году. При этом второй вариант позволяет получить более объективную оценку C_{AM} . Например, для ПК в 2019 г. (260 рабочих дней при пятидневной рабочей неделе) можно принять $F_d = 260 \cdot 8 = 2080$ часа;

$t_{рф}$ – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения проекта, учитывается исполнителем проекта;

n – число задействованных однотипных единиц оборудования.

При использовании нескольких типов оборудования расчет по формуле делается соответствующее число раз, затем результаты суммируются.

Для определения N_A следует обратиться к приложению 1 пособия (20), содержащему фрагменты из постановления правительства РФ «О классификации основных средств, включенных в амортизационные группы». Оно позволяет получить рамочные значения сроков амортизации (полезного использования) оборудования – CA . Например, для ПК это 2-3 года. Необходимо задать конкретное значение CA из указанного интервала, например, 2,5 года. Далее определяется N_A как величина обратная CA , в данном случае это $1/2,5=0,4$.

Стоимость ПК 50000 руб., время использования 33,682 часа, тогда для него $C_{AM}(ПК)=(0,4 \cdot 50000 \cdot 33,682 \cdot 1)/2080=323,865$ руб. Итого начислено амортизации 323,69 руб.

2.2.6. Расчет прочих расходов

В статье «Прочие расходы» отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях, их следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов, т.е.

$$C_{\text{проч.}} = (C_{\text{мат}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{эл.об.}} + C_{\text{ам}}) \cdot 0,1 \quad (25)$$

Для нашего примера это

$$C_{\text{проч.}} = (15170 + 99403,2 + 29820,96 + 62,09 + 323,69) \cdot 0,1 = 14477,99$$

2.2.7. Расчет общей себестоимости разработки

Проведя расчет по всем статьям сметы затрат на разработку, можно определить общую себестоимость проекта, которая сведена в таблицу 17.

Таблица 17 – Смета затрат на разработку проекта.

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб
Материалы и покупные изделия	$C_{\text{мат}}$	15170
Основная заработная плата	$C_{\text{зп}}$	99403,2
Отчисления в социальные фонды	$C_{\text{соц}}$	29820,96
Расходы на электроэнергию	$C_{\text{эл.об.}}$	62,09
Амортизационные отчисления	$C_{\text{ам}}$	323,69
Прочие расходы	$C_{\text{проч}}$	14477,99
Итого:		159257,93

Таким образом, затраты на разработку составили $C=159257,93$ руб.

2.2.8. Расчет прибыли

Прибыль от реализации проекта в зависимости от конкретной ситуации (масштаб и характер получаемого результата, степень его определенности и коммерциализации, специфика целевого сегмента рынка и т.д.) может определяться различными способами. Если исполнитель работы не располагает данными для применения «сложных» методов, то прибыль следует принять в размере 5-20% от полной себестоимости проекта. В нашем примере она составляет 25481,27 руб. (16%) от расходов на разработку проекта.

2.2.9. Расчет НДС

НДС составляет 20% от суммы затрат на разработку и прибыли. В нашем случае это $(159257,9+25481,27) \cdot 0,2=36947,84$ руб.

2.2.10. Цена разработки НИР

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС, в нашем случае

$$C_{\text{НИР(КР)}} = 159257,9 + 25481,27 + 36947,84 = 221687,04$$

2.3. Оценка экономической эффективности проекта

Актуальным аспектом качества выполненного проекта является экономическая эффективность его реализации, т.е. соотношение обусловленного ей экономического результата (эффекта) и затрат на разработку проекта. Так как последние являются единовременными, то мы имеем дело с частным случаем задачи оценки экономической эффективности инвестиций, т.е. вложением денежных средств в предприятие, организацию, отраслевую, региональную социально-экономическую систему и т.п. (т.н. объекты инвестиций) с целью получения определенного результата в будущем. Отличительными особенностями инвестиций, особенно когда речь идет о вложениях в нематериальные активы в форме НИР и ОКР являются:

- результат может быть получен в течение ряда последующих лет, в общем случае – на протяжении жизненного цикла создаваемой системы;
- результаты инвестиций содержат элементы риска и неопределенности;
- связывание на некоторое время финансовых средств инвестора.

Инвестиции предполагают расширение функциональных возможностей их объектов, влияя на многие стороны их деятельности. Посредством правильной инвестиционной политики организации достигают своих стратегических и тактических целей, таких как проникновение на рынок, увеличение доли рынка, рост доходности и т.д.

Необходимость экономической оценки инвестиций связана со следующими факторами:

- ограниченность источников финансирования;
- наличие многих направлений инвестирования средств;
- различие в отдаче инвестиций, направляемых на различные цели.

Это вызывает необходимость качественного и количественного анализа исходного множества инвестиционных проектов с целью отбора

ограниченного множества наиболее эффективных. Исходным является качественный анализ, в ходе которого проекты проверяются по ряду критериев, среди которых типовыми являются:

- соответствие целям и стратегии развития объекта инвестирования;
- соответствие финансовым возможностям инвестора;
- правовая обеспеченность проекта;
- обеспеченность кадрами специалистов, сырьевой базой, каналами сбыта и т.д.

Качественный анализ позволяет радикально ограничить круг перспективных проектов, но зачастую его недостаточно для формирования окончательного множества, подлежащего реализации. В этом случае он дополняется количественным анализом, предполагающим использование ряда расчетных показателей, позволяющих в итоге проранжировать оставшиеся проекты с точки зрения их экономической эффективности.

Каждый из таких показателей, представляет собой количественную модель соотнесения величины инвестиций в проект с адекватным им экономическим результатом (эффектом), при этом и те, и другие могут носить распределенный в календарном времени характер.

Прежде чем приступить к расчету данных показателей, необходимо основательно разобраться с содержанием и масштабами ожидаемого эффекта. Что касается инвестиций, будем считать, что их характеристики определены в ходе предварительной проработки проекта.

В зависимости от того, в какой сфере и форме проявляется эффект различают следующие его виды: бюджетный, народнохозяйственный, коммерческий. Адекватно различаются виды эффективности инвестирования.

Первый связан с последствиями осуществления проекта для федерального, регионального и местного бюджетов. Это могут быть изменения налоговых поступлений, поступлений за пользование природными ресурсами, поступлений таможенных пошлин и акцизов по продукции,

производимой в соответствии с проектом, снижение затрат бюджета на субсидирование отдельных производств и т.п.

Второй отражает результаты реализации проекта с точки зрения интересов всего народного хозяйства, а также участвующих в нем регионов, отраслей и организаций. Он обычно проявляется в увеличении выручки от реализации продукции, снижении затрат на ее производство и эксплуатацию, на управление производством и т.д.

Третий отражает финансовые последствия проекта для его участников – изменение финансовых результатов их деятельности, уровня капитализации участников проекта.

Определение круга учитываемых при расчете показателей эффектов является одним из исходных пунктов оценки эффективности инвестиций и делается исполнителем по согласованию с руководителем экономической части проекта.

2.3.1. Определение срока окупаемости инвестиций (PP – payback period)

Данный показатель определяет продолжительность того периода, через который инвестиции будут возвращены полученной благодаря им прибылью. Чем меньше PP, тем эффективнее проект. Использование показателя предполагает установление для него приемлемого значения как меры эффективности инвестиций. Используется формула:

$$PP = \frac{I_0}{PP_{\text{ч}}} \quad (26)$$

где I_0 – величина инвестиций;

$PP_{\text{ч}}$ – годовая чистая прибыль.

(11) применяется в тех случаях, когда величины $PP_{\text{ч}}$ примерно равны по годам эксплуатационной стадии проекта. Если это не так, то применяется следующая модификация (11):

$$PP = n_{цj} + \frac{\Delta PP_{цj}}{PP_{цj+1}} \quad (27)$$

где $n_{цj}$ – целое число лет, при котором накопленная сумма прибыли наиболее близка к величине инвестиций I_0 , но не превосходит ее;

$\Delta PP_{цj}$ – непокрытая часть инвестиций по истечении $n_{цj}$ лет реализации проекта;

$PP_{цj+1}$ – прибыль за период, следующий за $n_{цj}$ -м.

Произведенные расчеты сведены в таблицу 18

Таблица 18 – Накопленные денежные поступления по проекту

Год	Инвестиции	Прибыль	Накопленный денежный поток
0	-20	0	-20
1	-	8	-12
2	-	6,5	-5,5
3	-	5	-0,5
4	-	4	3,5
5	-	4	7,5

Здесь 3-й год эксплуатационного периода дает минимум непокрытого остатка (0,5) от инвестированной суммы в 20 млн. руб., следовательно, $n_{цj}=3$.

Тогда $\frac{\Delta PP_{цj}}{PP_{цj+1}} = 0,5/3,5 = 0,159$; следовательно, $PP \approx 3,16$ лет.

Очевидным недостатком рассмотренного показателя является его относительный характер – он не отражает масштаб проекта и соответственно объем полученного результата. Поэтому наряду с PP целесообразно рассчитать величину накопленного чистого эффекта по формуле (13):

$$NPV = \sum_{i=1}^n PP_{цj} - I_0 \quad (28)$$

где n – продолжительность в годах периода оценки эффекта, например, жизненного цикла проекта или прогнозируемого периода. Очевидно, что в

итоге реализации проекта эта величина должна быть положительной, иначе проект убыточен.

Если период реализации проекта больше одного года и величины $ПРч$ существенно различаются по годам реализационного периода, то необходимо учесть изменение ценности денег во времени. В этом случае при расчете по формулам (11 –(13) вместо величин $\Delta ПРч_j$ и $ПРч_{j+1}$ следует использовать их дисконтированные аналоги, получаемые путем деления $\Delta ПРч_j$ и $ПРч_{j+1}$ на $(1 + i)^j$, где i – ставка дисконтирования (целевой уровень годовой доходности инвестируемых средств). Она принимается исполнителем по согласованию с руководителем экономической части проекта. При определении $n_{цj}$ также используются дисконтированные значения ежегодной прибыли. Такая (динамическая) оценка инвестиций является более надежной, особенно при сравнении конкурирующих проектов. В таблице (10) показано, как определяется значение PP для тех же исходных данных, что и в таблице 19, но с учетом убывания реальной стоимости результатов в будущие периоды (годы) относительно периода инвестирования – чем дальше в будущее, тем она меньше на единицу номинального эффекта, принято, что $i=0,1$.

Таблица 19 – Расчет дисконтированного срока окупаемости.

Год	Инвестиции	Номинальная прибыль	Коэффициент дисконтирования $1/(1+0,1)$	Дисконтированная прибыль	Накоплен- ный денежный поток
0	-20	0	1	0	-20
1	-	8	0,9091	7,2728	-12,7272
2	-	6,5	0,8264	5,3716	-7,3556
3	-	5	0,7513	3,7565	-3,5991
4	-	4	0,683	2,732	-0,8671
5	-	4	0,6209	2,4836	1,6165

Здесь 4-й год эксплуатационного периода дает минимум непокрытого остатка (0,8671) от инвестированной суммы в 20 млн. руб., следовательно, $n_{ц_j}=4$. Тогда $\frac{\Delta PR_{ч_j}}{PR_{ч_{j+1}}} = 0,8671/1,6165 = 0,5364$; следовательно, $PP \approx 4,536$ лет.

Заключение

В данной части работы были произведена организация и планирование работ, расчет сметы затрат на выполнение проекта, и оценка экономической эффективности проекта. В ходе проделанной работы была определена цена научно исследовательской работы, она составила 221687,04 руб; определен срок окупаемости инвестиций с учетом изменения ценности денег во времени, он составил 4,5 года.

3. Социальная ответственность

При проектировании технологического процесса изготовления деталей необходимо учитывать воздействие вредных факторов на окружающую среду и человека.

Рабочий при работе на станках подвергается опасности получить травму в следствии несоблюдения техники безопасности. Риск получения травмы появляется в процессе обработки детали стружкой, обрабатываемым изделием, движущимися частями машин и механизмов, а также электрическим током. В течении вспомогательного времени рабочий испытывает физическую нагрузку при установке детали в станок и при установке режущего инструмента и пр. Также на трудоспособность рабочего влияет окружающая среда. Повышенный уровень шума, содержание испарений смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) и других вредных веществ в воздухе, связанных с процессом обработки изделия, а также недостаточная освещённость рабочего места может привести к ухудшению состояния, а в следствии и производительности рабочего.

В процессе производства детали «Сепаратор-ступица» присутствует обработка на токарных и фрезерных станках с ЧПУ, пескоструйная, термическая и химикотермическая обработка.

3.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Согласно ст. 37 Конституции Российской Федерации каждый имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены. Однако на практике не всегда эти требования возможно выполнить. В связи с чем работникам приходится трудиться в тяжелых, вредных, а иногда и опасных условиях.

Статья 219 Трудового Кодекса Российской Федерации (ТК РФ) гарантирует компенсации если рабочий занят на работах с вредными и (или)

опасными условиями труда. Такие гарантии, предоставленные ТК РФ, призваны компенсировать нанесенный работнику ущерб здоровью.

ТК РФ предусматривает следующие компенсации и обязанности:

1. Оплата труда работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, устанавливается в повышенном размере (статья 147 ТК РФ);
2. Сокращенная продолжительность рабочего времени устанавливается для работников, условия труда на рабочих местах которых отнесены к вредным условиям или опасным (статья 92 ТК РФ);
3. Ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск предоставляется работникам, условия труда на рабочих местах которых отнесены к вредным либо опасным (статья 117 ТК РФ);
4. Работники, занятые на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, связанных с движением транспорта, проходят обязательные предварительные (при поступлении на работу) и периодические медицинские осмотры для определения пригодности этих работников для выполнения поручаемой работы и предупреждения профессиональных заболеваний. В соответствии с медицинскими рекомендациями указанные работники проходят внеочередные медицинские осмотры (статья 213 ТК РФ);
5. На работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением, работникам бесплатно выдаются специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты, а также смывающие и (или) обезвреживающие средства (статья 221 ТК РФ);
6. На работах с вредными условиями труда работникам выдаются бесплатно по установленным нормам молоко или другие

равноценные пищевые продукты или же компенсационные выплаты в размере, эквивалентном стоимости молока или других равноценных пищевых продуктов (статья 222 ТК РФ);

Также в соответствии со статьям 27 и 28 Федерального закона "О трудовых пенсиях в Российской Федерации" от 17.12.2001 №173-ФЗ (далее Закон №173-ФЗ) работникам, проработавшим в неблагоприятных условиях некоторый период времени, полагается досрочный выход на пенсию по возрасту.

