

Школа ИШНПТ
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение
 Отделение школы (НОЦ) Материаловедение

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование технологического процесса изготовления детали «Ступица колеса Ford»

УДК 621.81.002-254.64:658.512

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4A51	Энс Анатолий Дмитриевич		

Руководитель ВКР

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

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Планируемые результаты обучения

Код результата	Результат обучения
<i>Общекультурные компетенции</i>	
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире; умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции.
P3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.
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.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, строительно-монтажного комплекса и в отраслевых научных организациях, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P11	Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных и строительно-монтажных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении и строительстве, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.
P12	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий.

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

Школа Инженерная Школа 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
4А51	Энсу Анатолию Дмитриевичу

Тема работы:

Проектирование технологического процесса изготовления детали «Ступица колеса Ford»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	06.05.2019 №3480/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	30.05.2019
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Чертеж детали «Ступица колеса Ford»
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Технологическая подготовка производства. Проектирование альтернативного процесса изготовления заданной детали на современных станках с ЧПУ. Разработка принципиальной схемы автоматизированного оборудования. Конструирование специального приспособления.

Перечень графического материала	Чертеж изделия. Чертеж поковки. Технологические карты. Карты наладки. Сборочный чертеж и спецификация приспособления.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Технологическая часть	Ефременков Е. А.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Скаковская Н. В.
Социальная ответственность	Скачкова Л. А.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	10 декабря 2018 г.
--	--------------------

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А51	Энс Анатолий Дмитриевич		

Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 21488–97 Прутки прессованные из алюминия и алюминиевых сплавов. Технические условия.

ГОСТ 4784-74 Алюминий и сплавы алюминиевые деформируемые. Марки.

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

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

ГОСТ 18210-72 Пилы дисковые сегментные для легких сплавов. Технические условия.

ГОСТ 12195-66 Приспособления станочные. Призмы опорные. Конструкция.

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

ГОСТ 18879-73 Резцы токарные пр быстрорежущей стали. Конструкция и размеры.

ГОСТ 16225-81 Фрезы концевые для обработки легких сплавов. Конструкция и размеры.

ГОСТ 8522-79 Патроны сверлильные трехкулачковые с ключом. Основные размеры.

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

ГОСТ 166-89 Штангенциркули. Технические условия.

ГОСТ 5378-88 Угломеры с нониусом. Технические условия.

ГОСТ 10-88 Нутромеры микрометрические. Технические условия.

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

ГОСТ 1465-80 Напильники. Технические условия.

ГОСТ 1513-77 Надфили. Технические условия.

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

Конструкция и размеры.

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

ГОСТ 6507-90 Микрометры. Технические условия.

ГОСТ 577-68 Индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм.
Технические условия.

ГОСТ 10197-70 Стойки и штативы для измерительных головок.
Технические условия.

ГОСТ 4126-66 Шаблоны радиусные.

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

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

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

СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение.

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

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

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

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

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

Оглавление

1 Введение	9
2 Проектирование технологического процесса изготовления детали.....	11
2.1 Анализ технологичности конструкции детали типа «Ступица».....	11
2.2 Обеспечение эксплуатационных свойств детали	12
2.3 Способ получения заготовки	12
2.4 Проектирование технологического маршрута.....	13
2.5 Расчет припусков на обработку	17
2.6 Проектирование технологических операций.....	23
2.6.01 Выбор средств технологического оснащения.....	26
2.6.02 Уточнение содержания переходов	29
2.6.03 Выбор и расчет режимов резания	30
2.6.04 Нормирование технологических переходов	36
2.7 Разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ	36
2.8 Размерный анализ технологического процесса.....	37
2.8.01 Построение размерной схемы технологического процесса и графа технологических размерных цепей	37
2.8.02 Расчет значений припусков и конструкторских размеров, обеспечиваемых спроектированным технологическим процессом	39
2.9 Техничко-экономические показатели технологического процесса.....	41
2.10 Проектирование средств технологического оснащения	43
2.10.01 Обоснование выбора схемы приспособления.....	43
2.10.02 Проектирование гибкого производственного модуля	47
Заключение	50
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	52
3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	52
3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	52