3.2.Производственная безопасность

Согласно ГОСТ 12.3.002-2014 безопасность производственного процесса — свойство производственного процесса соответствовать требованиям безопасности трудовой и производственной деятельности на всех стадиях его применения, включая приведение его в соответствие с установленными технологическими документами и требованиями охраны труда. Возможные опасные и вредные производственные факторы на производстве классифицированы по ГОСТ 12.0.003-2015 и те, что могут встретиться на выбранном производстве, сведены в таблицу 20

Таблица 20 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы по ГОСТ 12.0.003-2015	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, то есть с аномальным физическим состоянием воздуха (в том числе пониженной или повышенной ионизацией) и (или) аэрозольным составом воздуха	-	+	-	Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003
опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов	+	+	+	Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ

Продолжение таблицы 20

опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума	-	+	+	Уровень шума на рабочих местах. СН 2.2.4/2.1.8.562–96
отсутствие или недостатки необходимого искусственного освещения;	+	+	+	Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95
действие сила тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение твердых, сыпучих, жидких объектов на работающего	-	+	+	Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности ГОСТ 12.3.009-76 ССБТ
неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним, а также жала насекомых, зубы, когти, шипы и иные части тела живых организмов, используемые ими для защиты или нападения, включая укусы	+	+	+	Средства защиты работающих. Общие требования и классификация. ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ

3.2.1. Анализ опасных и вредных производственных факторов

1. В процессе производственной деятельности может происходить локальный нагрев детали. Чтобы предотвратить достижение критических значений этого нагрева применяют СОЖ (смесь масла и воды). Но в процессе механообработки полностью избавиться от нагрева невозможно, потому СОЖ от нагрева в процессе обработки испаряется. Так же в воздух попадают разнообразные вредные вещества, которые образуются в процессе обработки детали (мелкая пыль). Такие посторонние вещества называются вредными, потому что они могут вызвать разного рода заболевания и отклонения от нормального состояния здоровья рабочего.

Исходя из вышесказанного самыми вредными операциями будут операции механообработки (фрезерование и точение) и операция пескоструйной обработки.

2. Согласно ГОСТ 12.1.009-2017 электробезопасность: Система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту персонала от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

3. Шум – звуковые колебания в диапазоне слышимых частот, способные оказать вредное воздействие на безопасность и здоровье работника. Часто с термином "шум" связывают только нежелательные звуковые воздействия. Однако в целях оценки вредного воздействия шума на работника учитывают также звуки в форме речевых сообщений, музыки, звуковых сигналов и т.п. Такое определение шума дает ГОСТ 12.01.003-2014.

4. Неправильно организованное освещение рабочих мест может привести не только к утомлению зрения рабочего, что может вызвать утомление всего организма, но и даже ухудшение зрения и порой даже необратимое. Для глаз вредно как недостаток света, так и его избыток.

5. Проектируемый технологический подразумевает перемещение и обработку тяжелых деталей (вес заготовки составляет 39,4 кг). Подъем деталей такого веса вручную может привести к физическим травмам, не говоря уже о их падении даже с не большой высоты.

6. По окончании операций механообработки на деталях могут оставаться задиры и заусенцы. Так же заточка режущего инструмента может быть настолько острой, что рабочий может получить травмы при неосторожной работе с ними (порезы).

Все эти вредные факторы могут в разной степени влиять на здоровье и состояние рабочего, а иногда и на его жизнь. Из вышесказанного следует, что на предприятии необходимо принять мероприятия по защите персонала от этих вредных факторов или хотя бы минимизировать их влияние на состояние рабочего в процессе выполнения своих трудовых обязанностей.

3.2.2. Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на работающего

С целью минимизации воздействий на организм рабочего необходимо принять следующие меры:

1. Обеспечения изоляции зоны обработки детали и обеспечение вытяжки и циркуляции воздуха (вентиляции). В проектируемом технологическом процессе необходимо применить общую и локальную обще-вытяжную вентиляцию. Общая вентиляция необходима для рециркуляции свежего воздуха участкам в целом, а локальная вентиляция необходима для вентиляции зоны обработки в процессе выполнения технологических операций. Локальная вентиляция гарантирует минимизацию влияния вредных примесей в воздухе в процессе «разгерметизации» зоны обработки по окончании операций.

2. Для предотвращения поражения электрическим током все металлорежущее оборудование должно быть надежно заземлено, токоведущие провода и кабели необходимо изолировать. В электрических

шкафах необходимо применять защитно-отключающие устройства. Недоступность токоведущих частей электроустановок необходимо обеспечить размещением их на необходимой высоте, оснастить ограждением от случайных соприкосновений. Все места, в которых рабочий может получить поражение электрическим током должны быть выделены и обозначены специальными предупреждающими знаками.

3. Для борьбы с шумом на производственных участках необходимо использовать коллективные и индивидуальные средства защиты. К индивидуальным средствам относятся: беруши и противοшумные наушники. К коллективным средствам защиты относятся акустические экраны, звукоизолирующие кожухи, так же применяют звукопоглощающие облицовки для технологического оборудования. При проектировании производственных участков следует отделять малοшумные помещения от помещений с интенсивными источниками шума.

4. Для оптимизации освещения на рабочих местах необходимо оборудовать некоторые станки индивидуальными светильниками, с возможностью регулировки с целью достижения оптимальной освещенности, согласно санитарным нормам. Так же необходимо применять комбинированное освещение т.к. естественная освещенность имеет свойство изменяться в зависимости от времени дня, года и метеорологических условий. Искусственное общее освещение должно располагаться в верхней зоне помещений и по возможности в непосредственной близости рабочей зоны.

5. Перемещение изготавливаемой детали вручную разрешено только после операции 030 Токарная с ЧПУ. Связанно это с большим весом заготовки (39,4 кг). На операциях 010 Токарная 015 и 030 Токарная с ЧПУ производится основной сьем материала и потеря заготовкой большей части своего веса. Рабочим необходимо выделить специальную обувь и перчатки, которая не допустит травм рабочего при падении тяжелого полуфабриката на руки или ноги.

6. Для предотвращения травм рабочего персонала от заусенцев, задигов и кромок режущего инструмента рабочего необходимо снабдить специальными кевларовыми перчатками (тканевые перчатки с вплетённой внутрь металлической нитью), т.к. иногда рабочему придется убирать стружку.

3.3. Экологическая безопасность

Разработанный технологический процесс изготовления детали «Сепаратор-ступица» не является вредным, не имеет значительных выбросов вредных веществ и пыли в атмосферу. Выбросы соответствуют допустимым по ГОСТ 17.2.3.02-2014, поэтому их очистка не предусмотрена.

В процессе производства образуются отходы, которые при соответствующей обработке могут быть использованы повторно, для промышленной продукции. Отработанную СОЖ необходимо собирать в специальные ёмкости. Водную и масляную фазу можно использовать в качестве компонентов для приготовления эмульсий. Масляная фаза эмульсий может поступать на регенерацию или сжигаться. Масляная мелкая стружка и пыль, по мере накопления подлежат сжиганию. Крупная стружка прессуется в брикеты для дальнейшей переработки на металлургическом заводе.

3.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации (ЧС) можно разделить на три основные группы:

- ЧС техногенного характера (пожары, взрывы, обрушение зданий, различные выбросы радиоактивных веществ (РВ), биологически опасных веществ (БОВ), аварийно-химических веществ (АХОВ) и т.д.;
- ЧС природного характера (геофизические – землетрясения, извержения вулканов; метеорологические – бури, ураганы, смерчи; гидрологические – цунами, половодье и т.д.; природные пожары);

- ЧС экологического характера (эрозия, опустынивание, разрушение озонового слоя, загрязнение водной среды).

Наиболее вероятным ЧС является возникновение пожара при несоблюдении норм пожарной безопасности или вследствие короткого замыкания. С целью предупредительных мероприятий по противодействию данной ЧС были разработаны следующие мероприятия: порядок действий должностного лица при возникновении пожара и план эвакуации.

Порядок действий должностного лица ответственного за пожарную безопасность, при возникновении пожара (согласно утвержденным МЧС Правилам ППБ № 01-03):

- Дублирует информацию о пожаре, ставит в известность вышестоящее начальство;
- Организует спасение людей из зоны пожара;
- Отвечает за отключение электроэнергии, остановку работы всех устройств и оборудования, технологических процессов производства, прекращение всех остальных видов работ (кроме тех, которые связаны с ликвидацией возгорания);
- Удаляет на безопасное расстояние всех людей, не принимающих участие в пожаротушении;
- Осуществляет руководство до прибытия работников МЧС;
- Следит за безопасностью работников, осуществляющих тушение огня, от поражения током, удушья, ожогов и т.д.;
- Одновременно организует перевозку ценного оборудования, имущества предприятия.

Для предотвращения ЧС в виде пожара необходимо использовать следующие меры:

- Утвердить ответственное лицо/отдел организующую работу по обеспечению противопожарной безопасности на производстве;
- Производить подробный инструктаж для сотрудников по пожарной безопасности;

- Обеспечить помещения предприятия средствами тушения возгораний, а также автоматическими средствами по обнаружению возгораний;
- Отведение специальных мест для курения;
- Разработать и разместить планы эвакуации при пожаре на видных местах (рисунок 15).

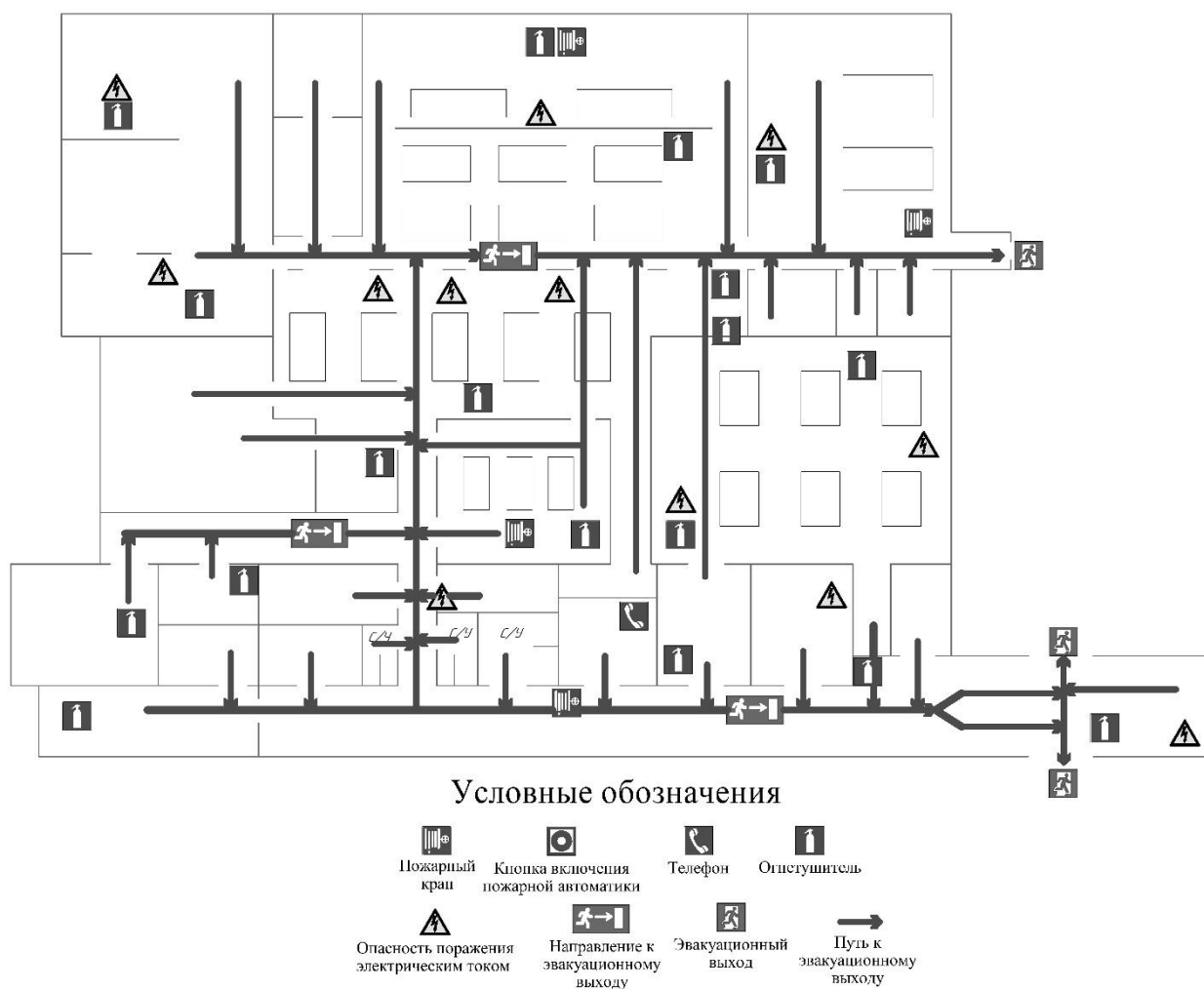


Рисунок 15. План эвакуации

Заключение

В ходе проделанной работы было выяснено, что данный технологический процесс не относится к вредным, были выявлены участки с вредными производственными факторами, разработаны меры по уменьшению вредного воздействия на здоровье людей, задействованных на данном производстве, а также предприняты меры по предотвращению наиболее вероятной ЧС – пожара. Возможность внедрения мероприятий по защите персонала предприятия от действия опасных и вредных факторов высока, но потребует дополнительных средств на стадии реализации данного производства.

Список литературы

1. Балла, О.М. Обработка деталей на станках с ЧПУ. Оборудование. Оснастка. Технология: Учебное пособие. СПб : Издательство "Лань", 2015. стр. 368. ил..
2. Должиков, В.П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: Учебное пособие. Томск : Изд-во ТПУ, 2003. стр. 324.
3. Перышкин, А. В. Физика. 7 кл.: учеб. для общеобразоват. учреждений. 10-е изд. доп. М. : Дрофа, 2006. стр. 192 с, : ил.
4. Гуляев, А. П. Металловедение. Учебник для вузов. 6-е изд., перераб. и доп. М. : Металлургия, 1986. стр. 544.
5. Бернштейн, М. Л., Болховитинов, Н. Ф. и Виноград, М. И. и др. Справочник по машиностроительным материалам. [ред.] Под редакцией Погодина-Алексеева Г. И. Москва : МАШГИЗ, 1959. стр. 909. Т. 1.
6. Худобин Л.В., Гурьянихин В.Ф., Берзин В.Р. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов. М. : Машиностроение, 1989. стр. 288. ил..
7. Пахомов Д.С., Схиртладзе А.Г., Чуваков А.Б. Основы проектирования технологических процессов и подготовки операций для станков с ЧПУ: учебник. Старый Оскол : ТНТ, 2016. стр. 392.
8. Горбачев А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов. Стереотипное. Перепечатка с издания 1983 г. М. : Альянс, 2015. стр. 256.
9. Дальской А.М., Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Суслов А.Г. Справочник технолога-машиностроителя в 2 т. [ред.] под ред. А.М. Дальского, и др. 5-е изд., исправл. М : Машиностроение-1, 2003. стр. 913. Т. 1, ил..
10. Должиков, В.П. Основы программирования и наладки станков с ЧПУ: Учебное пособие. Томск : Изд-во ТПУ, 2011. стр. 144.
11. Ординарцев И.А., Филиппов Г.В., Шевченко А.Н. и др. Справочник инструментальщика. [ред.] И.А. Ординарцев. Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1987. стр. 846. ил..