3.1.2	Анализ конкурентных технических решений	52
3.1.3	Технология QuaD.....	54
3.1.4	SWOT-анализ	56
3.2	Определение возможных альтернатив проведения научных исследований	59
3.3	Планирование научно-исследовательских работ	61
3.3.1	Структура работ в рамках научного исследования	61
3.3.2	Определение трудоемкости выполнения работ	63
3.3.3	Разработка графика проведения научного исследования	64
3.3.4	Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	64
4	Социальная ответственность.....	73
4.1	Правовые вопросы обеспечения безопасности	73
4.2	Производственная безопасность	74
4.2.1	Отклонение показателей микроклимата рабочей зоны	76
4.2.2	Недостаточная освещенность рабочей зоны	76
4.3	Экологическая безопасность	79
4.4	Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов	80
4.5	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	81
	Список использованных источников.....	83
	Приложение А	86
	Календарный план-график проведения НИОКР	86
	Приложение Б	88
	Чертежа детали «Ступица»	88
	Приложение В	89
	Моделирование нагружения детали «Ступица» в «Компас».....	89
	Приложение Г.....	94
	Чертеж заготовки детали «Ступица».....	94
	Приложение Д	95

Комплект технологической документации.....	95
Приложение Е	138
Карты наладки инструментов для станков с ЧПУ	138
Приложение Ж	139
Приспособление прижимное	139

1 Введение

Рыночная конкуренция побуждает предприятие к экономическому росту, снижению себестоимости продукции с одновременным повышением качества, а, следовательно, к совершенствованию существующей продукции, а также созданию новой модернизированной продукции. Для выпуска заданной продукции на предприятии проводится техническая подготовка производства, которая включает конструкторскую, технологическую и организационную подготовки производства. Для повышения спроса на новую продукцию променяют эффективные методы производства для уменьшения себестоимости изделия, но при этом качество продукции должно соответствовать современному уровню. Важно качественно, экономично и в заданные сроки с минимальными затратами труда изготовить изделие. Прогрессирование технологических процессов обработки способствует проектированию более современных машин и снижению их себестоимости. Актуальна задача повышения качества выпускаемых машин и, в первую очередь, их точности. Основной задачей технолога является технологическое обеспечение заданной точности при наименьших затратах.

Этап технологической подготовки является наиболее важным в процессе создания новых изделий, а также более сложным и длительным. Этот процесс в наибольшей степени влияет на будущее качество выпускаемой продукции. В связи с постоянно растущей сложностью машин и приборов, внедрением технологического оборудования с ЧПУ, трудоемкость и стоимость технологической подготовки производства постоянно увеличивается. Решить эту проблему позволяет система автоматизированного проектирования технологических процессов, существенно сокращающая время на технологическую подготовку.

В данной работе рассматривается вопрос технологической подготовки производства детали типа «Ступица» (Приложение Б), в ходе которой осуществляется создание технологического процесса изготовления детали,

разработка необходимой оснастки, расчет применяемых ресурсов, а также разработка необходимой технологической документации. Кроме того, осуществляется разработка управляющей программы для станков с ЧПУ.

Технологической подготовкой производства (ТПП) называют вид производственной деятельности предприятия, которая занимается обеспечением технологической готовности производства к изготовлению изделий, отвечающих требованиям. На этапе технологической подготовки производства осуществляется создание технологического процесса изготовления детали, разработка необходимой оснастки, расчет применяемых ресурсов, планирование производственных площадей, закупка материалов и вспомогательных приспособлений, а также уточняется себестоимость изделия и разработка технологической документации, кроме того возможна коррекция конструкции изделия для достижения его технологичности. Современная ТПП занимается решением следующих задач [1]:

- 1) проработка конструкции деталей на технологичность;
- 2) разработка межцеховых технологических маршрутов;
- 3) проектирование технологических процессов и расчет норм операционного времени и расхода материалов;
- 4) определение, выбор и заказ необходимых средств технологического оснащения, в том числе средств механизации и автоматизации;
- 5) планировка производственных участков;
- 6) внедрение в производство технологических процессов;
- 7) метрологическая экспертиза полученных результатов;
- 8) оформление технологической документации.

2 Проектирование технологического процесса изготовления детали

2.1 Анализ технологичности конструкции детали типа «Ступица»

При разработке технологического процесса изготовления детали необходимо проанализировать конструкцию детали с точки зрения ее технологичности. Технологичность конструкции – характеристика технического устройства, которая выражает удобство его производства, ремонтпригодность и эксплуатационные качества. Правила выбора показателей технологичности детали направлены на повышение производительности труда, снижение затрат и сокращение времени на проектирование, технологическую подготовку производства, изготовление при обеспечении необходимого качества.