12. Безъязычный, В. Ф., Аверьянов, И. Н. и Кордюков, А. В. Расчет режимов резания. Учебное пособие. Рыбинск : РГАТА, 2009. стр. 185.
13. Барановский, Ю.В. Режимы резания металлов / Научно-исследовательский институт технологии автомобильной промышленности. [ред.] под ред. Ю.В. Барановского. 3-е изд., перераб. и доп. Москва : Машиностроение, 1972. стр. 407. ил.
14. SECO. [В Интернете] https://www.secotools.com/article/p_02730824.
15. Металлорежущий инструмент Korloy 2018-2019. [В Интернете] http://www.korloy.com/en/ebook/2018-2019%20KORLOY%20CUTTING%20TOOLS_RU/assets/contents/download.pdf.
16. Фезы GARANT. <https://www.hoffmann-group.com/RU/ru/horu/%D0%9C%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%BD%D1%8B%D0%B9-%D1%80%D0%B5%D0%B6%D1%83%D1%89%D0%B8%D0%B9-%D0%B8%D0%BD%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82/%D0%A4%D1%80%D0%B5%D0%B7%D1%8B-%D0%B8%D0%B7-%D0%>. [В Интернете]
17. Метчики IZAR. [В Интернете] <http://izartool.ru/katalog/metchiki/>.
18. Морозов, И. М., Гузеев, И. И. и Фадюшин, С. А. Техническое нормирование операций механической обработки деталей: Учебное пособие. Компьютерная версия. 2-е изд., перер. Челябинск : ЮУрГУ, 2005. стр. 56.
19. Сайт поиска вакансий и статистики Trud. [В Интернете] <https://www.trud.com/>.
20. Конотопский, В.Ю. Методические указания к выполнению раздела «Финансовый менеджмент, ресур-соэффективность и ресурсосбережение» для всех специальностей. Томск : Изд-во Томского Политехнического университета, 2015. стр. 29.
21. Трембач Е.Н., Мелетьев Г.А., Схиртладзе А.Г. и др. Резание материалов: учебник. 4-е изд., перераб. и доп. Старый Оскол : ТНТ, 2010. стр. 512.
22. Петухов А.В., Мельников Д.В., Быстренков В.М. Системы автоматизированного проектирования технологических процессов: учебное пособие. М-во образования Респ. Беларусь : Гомель. гос. техн. ун-т им. П.О. Сухого, 2011. стр. 144.

23. Пашкевич М.Ф. и др. Технология машиностроения. Курсовое и дипломное проектирование: учеб. пособие. [ред.] Пашкевич М.Ф. Минск : Изд-во Гревцова, 2010. стр. 400. ил..
24. Матвеев В.В., Бойков Ф.И., Свиридов Ю.Н. Проектирование экономических технологических процессов. Челябинск : Юж.-Урал. Кн. Изд-во, 1979. стр. 111. ил..
25. Маталин, А.А. Технология машиностроения: Учебник для машиностроительных вузов по специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты». Л. : Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1985. стр. 496. ил..
26. Лебедев Л.В., Погонин А.А., Схиртладзе А.Г., Шрубченко И.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие. Старый Оскол : ТНТ, 2011. стр. 424.
27. Кожевников Д.В., Кирсанов С.В. Режущие инструменты: Учебное пособие. Томск : Изд-во ТПУ, 2004. стр. 245. ил..
28. Дальской А.М., Суслов А.Г., Косилова А.Г., Мещеряков Р.К. Справочник технолога-машиностроителя в 2 т. [ред.] Сусллова А.Г., Косиловой А.Г., Мещерякова Р.К. Дальского А.М. 5-е изд., исправл. М. : Машиностроение-1, 2003. стр. 944. Т. 2, ил..
29. Гуртяков, А.М. Металлорежущие станки: учебное пособие. 3-е изд., перераб. и доп. Томск : Изд-во ТПУ, 2008. стр. 355.
30. Вердашкин, Б.Н. и др. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. [ред.] Б.Н. Вардашкин и др. М. : Машиностроение, 1984. стр. 1248. Т. 1, ил..
31. Беянин, П.Н. Промышленные роботы. М. : Машиностроение, 1975. стр. 400. ил..
32. Ансеров, М.А. Приспособления для металлорежущих станков. М. : Машиностроение, 1975. стр. 656.
33. Sandvic Coromant Россия/СНГ . [В Интернете]
https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/knowledge/materials/workpiece_materials/workpiece_material_groups/pages/workpiece-material-groups.aspx.

34. Панов, А. А., Аникин, В. В. и Бойм, Н. Г. и др. Обработка металлов резанием: Справочник технолога. [ред.] Под общей ред. А.А. Панова. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Машиностроение, 2004. стр. 784.
35. Браун, М. П. Влияние легирующих элементов на свойства стали. [ред.] А. М. Новик. Киев : Государственное издательство технической литературы УССР, 1962. стр. 192.

Приложение А
Чертеж детали «Сепаратор-ступица»

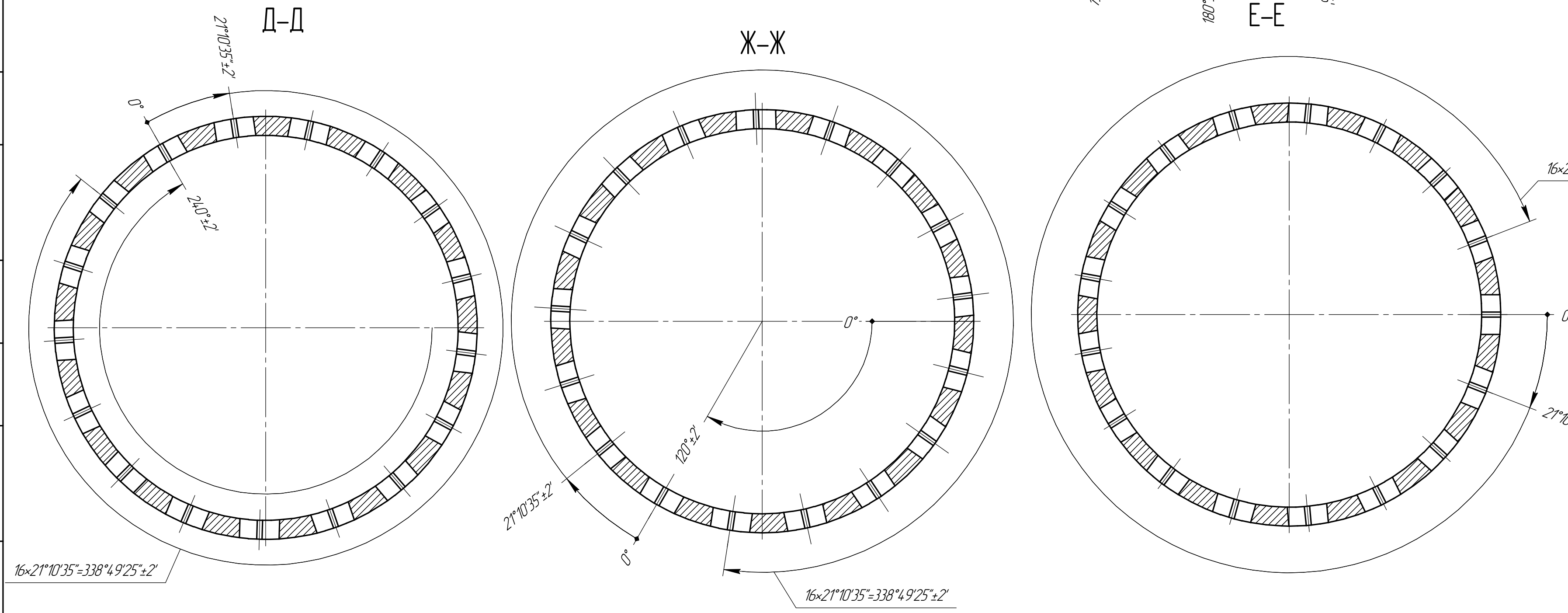
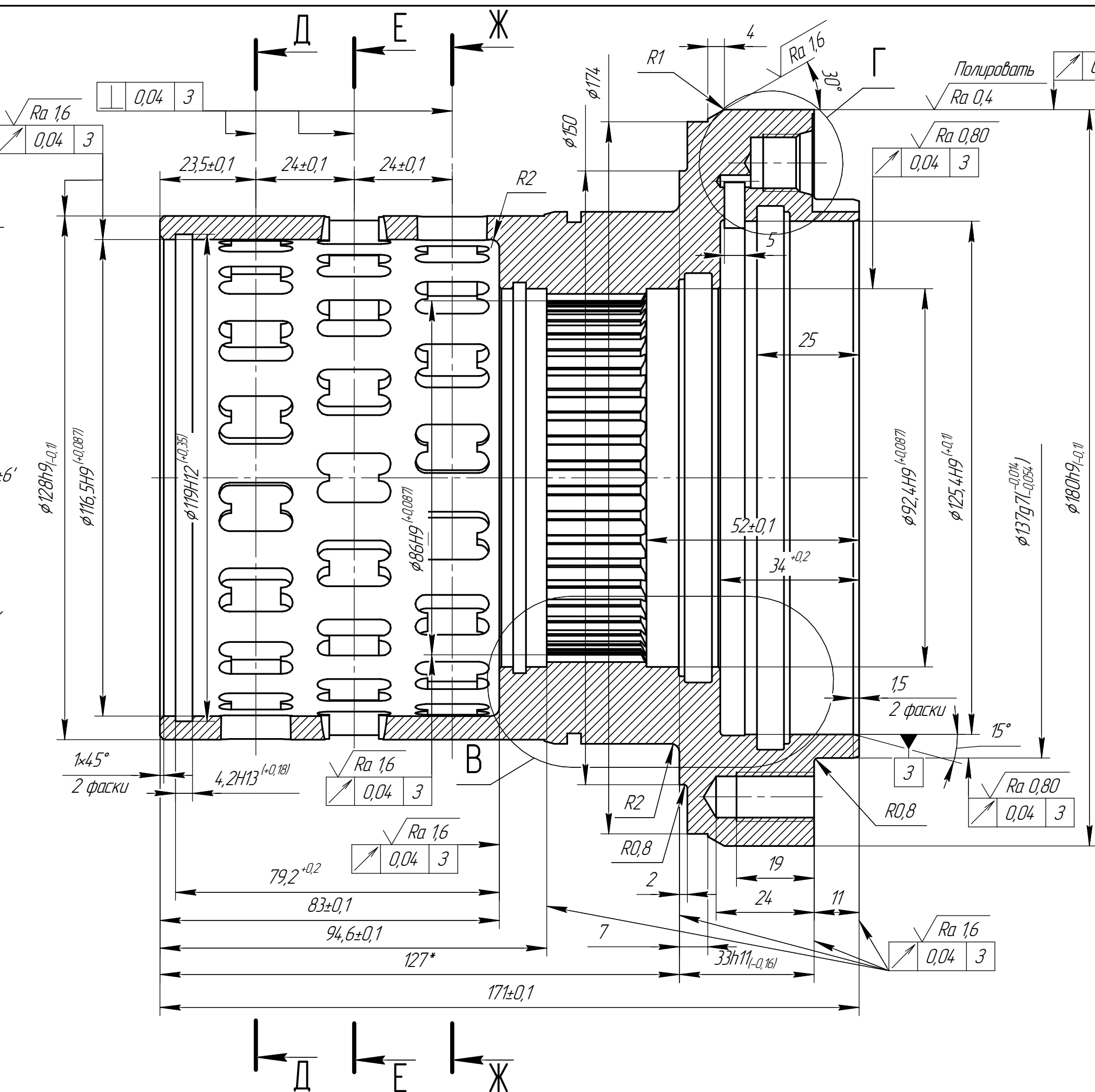
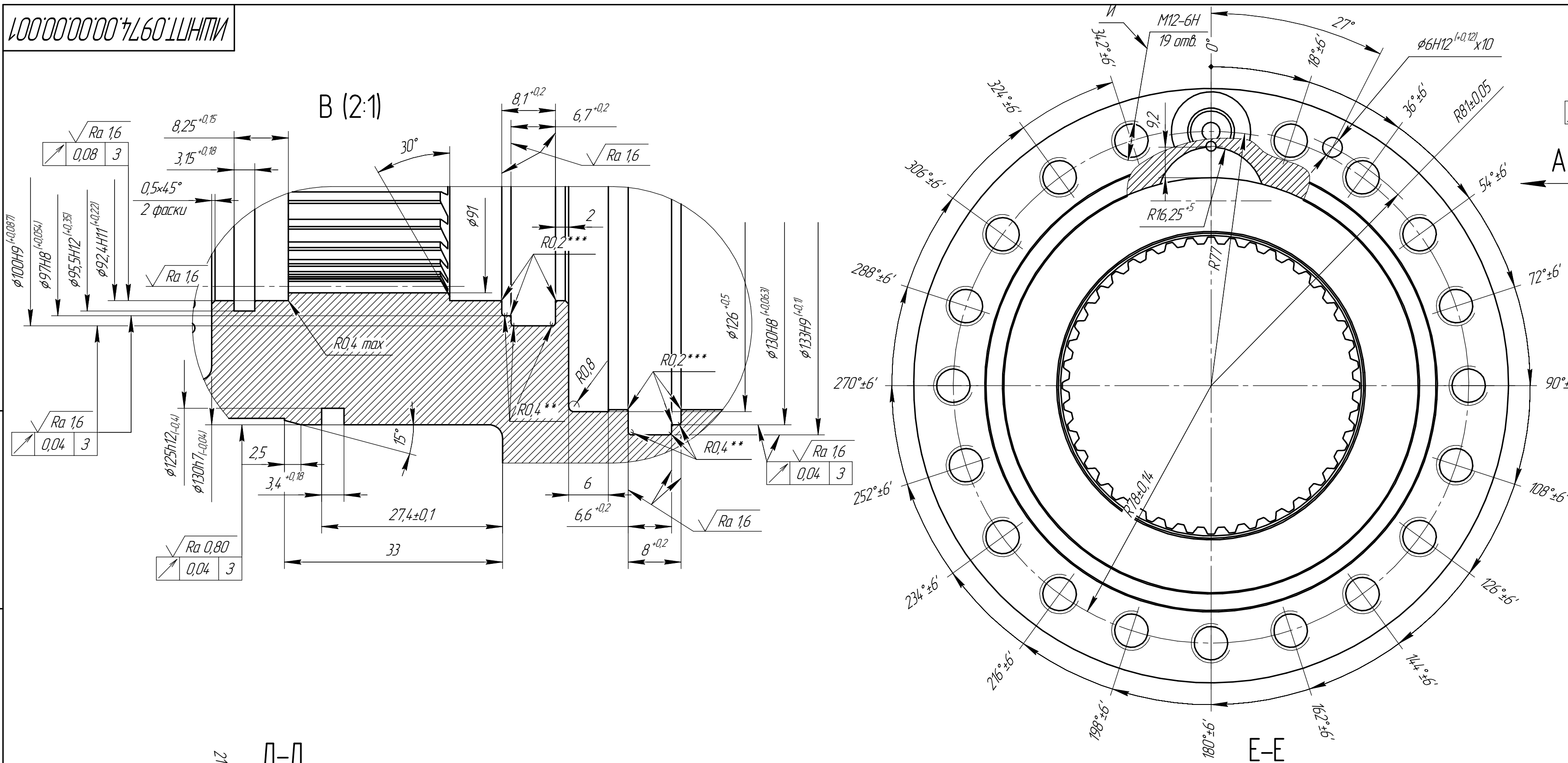
$A(2:1)$

Technical drawing of a mechanical part, labeled "Fig. 1". The part is a rectangular plate with rounded ends and a central slot. Dimensions include a total width of 17,9 mm, a central slot width of 12,14 mm, and a slot depth of 16 mm. Surface roughness is specified as Ra 1,6. The drawing includes a scale bar from 0 to 3 mm and a note "120101005".

1. 42...47 НРС.
2. Азотировать h 0,15...0,2 550...750 НВ.
3. * Размеры для справок.
4. ** Размеры обеспеч. инстр.
5. *** Скругление допускается выполнять любой кривой линией, не выходящей за пределы указанного радиуса с шероховатостью Ra 1,6.
6. На поверхностях $\phi 116,5H9$ и $\phi 128h9$ допускаются следы операций, предшествующих финишной.
7. Общие допуски по ГОСТ 30893,2-мН.
8. Покрытие Хим. Окс. прм. Площадь покрытия 16,1 дм².

						ИШНПТ.0974.00.00.00.001			
Изм./Лист		№ докум.	Подп.	Дата		Лист		Масса	Масштаб
Разраб.					Ступица-сенаратор	4		6,63	1:1
Проб.						Лист		Листов	1
Т.контр.									
И.контр.					Круж	B2-190 ГОСТ 2590-2006		ТПУ ИШНПТ	
Умб.						40X ГОСТ 4543-2016		гр. 4A51	

Копировал	Формат	A3x3
-----------	--------	------

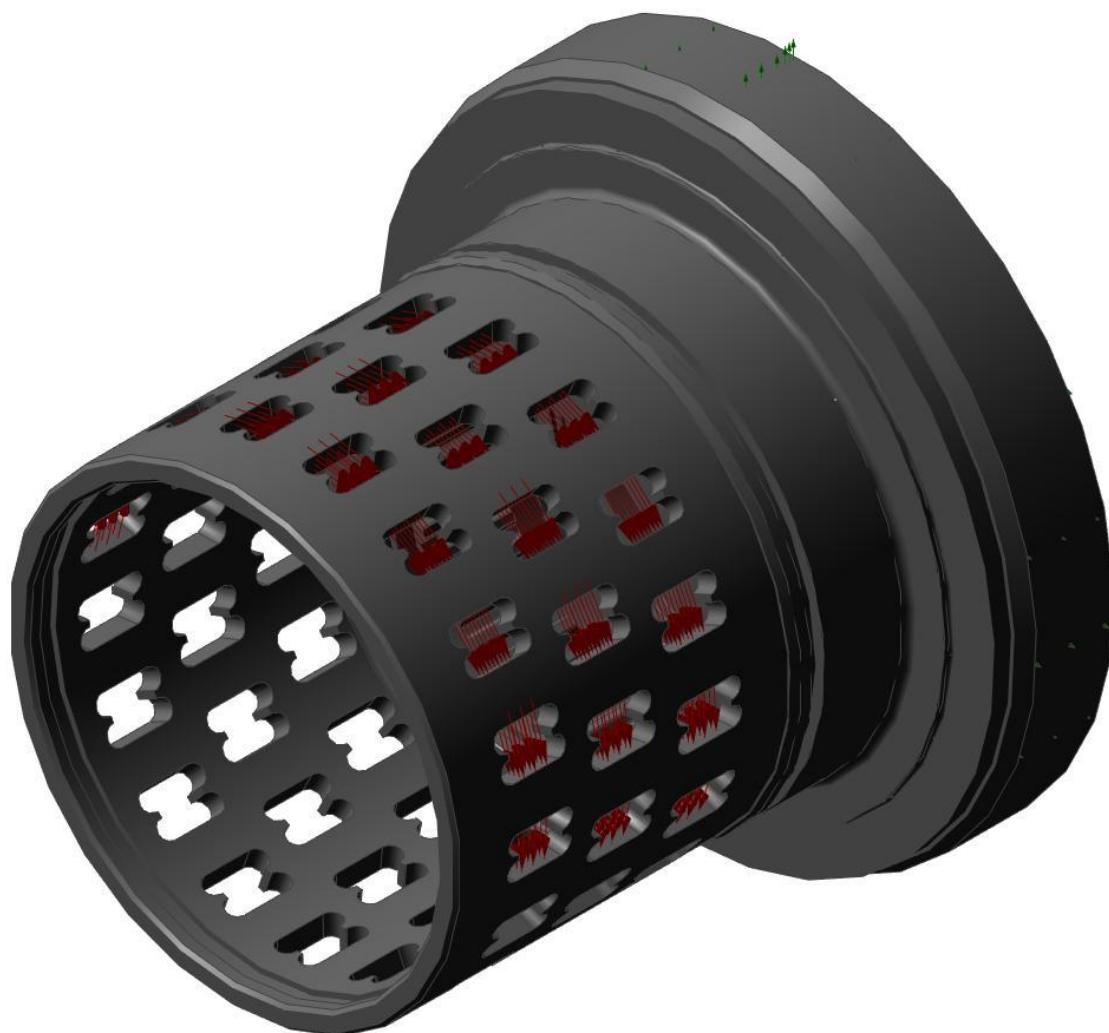


10. Взаимное угловое положение начал отсчета отверстий И, К произвольное.

Приложение Б

Обеспечение эксплуатационных свойств детали «Сепаратор-ступица»

Модель



Название материала: **Сталь**

Предел текучести [МПа]	235	По-умолчанию
Модуль упругости нормальный [МПа]	200000	По-умолчанию
Коэффициент Пуассона	0.3	По-умолчанию
Плотность [кг/м^3]	7800	По-умолчанию
Температурный коэффициент линейного расширения [1/С]	0.000012	По-умолчанию
Теплопроводность [Вт/(м*С)]	55	По-умолчанию
Предел прочности при сжатии [МПа]	410	По-умолчанию
Предел выносливости при растяжении [МПа]	209	По-умолчанию
Предел выносливости при кручении [МПа]	139	По-умолчанию

Информация о нагрузках

Наименование	Выбранные объекты	Параметры нагрузки
Давление: Давление:1	Грани: 27	Величина: 12000 Н

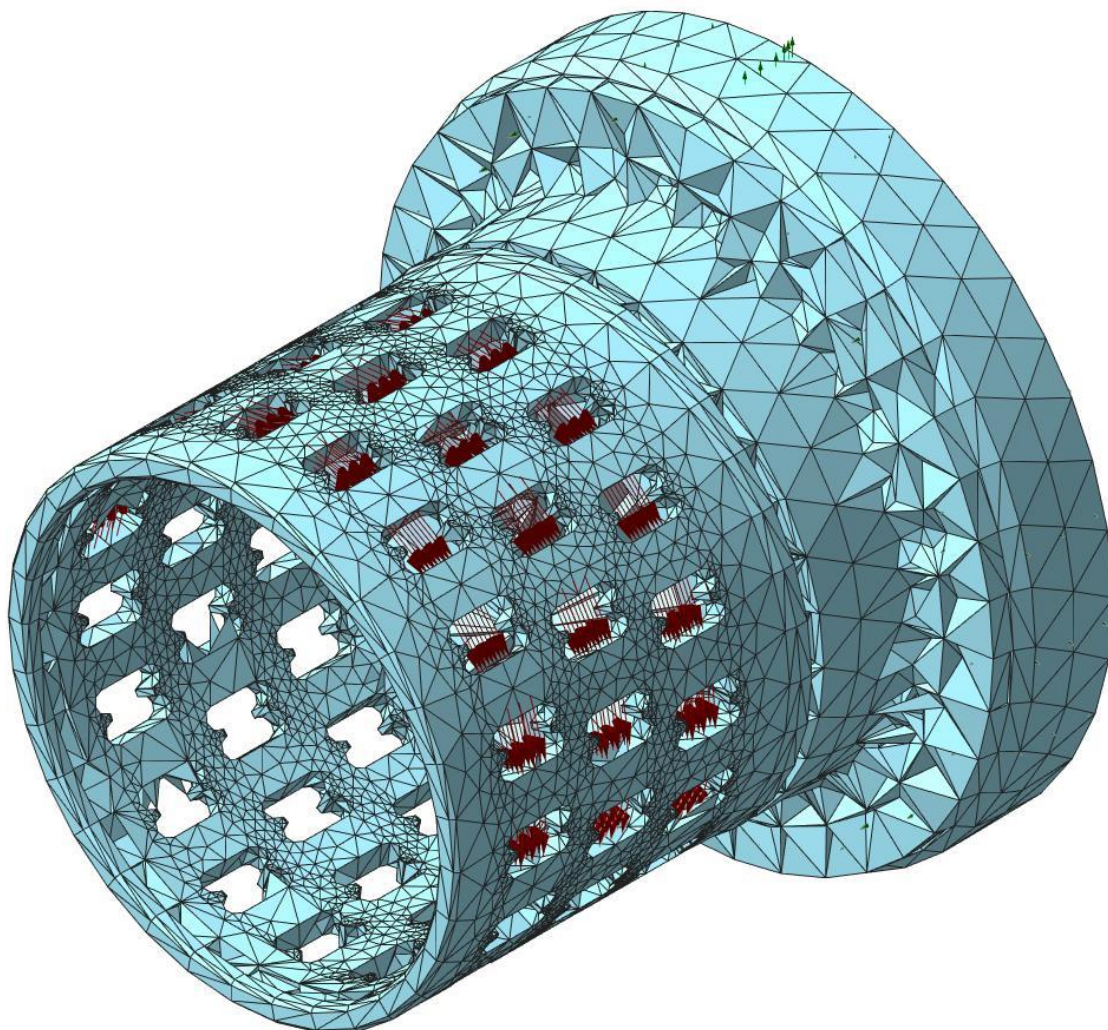
Информация о закреплениях

Наименование	Выбранные объекты	X [мм]	Y [мм]	Z [мм]	Rot. X [град]	Rot. Y [град]	Rot. Z [град]
Закрепление: Закрепление:1	Грани: 20 Рёбра: 1	Запрещ.	Запрещ.	Запрещ.	-	-	-

Конечно-элементная сетка

Параметры и результаты разбиения

Наименование	Значение
Тип элементов	4-х узловые тетраэдры
Максимальная длина стороны элемента [мм]	15
Максимальный коэффициент сгущения на поверхности	2
Коэффициент разрежения в объеме	1
Количество конечных элементов	248132
Количество узлов	46544



Результаты

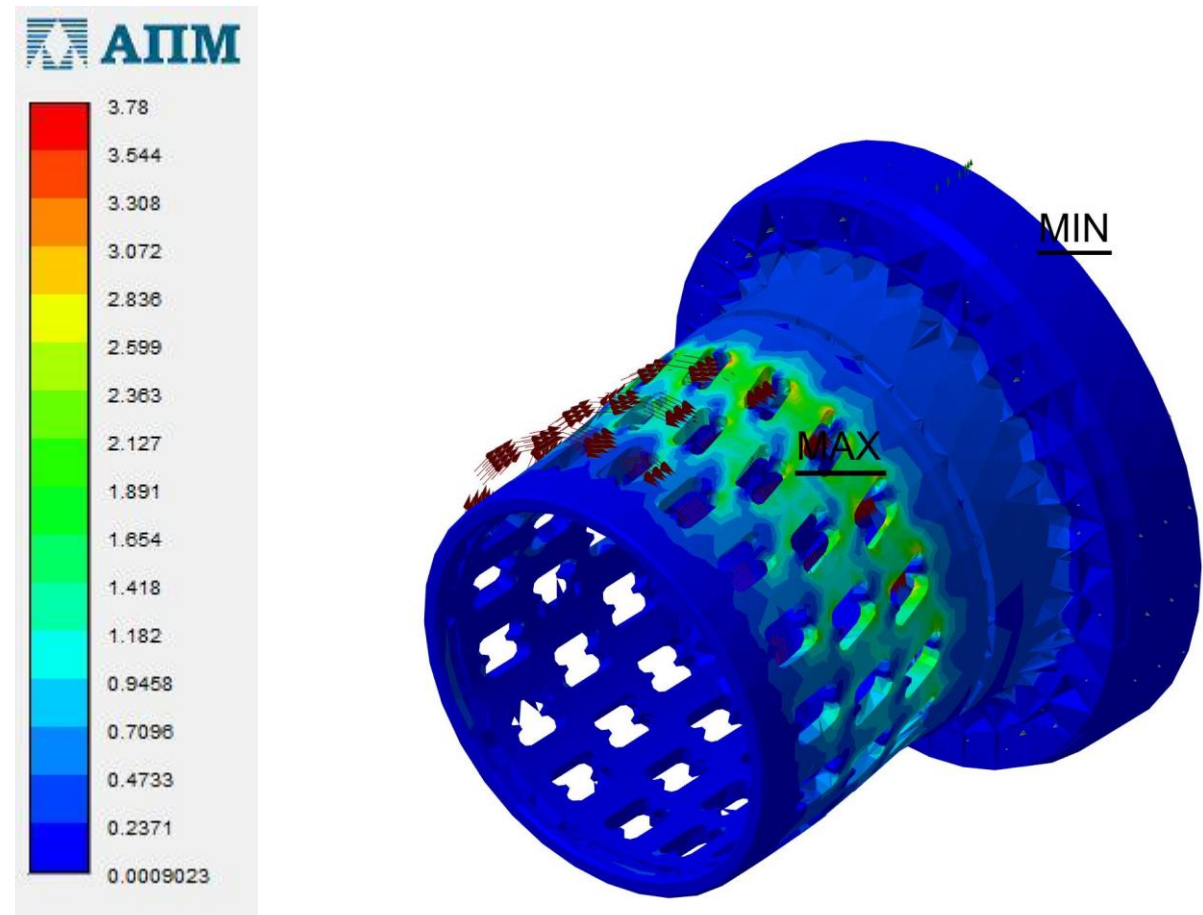
Расчетным ядром системы APM FEM для КОМПАС-3D является программное средство «Конечно-элементная программная система APM Structure3D», имеющее Аттестационный паспорт №330 от 18.04.2013 г., выданный Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор), ФБУ "НТЦ ЯРБ"