Деталь ступица относится к деталям типа тел вращения, включает в себя внешние и внутренние цилиндрические поверхности, торцы, фаски. Обычно геометрическая форма и размеры ступиц не вызывают значительной трудности для обработки на металлорежущих станках [2].

Данный чертёж детали представлен с достаточным количеством разрезов, видов и выносных элементов. Все необходимые размеры защищены допусками и нанесены. Таким образом, можно прийти к выводу, что чертеж выполнен правильно.

Наиболее точной поверхностью является цилиндрическая поверхность диаметром 35 мм, выполненная по 9 качеству, остальные поверхности являются менее точными. Шероховатость большинства поверхностей Ra6,3 мкм, за исключением некоторых поверхностей, шероховатость которых составляет Ra3,2 мкм и Ra2,5 мкм. Так как данный фланец изготавливается из стали 40Х, то получение точных поверхностей может быть достигнуто на металлорежущих станках повышенной точности без применения шлифования.

Обработка детали выполнена, в основном, по 11 качеству. Все размеры и точности обработки поверхностей обеспечиваются возможностями станков.

Данная деталь не имеет поверхности, которые трудно обработать. При обработке детали применяется наружное и внутреннее точение, фрезерование и сверление. Форма заготовки обеспечивается свободный доступ инструмента, что повышает технологичность. Габариты и масса заготовки не требуют дополнительных подъемных приспособлений. При закреплении детали в качестве базы используются внешняя ранее необработанная поверхность, а также внутреннее отверстие, полученное ранее.

Таким образом, конструкция данной детали может быть признана технологичной.

2.2 Обеспечение эксплуатационных свойств детали

Эксплуатационные свойства материала – это свойства, которые определяют длительность рабочего ресурса и надежность изделий в соответствии с их функциональным назначением и условиями эксплуатации. К ним относятся жаростойкость, коррозионная стойкость, хладостойкость, износостойкость.

Ступица имеет достаточную прочность и коррозионную стойкость.

В данной работе расчет детали «Ступица» выполнен при помощи программного пакета АРМ FE Компас, который представлен в приложении Г.

2.3 Способ получения заготовки

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

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

наличия оборудования, экономичности изготовления.

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

Деталь «Ступица» принадлежит к группе деталей, у которых все поверхности подлежат обработке путем снятия стружки. Сталь 40Х, из которой изготовлена деталь, поставляется как в форме поковок, так и в форме металлопроката. При выборе сортового проката диаметром 140 мм более 50% материала уйдет в стружку. Так же повысится трудоемкость обработки изделия. Исходя из вышесказанного, в качестве заготовки применяется круг горячекатаный диаметром 39 мм, полученный согласно ГОСТ 2590-88. Получение такой заготовки – не самый дешевый способ, но распространенный при получении ступицы автомобильного колеса.

2.4 Проектирование технологического маршрута

Задачей проектирования технологического маршрута является составление общего плана обработки детали. Основным при разработке процесса механической обработки является вопрос о правильном базировании заготовки на станке при ее обработке. От того, как осуществляется базирование и закрепление заготовки на станке, зависит в большой степени точность ее обработки.

Первой операцией, как правило, будет штамповочная, на которой круглую поковку штампуют в размер требуемой заготовки. Следующей операцией будет токарная, выполняемая на станке с ЧПУ. Для этой операции

назначаем черновые базы. Черновая база - это поверхность, относительно которой могут быть обработаны поверхности, которые при дальнейших операциях будут использоваться в качестве чистовых баз. Выбранная поверхность для черновой базы используется только один раз. На операции 010 заготовка устанавливается в трехкулачковый патрон с упором в торец (рисунок 1).

В процессе токарной операции Установка А будет получена наиболее точная поверхность $\varnothing 35$ мм (поверхность 2, рис. 1). Данная поверхность в дальнейшем будет использоваться как чистовая. Кроме этого, будут получены поверхности внутренняя 5 и наружные 3 и 4, а так же торцевая 1 (Рис.1). Данные поверхности являются менее точными.

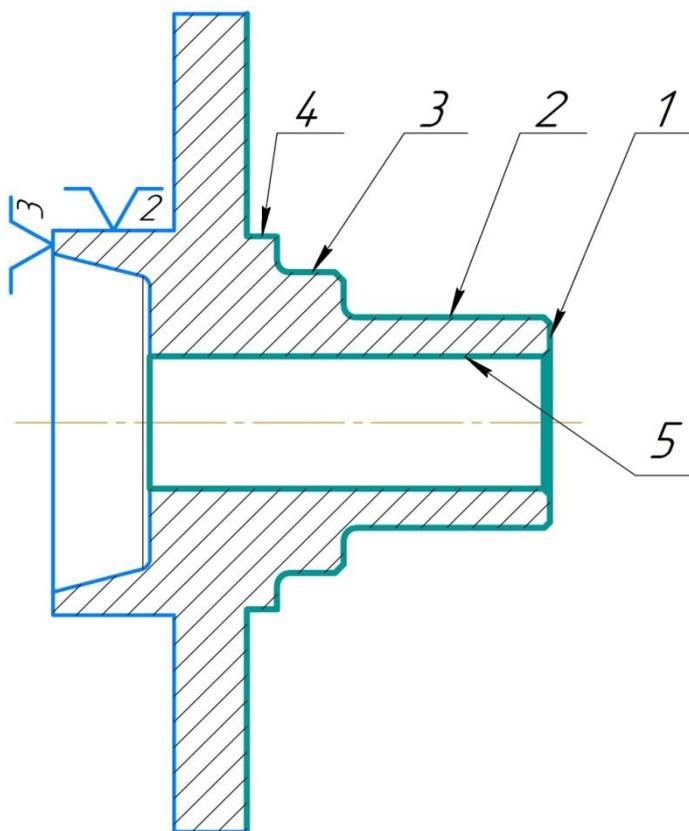


Рисунок 1 – Эскиз для токарной операции с ЧПУ 010 (Установ А)

На втором Установе Б базовыми поверхностями будут полученная наружная поверхность и обработанный торец. Заготовка устанавливается в трехкулачковый патрон. В первую очередь получают торцовую поверхность 6,

затем наружную 7, после получают поверхность 8 со снятием фаски 9 (рис.2). Поверхность 7 является наиболее точной, шероховатость составляет Ra 2,5 мкм.

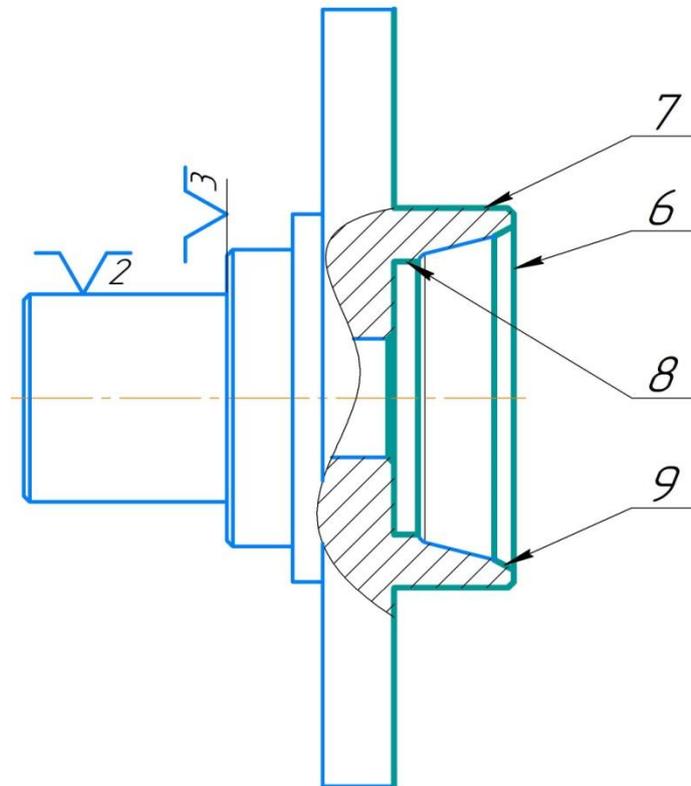


Рисунок 2 – Эскиз для токарной операции с ЧПУ 010 (Установ Б)

После точения необходимо будет произвести контроль всех поверхностей и допусков формы и расположения поверхностей.