Инерционные характеристики модели

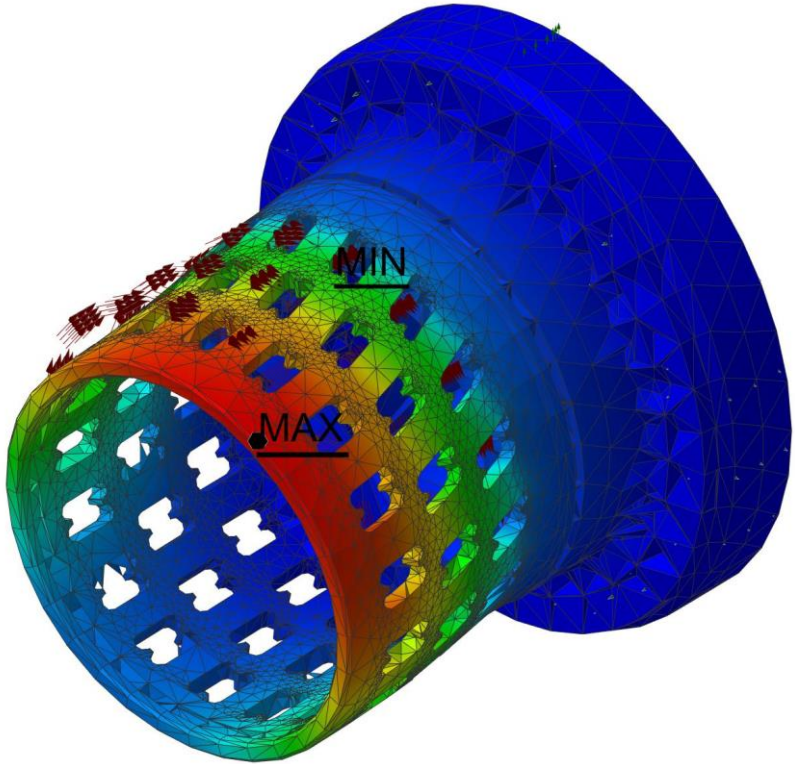
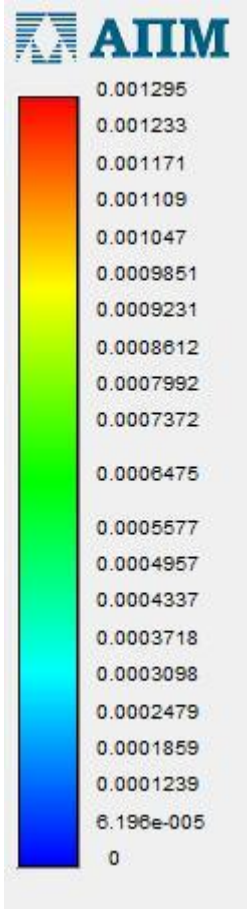
Наименование	Значение
Масса модели [кг]	6.714455
Центр тяжести модели [м]	(0.000411 ; -0.000184 ; 0.056356)
Моменты инерции модели относительно центра масс [кг*м ²]	(0.024343 ; 0.024442 ; 0.029142)
Реактивный момент относительно центра масс [Н*м]	(-7.367567 ; -21.200083 ; 28.610397)
Суммарная реакция опор [Н]	(-304.714861 ; 118.841986 ; 0)
Абсолютное значение реакции [Н]	327.069663
Абсолютное значение момента [Н*м]	36.36316

Результаты статического расчета

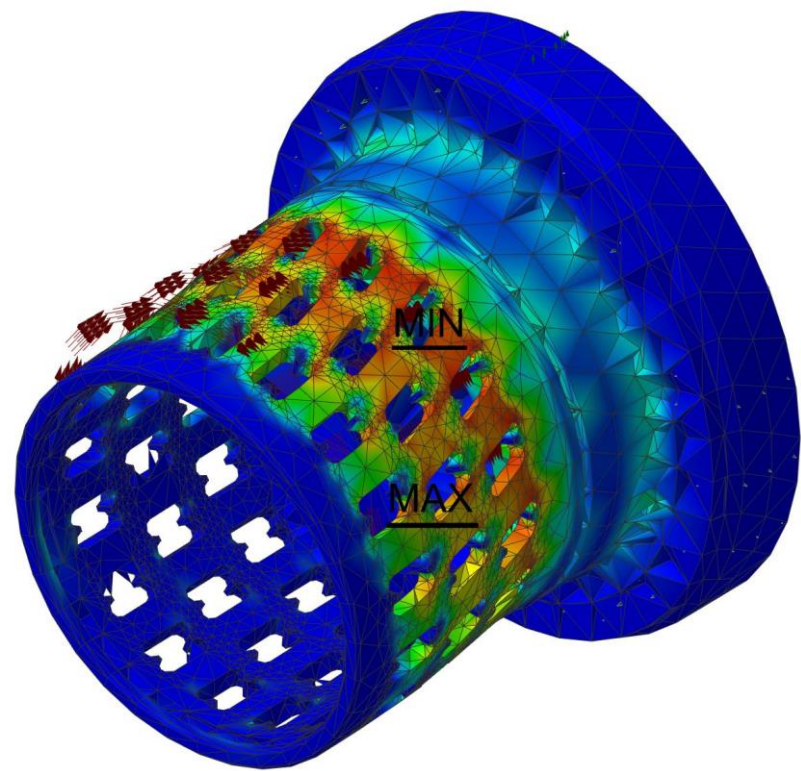
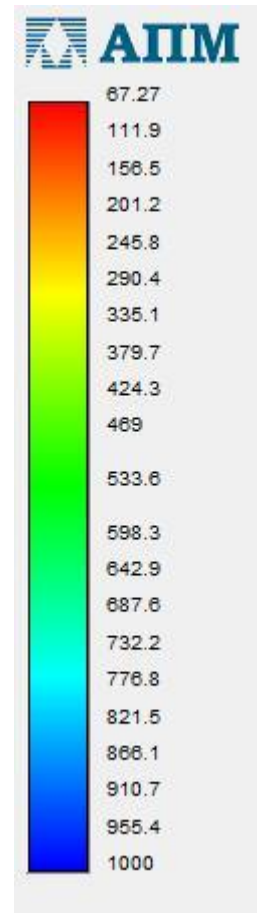
Наименование	Тип	Минимальное значение	Максимальное значение
Эквивалентное напряжение по Мизесу	SVM [МПа]	0.000902	3.780455



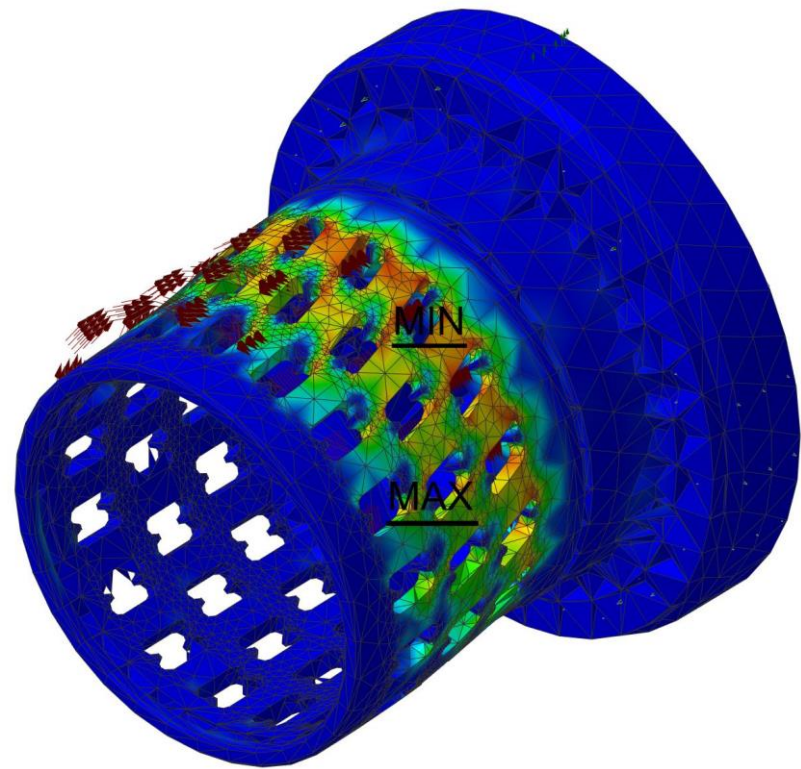
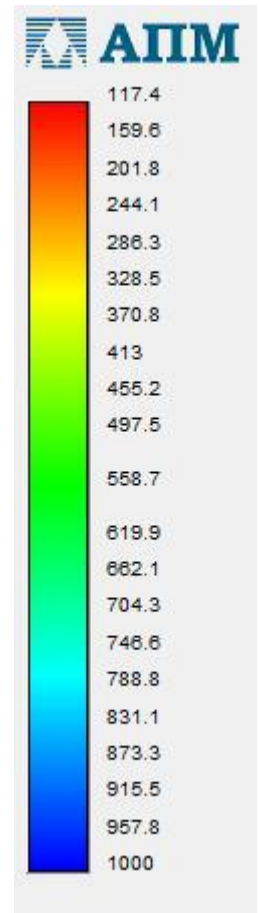
Наименование	Тип	Минимальное значение	Максимальное значение
Суммарное линейное перемещение	USUM [мм]	0	0.001295



Наименование	Тип	Минимальное значение	Максимальное значение
Коэффициент запаса по текучести		67.266393	1000



Наименование	Тип	Минимальное значение	Максимальное значение
Коэффициент запаса по прочности		117.358387	1000



Приложение В

Комплект технологической документации

Дудл.			
Взам.			
Подп.			

--	--	--	--	--

	НИ ТПУ	ИШНПТ0974.00.00.00		ИШНПТ 4А51
--	--------	--------------------	--	------------

	Сепаратор-ступица					
--	-------------------	--	--	--	--	--

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

Комплект технологической документации
на технологический процесс механической обработки
детали «Сепаратор-ступица»

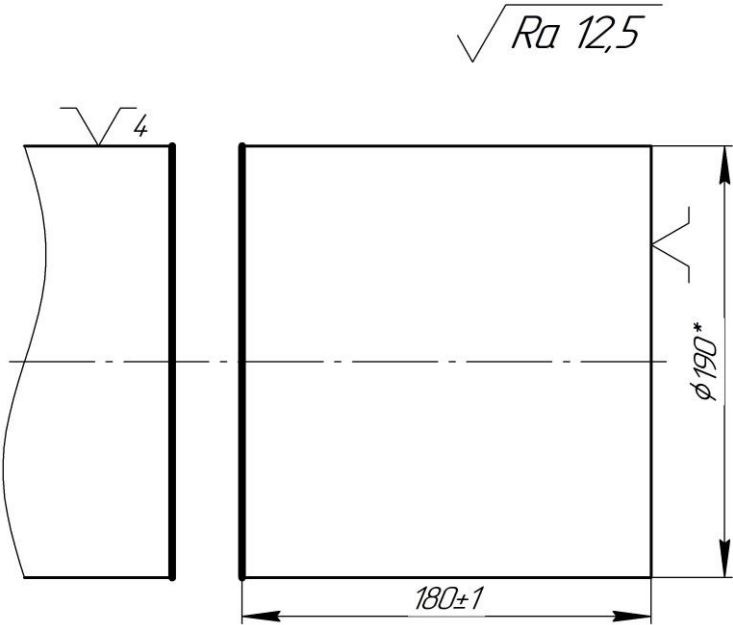
Проверил: руководитель
Ефременков Е.А.

Выполнил: студент группы 4А51
Мальшев А.В.

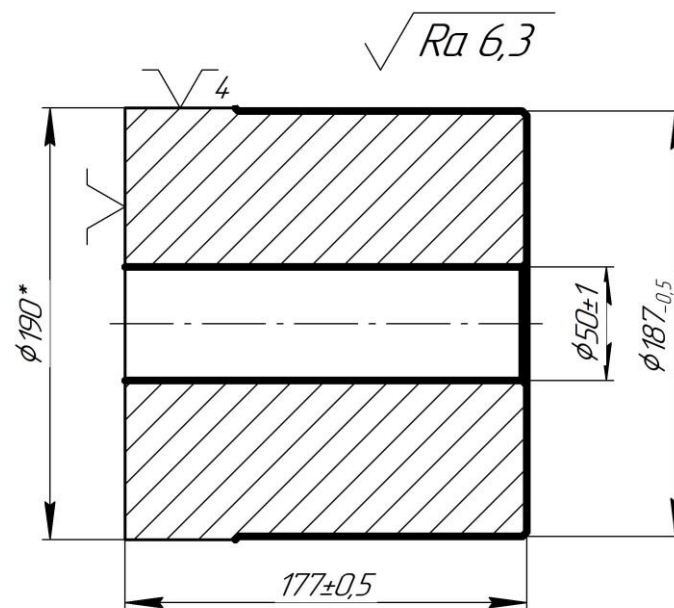
[illegible]

Дубл.															
Взам.															
Подп.															
												3	3		
										ИШНПТ0974.00.00.00					
													ИШНПТ 4А51		
А	цех	Уч.	Рм	Опер.	Код, наименование операции			Обозначение документа							
Б	Код, наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИДД	ЕН	ОП	К шт.	Тп.э	Т шт.
А33	095 Промывочная					мойщик – сццильщик	3		1	5		30		20	6
Б34	Ванна промывочная ВП-6.8.10/0,7														
А35	100 Контрольная					контролер	4		1	1		30		20	10
А36	105 Химикотермическая					термист	3		1	5		30		480	240
А37	110 Полировальная					токарь	5		1	1		30		10	15
Б38	Токарный станок 1М63														
А39	115 Промывочная					мойщик – сццильщик	3		1	5		30		20	6
Б40	Ванна промывочная ВП-6.8.10/0,7														
А41	120 Контрольная					контролер	3		1	1		30		20	6
А42	125 Консервация					мойщик – сццильщик	3		1	1		30		20	7
МК														4	

Дудл.													
Взам.													
Подп.													
								2				1	
Разраб.	Малышев А.В.			НИ ТПУ	ИШНПТ0974.00.00.00				ИШНПТ 4А51				
Провер.	Ефременков Е.А.												
Н.контр.	Ефременкова С.К.			Сепаратор-ступница								005	



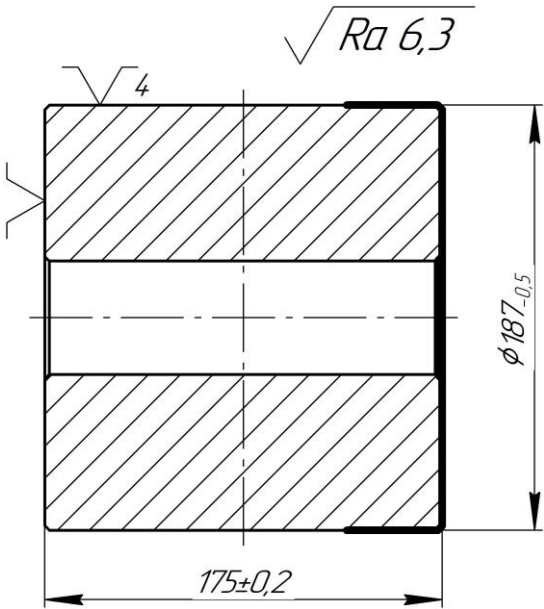
* Размер для справок

[illegible]

* Размер для справок

[illegible]

Дудл.														
Взам.														
Подл.														
												2		1
									ИШНПТ0974.00.00.00					ИШНПТ 4А51



Дудн.			
Взам.			
Подп.			