Третьим этапом обработки будет фрезерование стенок 10-13, получение четырех отверстий диаметром $\varnothing 10,4$ мм и резьбой М12-6Н и одного отверстия $\varnothing 4$ мм и резьбой М5-6Н (рис.3). Базовыми поверхностями станут торец, цилиндрическая поверхность и поверхность паза. Для получаемых отверстий должен быть выдержан позиционный допуск. После фрезерной операции необходимо выполнить слесарную операцию: притупить острые кромки и снять заусенцы. Также как и после токарной операции необходимо осуществить контроль полученных поверхностей.

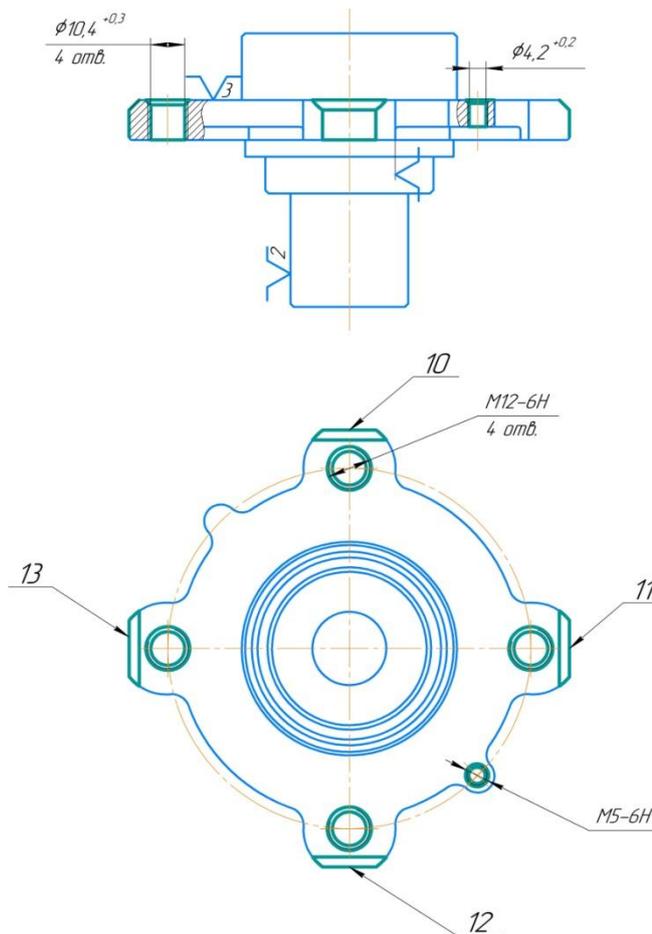


Рисунок 3 – Эскиз для фрезерной операции с ЧПУ 020

Завершающим этапом механической обработки будет процесс протягивания шлицев Тр. 23х25 (рис. 4).

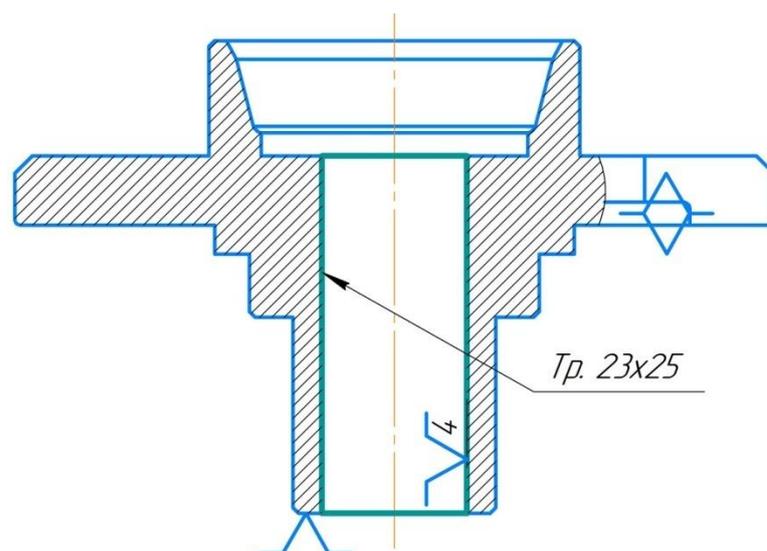


Рисунок 4 – Эскиз для протяжной операции 035

После механической обработки удаляются заусенцы и проводят контроль размеров и допусков расположения, затем производится промывка детали, согласно типовому технологическому процессу. После промывки производится консервирование детали, согласно типовому технологическому процессу.

2.5 Расчет припусков на обработку

В процессе проектирования технологического процесса механической обработки заготовок необходимо установить оптимальные припуски, которые могли бы обеспечить требуемую точность и качество получаемых поверхностей. Назначение оптимальных припусков приводит к уменьшению расхода материала и, следовательно, к снижению себестоимости.

Припуском на обработку называют слой материала, удаляемый с поверхности заготовки для достижения заданной формы и свойств обрабатываемой поверхности.

В данной работе минимальные припуски будем определять расчетно-аналитическим методом, при котором учитываются факторы, влияющие на формирование припуска. Припуски на обработку определяются таким образом, что на выполняемом технологическом переходе были устранены погрешности изготовления детали, которые остались на предшествующем переходе [3].

Расчетной величиной является минимальный припуск на обработку, достаточный для устранения на выполняемом переходе погрешностей обработки и дефектов поверхностного слоя, полученных на предшествующем переходе, и компенсации погрешностей, возникающих на выполняемом переходе. Промежуточные размеры, определяющие положение обрабатываемой поверхности, и размеры заготовки рассчитывают с использованием минимального припуска [4].

Минимальный припуск на точение наружных и внутренних цилиндрических поверхностей находится по формуле :

$$2z_{i \min} = 2 \left[(Rz + h)_i + \sqrt{\Delta_{\Sigma_{i-1}}^2 + \varepsilon_i^2} \right],$$

Односторонний минимальный припуск:

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

Здесь Rz_i – высота неровностей профиля на предшествующем переходе; h_i – глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем переходе, $\Delta_{\Sigma_{i-1}}$ – суммарные отклонения расположения поверхности (отклонения от параллельности, перпендикулярности, соосности, симметричности, пересечения осей, позиционное) и в некоторых случаях отклонения формы поверхности, ε_i – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе [3].

В качестве заготовки используем поковку с шероховатостью $Rz=150$ мкм и деформированным слоем $h=200$ мкм.

Таблица 1 – Расчёт припусков и предельных размеров по технологическим переходам на обработку поверхности хвостовика $\varnothing 35js9$

Технологические переходы обработки элементарной поверхности	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{min}$, мкм	Расчетный минимальный размер d_p , мм	Допуск δ , мкм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мкм	
	R_z	T	ρ	ε_y				d_{min}	d_{max}	$2Z_{min}^{пр}$	$2Z_{max}^{пр}$
Заготовка (поковка черновая)	150	200	1000			38,795	1000	38,795	39,795		
1. Точение черновое	50	50	72	320	2*1350	36,095	250	36,095	36,345	2700	3450
2. Точение чистовое	25	25	48	70	2*428	35,240	100	35,24	35,34	856	1005
Итого, Σ :										3556	4455

Таблица 2 – Расчёт припусков и предельных размеров по технологическим переходам на обработку поверхности хвостовика Ø81h11

Технологические переходы обработки элементарной поверхности	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск Z_{min} , мкм	Расчетный минимальный размер d_p , мм	Допуск δ , мкм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мкм	
	R_z	T	ρ	ε_y				d_{min}	d_{max}	$Z_{min}^{пр}$	$Z_{max}^{пр}$
Заготовка (поковка черновая)	150	200	192			81,973	1200	81,973	83,173		
1. Точение черновое	50	50	11	320	542	81,431	350	81,431	81,781	542	1392
2. Точение чистовое	30	30	6	70	431	81	220	81	81,22	431	561
Итого, Σ :										973	1953

Таблица 3 – Расчёт припусков и предельных размеров по технологическим переходам на обработку поверхности хвостовика Ø62h11

Технологические переходы обработки элементарной поверхности	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{min}$, мкм	Расчетный минимальный размер d_p , мм	Допуск δ , мкм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мкм	
	R_z	T	ρ	ε_y				d_{min}	d_{max}	$2Z_{min}^{пр}$	$2Z_{max}^{пр}$
Заготовка (поковка черновая)	150	200	1000			65,615	1200	65,615	66,815		
1. Точение черновое	50	50	72	350	2*1350	62,915	300	62,915	63,215	2700	3600
2. Точение чистовое	25	25	48	100	2*552	61,81	190	61,81	62	1105	1215
Итого, Σ :										3805	4815

Суммарное значение пространственных отклонений оси обрабатываемой поверхности $\varnothing 62h11$ определится по формуле [5, с.13]:

$$\rho = \sqrt{\rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{см}}^2},$$

где: $\rho_{\text{кор}}$ - коробление детали, $\rho_{\text{см}}$ - смещение детали.