[illegible]

			2	2
--	--	--	---	---

Разраб.	Малышев А.В.			НИ ТПУ	ИШНПТ0974.00.00.00		ИШНПТ 4А51		
Провер.	Ефременков Е.А.								
				Сепаратор-ступница				010	
Н.контр.	Ефременкова С.К.								

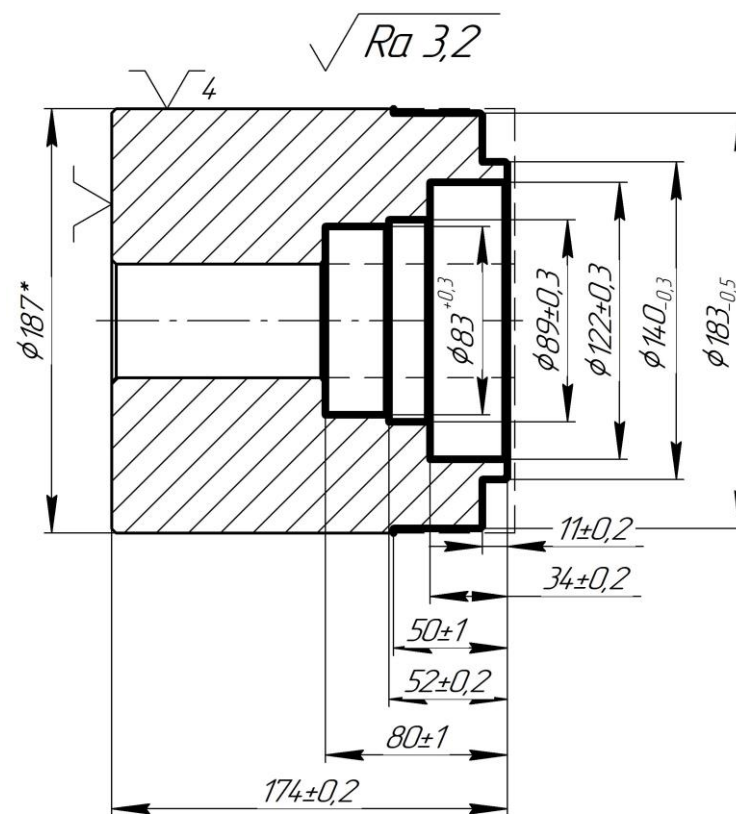
Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
Токарная (установ Б)	Сталь 40Х ГОСТ 4543-2016	42...47 HRC	к2	6,63	Ø190х180	39,4	1

Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	T_o	T_δ	$T_{п.з.}$	$T_{шт.}$	СЖ
------------------------------	-----------------------	-------	------------	------------	-----------	----

Токарный станок 1М62			10	5	ТУ 0258-017-00148843-2002
----------------------	--	--	----	---	---------------------------

[illegible]

										4	1
						ИШНПТ0974.00.00.00	ИШНПТ 4A51				



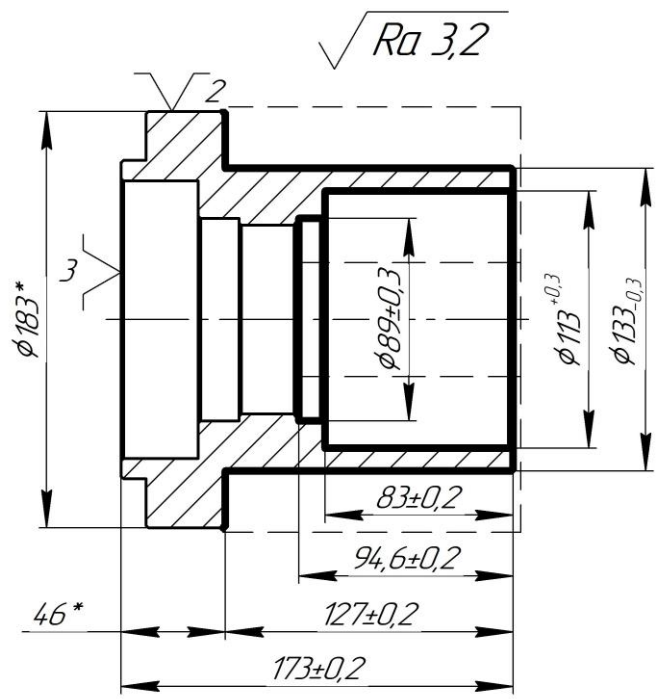
* Размер для справок

[illegible]

								1	1	
				НИ ТПУ	ИШНПТ0974.00.00.00			ИШНПТ 4А51		
					Токарная ЧПУ (установ А)					
				Оборудование, устройства ЧПУ			Особые указания			
				Токарный станок HAAS ST-30, УЧПУ HAAS						
				Кодирование информации, содержание кадра			Кодирование информации, содержание кадра			
				%			T505 (РАСТОЧНОИ)			
				00974.1 (ИШНПТ.0974.00.00.00 SEPARATOR-STYPICA 010 А)			G50 S2000			
				T101 (ПРОХОДНОИ)			G97 S250 M03			
				G50 S2000 M03			G96 S220			
				G96 S220			G00 X50. Z9.			
				G00 X188. Z9.			G00 Z0.2			
				M31			M08			
				M08			G71 P105 Q107 D2. F0.2			
				G00 Z2.			N105 G00 X124.			
				G72 P101 Q102 D2. F0.2			G01 G41 Z0.			
				N101 G00 Z0			X122. K-1.			
				G01 X50.			Z-34.			
				N102 G00 W0.1			X89. K-1.			
				G00 X187. Z0.2			Z-52.			
				G71 P103 Q104 D2 F0.2			X83.15 K-1.			
				N103 G00 X137.			Z-80.			
				G01 G42 Z0.			X50.			
				G01 X139.85 K-1.			N107 G40 X50.			
				Z-11.			G00 Z10.			
				X182.75 K-1.			G00 G53 X0. Z0.			
				Z-50.			M30			
				X187.			%			
				N104 G40 X185.						
				G00 G53 X0. Z0.						
				M01						
Дудл.	Взам.	Подл.		ККИ					15	

Дудл.			
Взам.			
Подп.			

										4	1
					ИШНПТО974.00.00.00					ИШНПТ 4А51	



* Размеры для справок

								1	1	
				НИ ТПУ	ИШНПТ0974.00.00.00			ИШНПТ 4А51		
					Токарная ЧПУ (установ Б)					
				Оборудование, устройства ЧПУ				Особые указания		
				Токарный станок HAAS ST-30, УЧПУ HAAS						
				Кодирование информации, содержание кадра				Кодирование информации, содержание кадра		
				%				T505 (РАСТОЧНОИ)		
				009741 (ИШНПТ.0974.00.00.00 SEPARATOR-STYPICA 010 A)				G50 S2000		
				T101 (ПРОХОДНОИ)				G97 S250 M03		
				G50 S2000 M03				G96 S220		
				G96 S220				G00 X50. Z9.		
				G00 X188. Z9.				G00 Z0.2		
				M31				M08		
				M08				G71 P105 Q107 D2. F0.2		
				G00 Z2.				N105 G00 X.115.		
				G72 P101 Q102 D2. F0.2				G01 G41 Z0.		
				N101 G00 Z0				X113.15 K-1.		
				G01 X50.				Z-83.		
				N102 G00 W0.1				X89.3 K-1.		
				G00 X187. Z0.2				Z-94.6		
				G71 P103 Q104 D2 F0.2				X50.		
				N103 G00 X130.				N107 G40 X50.		
				G01 G42 Z0.				G00 Z10.		
				G01 X132.85 K-1.				G00 G53 X0. Z0.		
				Z-127.				M30		
				X182.75 K-1.				%		
				Z-129.						
				X185.						
				N104 G40 X185.						
				G00 G53 X0. Z0.						
				M01						
Дудл.	Взам.	Подл.		ККИ					20	

Дудл.														
Взам.														
Подп.														
												1	1	
Разраб.	Малышев А.В.			НИ ТПУ	ИШНПТ0974.00.00.00								ИШНПТ 4А51	
Провер.	Ефременков Е.А.													
Н.контр.	Ефременкова С.К.			Сепаратор-ступица								1	1	015
Наименование операции					Наименование, марка материала								МД	
Контрольная					Сталь 40Х ГОСТ 4543-2016								6,63	
Наименование оборудования				T_o	T_b					Обозначение ИОТ				
Контрольный стол				5,25	2					№ 14-315				
Р	Контролируемые параметры			Код средств ТО		Наименование средств ТО				Объем и ПК		T_o/T_b		
01	1. $\phi 133_{-0,3}$, $\phi 89,3 \pm 0,3$, $\phi 113^{+0,3}$, $\phi 183_{-0,5}$, $\phi 140_{-0,3}$, $\phi 83^{+0,3}$, $\phi 89 \pm 0,3$, $\phi 122 \pm 0,3$			ШЦ-1-300-0,02		Штангенциркуль ГОСТ 166-89				3		2		
02	2. $173 \pm 0,2$			ШЦ-1-300-0,02		Штангенциркуль ГОСТ 166-89				1		0,25		
03	3. $127 \pm 0,2$, $94,6 \pm 0,2$, $83 \pm 0,2$, 50 ± 1 , $11 \pm 0,2$, 80 ± 1 , $52 \pm 0,2$, $34 \pm 0,2$			ШГЦ-300-0,01		Штангенглубинамер ГОСТ 162-90				3		2		
04														
05														
06														
07														
08														
09														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
ОКTK												21		

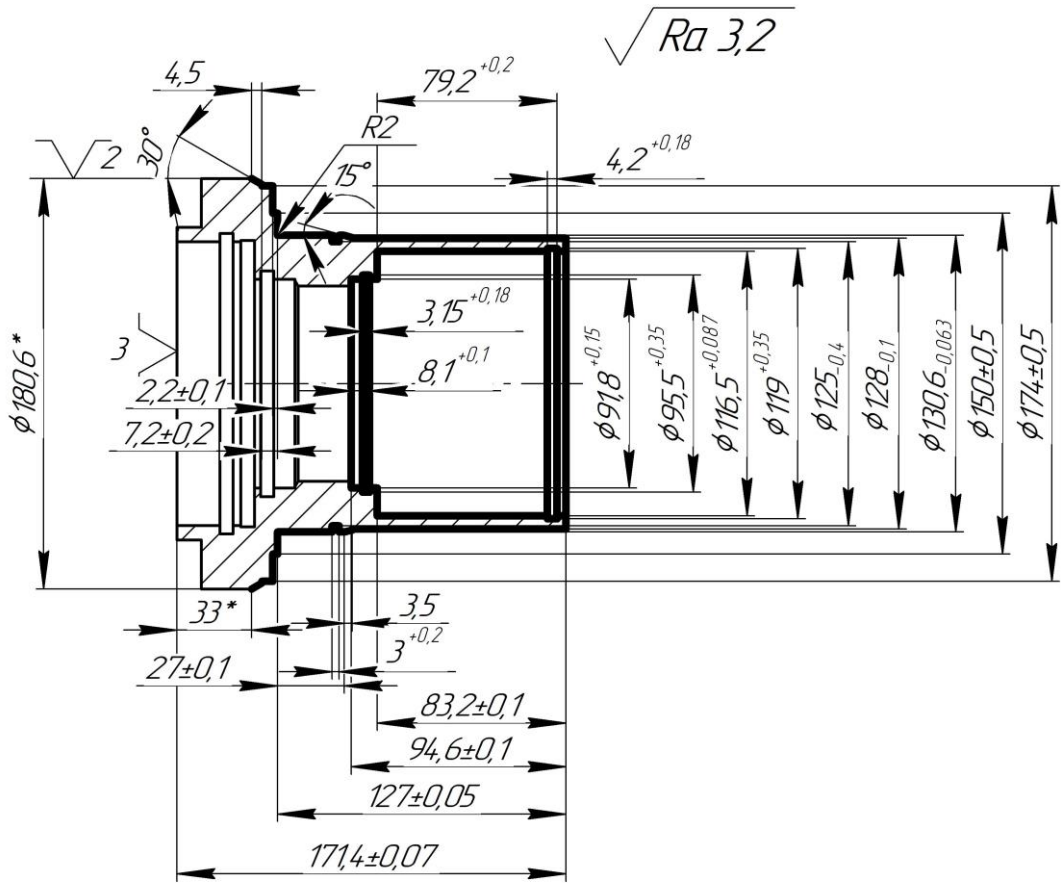
[illegible]

Дудл.			
Взам.			
Подп.			