Коробление детали определим по формуле [5, с.13]:

$$\rho_{\text{кор}} = \Delta k \cdot l,$$

где: Δk – удельная кривизна заготовок на 1 мм длины, $\Delta k = 2$ мкм [5, с.17]; l – расстояние от обрабатываемого сечения до ближайшей опоры, $l = 25$ мм.

Получаем:

$$\rho_{\text{кор}} = 2 \cdot 25 = 50 \text{ мкм} = 0,05 \text{ мм.}$$

Смещение детали определим по таблице [4, с.16, табл.2.10]: $\rho_{\text{см}} = 1$ мм

В итоге получаем:

$$\rho_{\text{заг}} = \sqrt{(0,05)^2 + (1,2)^2} = 1 \text{ мм}$$

Остаточное пространственное отклонение:

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

где: k_y - коэффициент уточнения формы, который определяется по таблице 2.13 [5, с.18].

После черного точения $\rho_1 = 0,06 \cdot 1200 = 72$ мкм;

После чистового точения $\rho_2 = 0,04 \cdot 1200 = 48$ мкм;

Расчет минимальных значений припусков производим, пользуясь основной формулой:

$$2Z_{\text{min}} = 2(Rz + T + \sqrt{\rho^2 + \varepsilon^2}),$$

где: Rz , T – соответственно высота неровностей и глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем технологическом переходе, мкм; ρ - суммарное значение пространственных отклонений для элементарной.

Минимальный припуск:

под черновое точение $2Z_{min1} = 2(150 + 200 + 1000) = 2 * 1350$ мкм;

под чистовое точение $2Z_{min2} = 2(50 + 50 + \sqrt{72^2 + 350^2}) = 2 * 552$ мкм.

Графу “Расчётный размер” заполняем, начиная с конечного (чертёжного) размера путём последовательного прибавления расчётного минимального припуска каждого технологического перехода:

для чернового точения $d_{p2} = 61,81 + 1,104 = 62,915$ мм;

для заготовки $d_{p1} = 62,915 + 2,7 = 65,615$ мм = 40,7 мм.

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

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

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

$$d_{max2} = 61,81 + 0,19 = 62 \text{ мм};$$

$$d_{max1} = 62,915 + 0,3 = 63,215 \text{ мм};$$

$$d_{max \text{ заг.}} = 65,615 + 1,2 = 66,815 \text{ мм}.$$

Максимальное предельное значение припусков Z_{max}^{pp} равны разности наибольших предельных размеров, а минимальные значения Z_{min}^{pp} – соответственно разности наименьших предельных размеров предшествующего и выполняемого переходов:

$$2Z_{max2}^{pp} = 63,215 - 62 = 1,215 \text{ мм};$$

$$2Z_{max1}^{pp} = 66,815 - 63,215 = 3,6 \text{ мм}.$$

$$2Z_{min2}^{pp} = 62,915 - 61,81 = 0,066 \text{ мм};$$

$$2Z_{min1}^{pp} = 65,615 - 62,915 = 1,215 \text{ мм}.$$

Для определения припусков для остальных размеров воспользуемся

ГОСТ 7505-89. Для начала необходимо выбрать индекс изделия.

Так как материалом является сталь 40Х (0,4% углерода, 0,8-1,5% хрома), тогда поковка относится ко второй группе М2 (стали с содержанием углерода свыше 0,35 до 0,65 % или легирующих элементов свыше 2,0 до 5,0 %). Класс точности зависит от способа штамповки, для нашего случая подходит Т2.

Степень сложности определяют путем вычисления отношения массы (объема) $G_{\text{п}}$ поковки к массе (объему) $G_{\text{ф}}$ геометрической фигуры, в которую вписывается форма поковки. Рассчитаем отношение объемов:

$$\frac{G_{\text{п}}}{G_{\text{ф}}} = \frac{1,246 * 10^6}{0,32 * 10^6} = 3,9$$

Из отношения следует, что степень сложность – С1. Таким образом индекс изделия 11. Занесем все припуски в таблицу (Таблица 4).