3

ИШНПТ.0164.00.00.00

ИШНПТ 4А51



* Размеры для справок

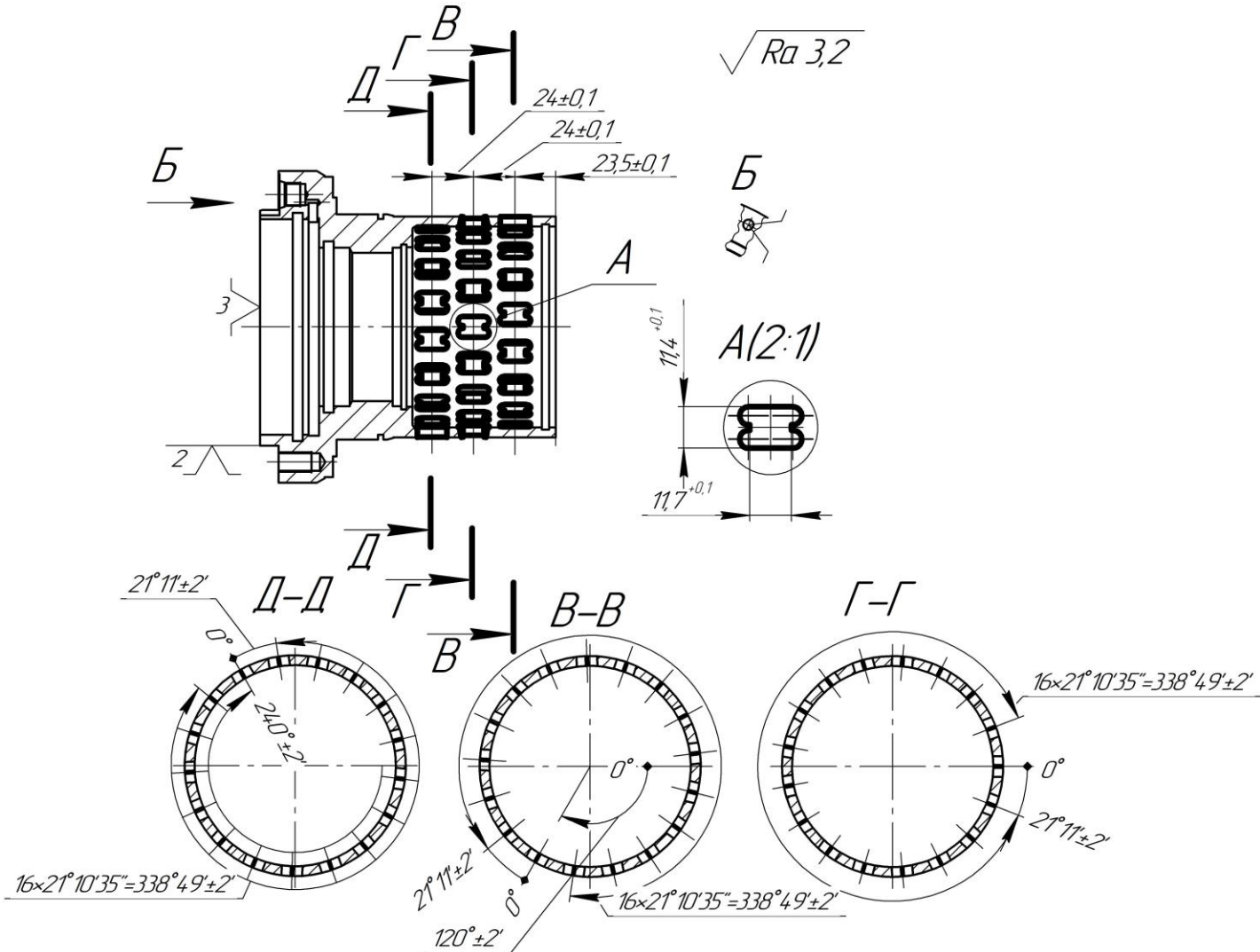
Дудл.																								
Взам.																								
Подп.																								
																5				2				
Разраб.		Малышев А.В.						НИ ТПУ		ИШНПТ.0164.00.00.00								ИШНПТ 4А51						
Провер.		Ефременков Е.А.																						
Н.контр.		Ефременкова С.К.						Сепаратор-ступица														035		
Наименование операции				Материал				Твердость		ЕВ		МД		Профиль и размеры				МЗ		КОИД				
Фрезерная с ЧПУ (установ А)				Сталь 40Х ГОСТ 4543-2016				42.47 HRC		к2		6,63		ø190x180				39,4		1				
Оборудование, устройства ЧПУ				Обозначение программы				T _о		T _б		T _{п.з}		T _{шт.}		СОЖ								
HAAS VF-3, HAAS				009745												ТУ 0258-017-00148843-2002								
Р	Содержание перехода						ПИ		D или B				L		f		i		S		n		v	
001	Установить заготовку в трехкулачковый патрон																							
002	Базы: Наружный диаметр, торец																							
T03	3-х кулачковый патрон 7100-0040 ГОСТ 2975-80																							
004	1. Центровать и сверлить отверстие, выдерживая размеры ø6 ^{+0,12} и 10±0,2 мм																							
T05	Сверло ø6 ГОСТ 10902-77																							
P07																								
008	2. Центровать и сверлить 19 отв, выдерживая размеры: ø10,3 ^{+0,2} 24,2±0,2 мм																							
T09	Сверло ø10,3 ГОСТ 10902-77																							
P10																								
P11	3. Центровать и сверлить отверстие, выдерживая размеры: ø12,43 ^{+0,22} 17,2±0,2 мм																							
T12	Сверло ø12,5 ГОСТ 10902-77																							
P14																								
015	4. Фрезеровать торец ø12,43 резеровать паз, выдерживая размеры: 15,2±0,2 мм																							
T16	Фреза EB0606																							
T17																								
	5. Сверлить отверстие, выдерживая размеры: ø3±0.1 23.2±0,2 мм																							
OK																							29	

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

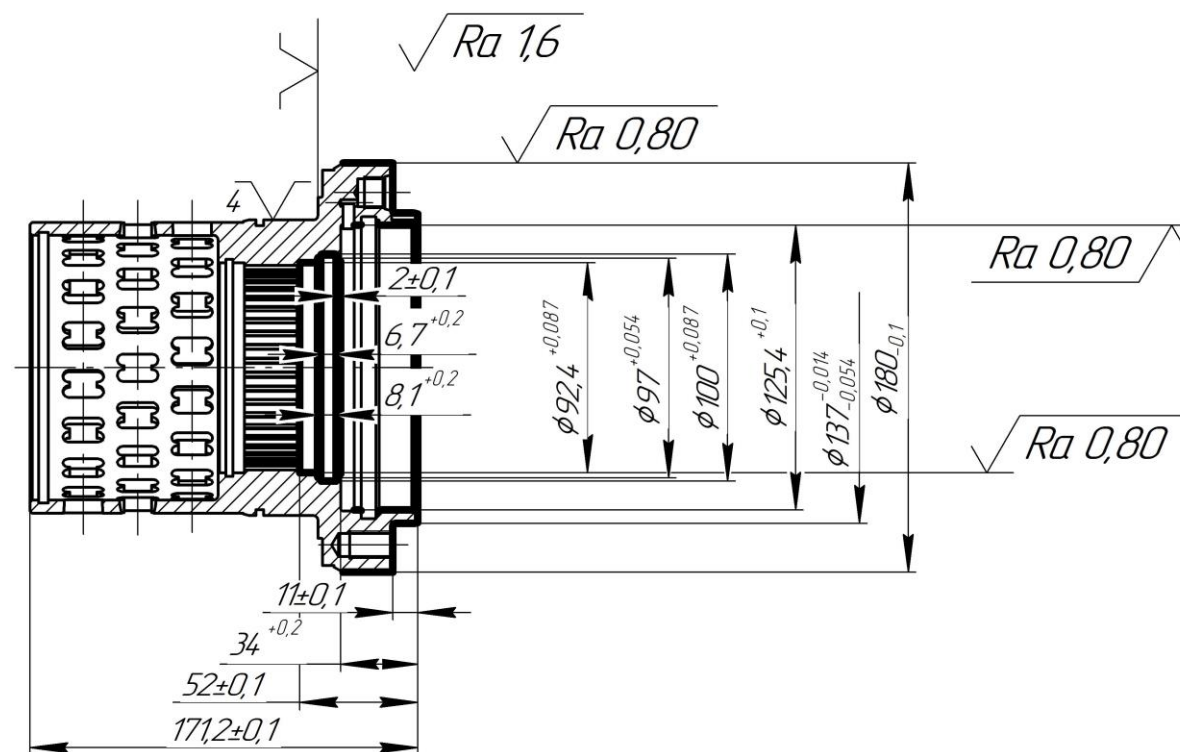
3

ИШНПТ.0164.00.00.00

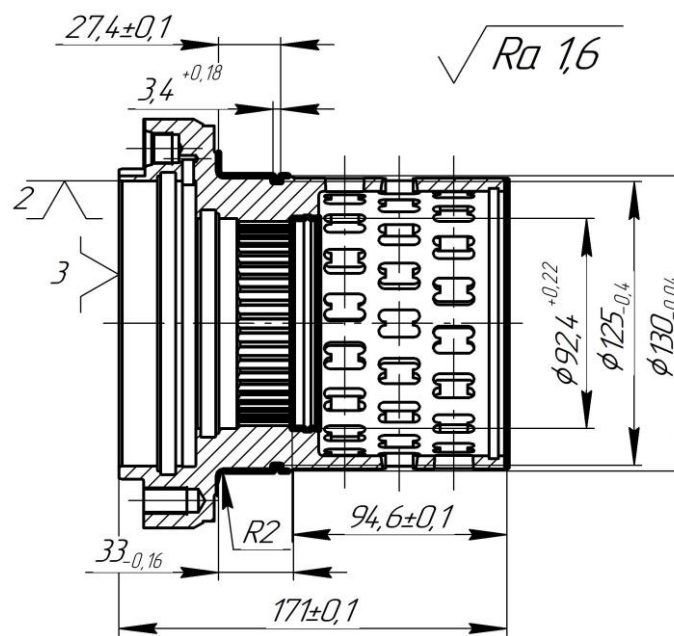
ИШНПТ 4А51



[illegible]

[illegible]

									3
						ИШНПТ.0164.00.00.00		ИШНПТ 4A51	



				Сепаратор-ступница			080
Ефременкова С.К.							

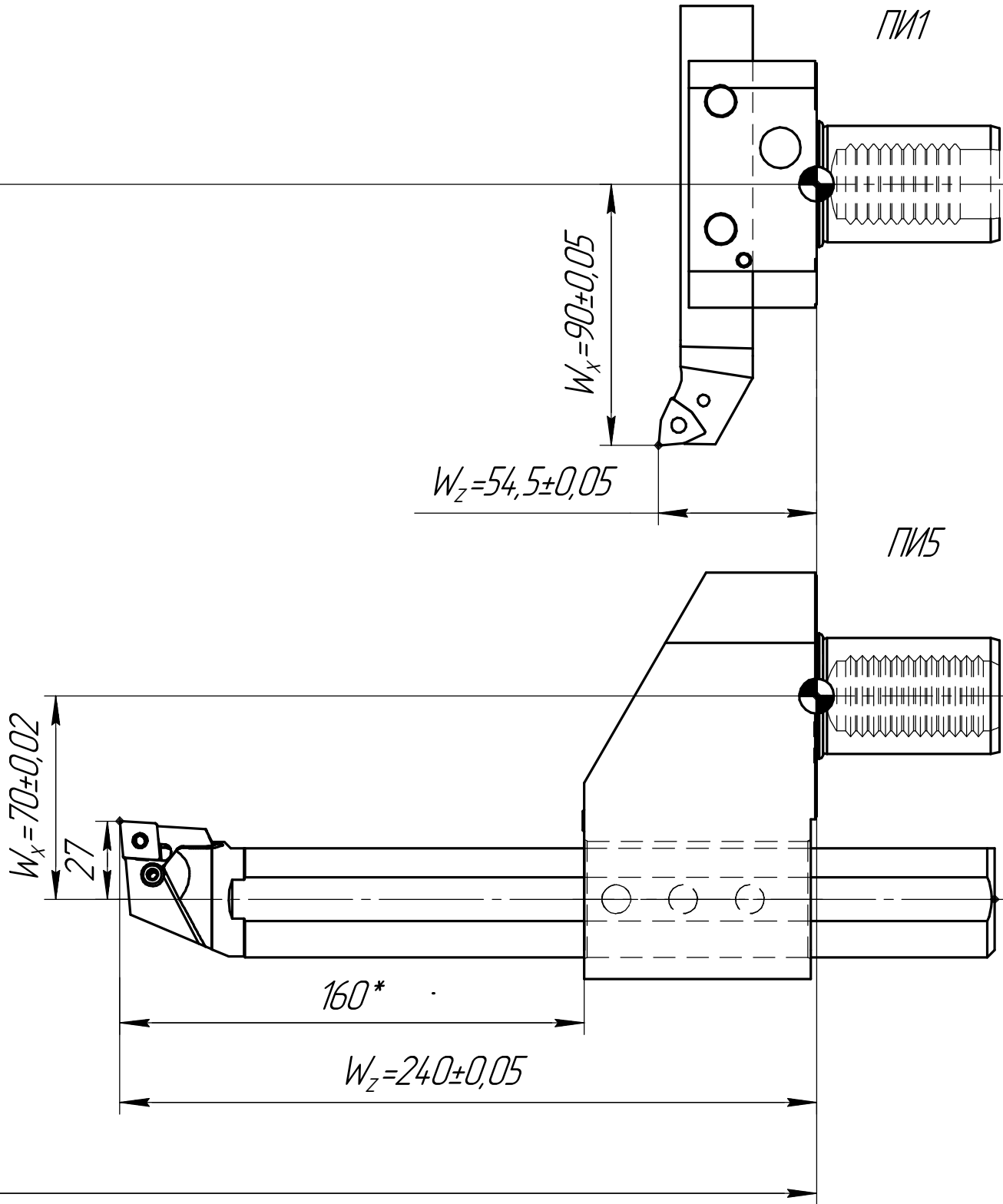
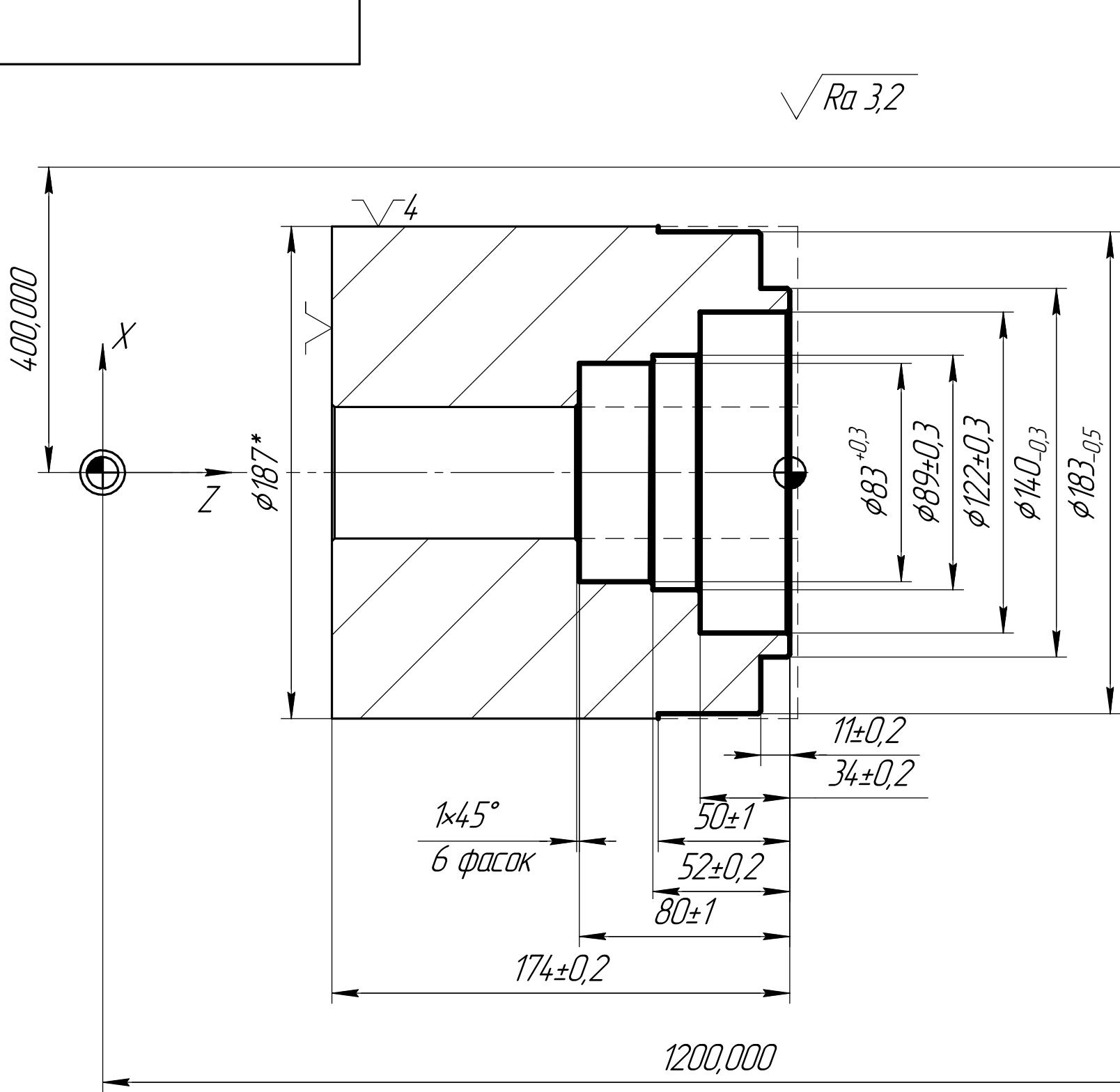
P	Содержание перехода	Π	D или B	L	t	i	S	n	v
-----	---------------------	-------	-------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----

OK		38
----	--	----

Приложение Г

Карта наладки

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

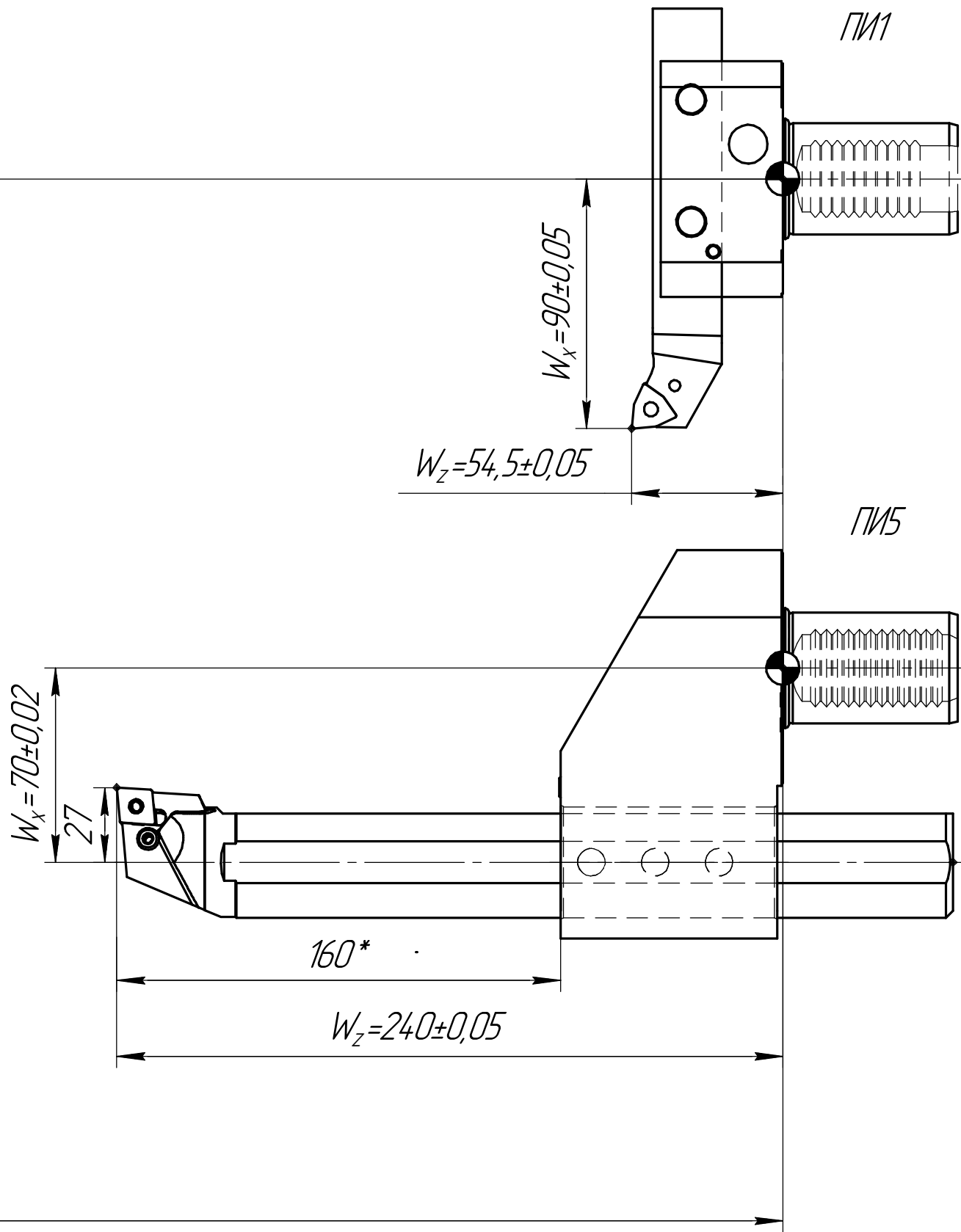
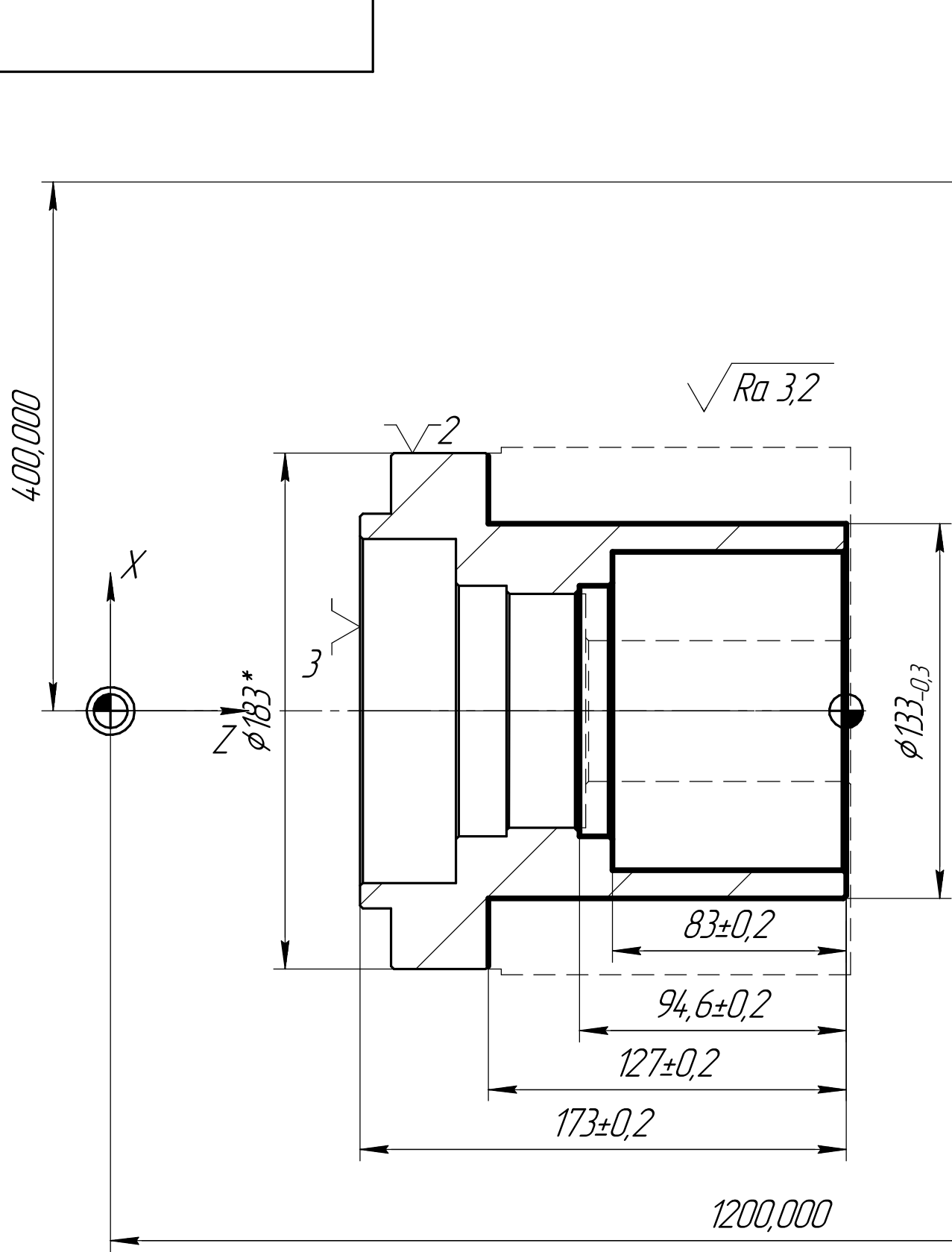


1 Неуказанные предельные отклонения валов h14, отверстий H14, остальных ±IT14/2;

- ⊕ - Ноль станка
- ⊕ - Ноль детали, ноль программы
- ⊕ - Ноль инструмента

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.							1:2
Пров.					Лист	Листов	1
Т.контр.							
Н.контр.							
Утв.							

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



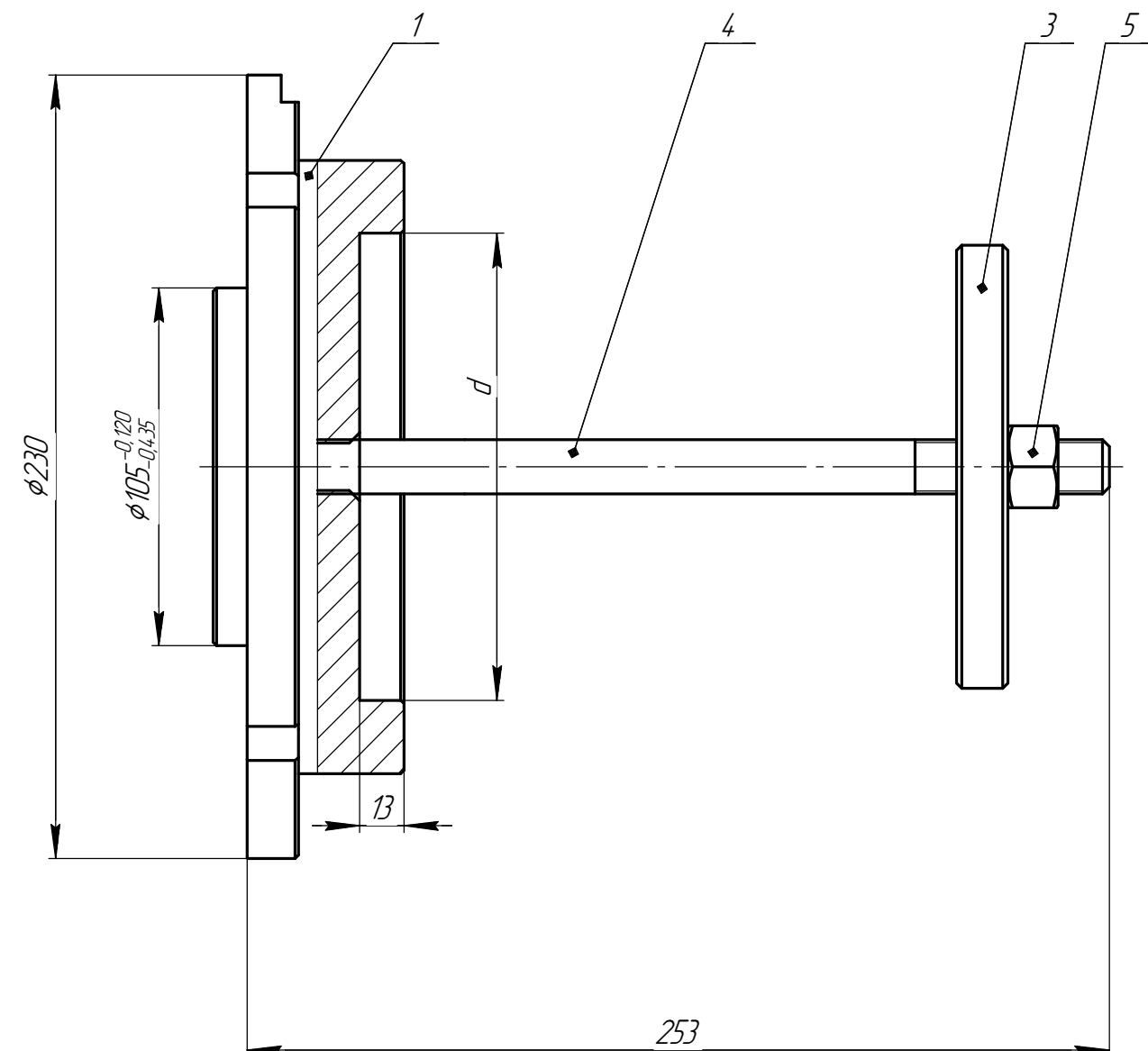
- ⊕ - Нуль станка
- ⊙ - Нуль детали, нуль программы
- ⊗ - Нуль инструмента

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.							1:2
Пров.					Лист	Листов	1
Т.контр.							
Н.контр.							
Утв.							

Приложение Д
Припособление «Оправка фрезерная»

Перв. примен.		Справ. №			Подп. и дата		Инв. № докл.		Взам. инв. №		Подп. и дата		Инв. № подл.	
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание								
				Документация										
A3			ИШНПТ.0974.00.00 СБ	Сборочный чертеж										
				Детали										
Б/Ч		1	ИШНПТ.0974.00.02	Фиксатор	1									
Б/Ч		2	ИШНПТ.0974.00.03	Шайба	1									
				Стандартные изделия										
		3		Шпилька М16 х 15-6g х 120.109.40х26 ГОСТ 22034-76	1									
		5		Гайка М16-6g.5.016 ГОСТ 5915-70	1									
				Переменные данные										
				для исполнений										
				ИШНПТ.0974.00.00										
				Детали										
Б/Ч		1	ИШНПТ.0974.00.01	Опора	1									
				ИШНПТ.0974.00.00-01										
				Детали										
Б/Ч		1	ИШНПТ.0974.00.01-01	Оправка	1									
						ИШНПТ.0976.00.00								
Изм.	Лист	№ докум.		Подп.	Дата	Оправка фрезерная								
Разраб.	Мальшев А.В.													
Пров.	Ефременков Е.А.													
Н.контр.														
Утв.														
						Лит.	Лист	Листов						
						У				1				
						ТПУ ИШНПТ гр. 4А51								

Обозначение	Шифр детали	d, мм	
		Номин.	Пред. откл.
ИШНПТ.0974.00.00	ИШНПТ.0974.00.00.00.001	137,6	+0,054 +0,014
ИШНПТ.0974.00.00-01		137	+0,04



					ИШНПТ.0974.00.00 СБ				
					Оправка фрезерная Сборочный чертеж	Лист	Масса	Масштаб	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		У		1:2	
Разраб.	Малышев А.В.								
Пров.	Ефременков Е.А.					Лист	Листов	1	
Т.контр.						ТПУ ИШНПТ гр. 4А51			
Н.контр.									
Утв.									

Формат А3