Таблица 4 – Расчёт номинальных размеров заготовки

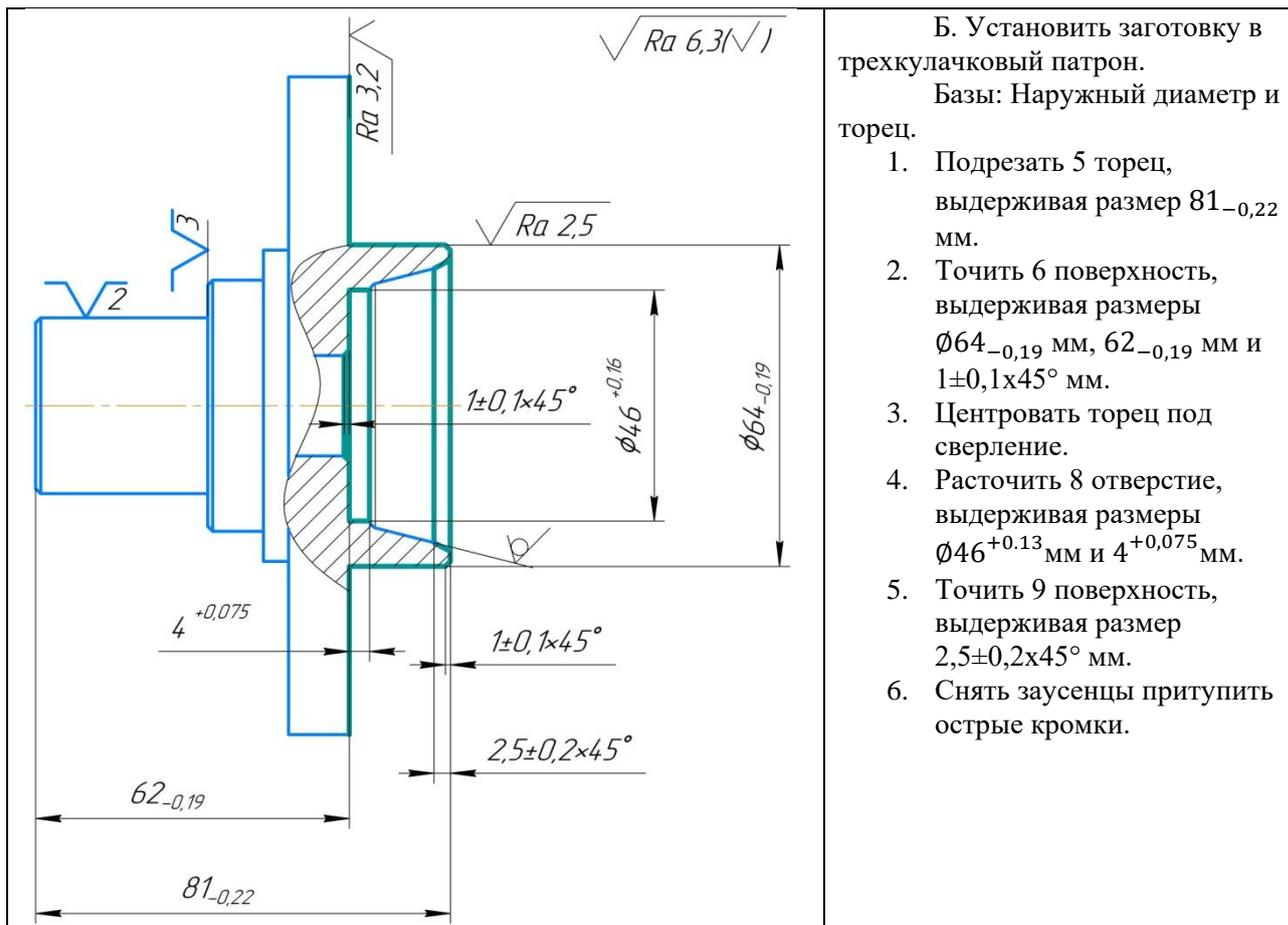
Размер	Припуск по ГОСТ	Допуск и отклонение	Номинальный размер
D50	2*2,0	$\Delta=2,0^{+1,3}_{-0,7}$	Ø54
D64	2*2,0	$\Delta=2,0^{+1,3}_{-0,7}$	Ø68
D104	2*2,3	$\Delta=2,5^{+1,6}_{-0,9}$	Ø108,6
R13	0,9	$\Delta=1,4^{+1,1}_{-0,3}$	R13,9
34	1,8-1,8	$\Delta=1,4^{+1,1}_{-0,3}$	34
45	2,0-2,0	$\Delta=1,4^{+1,1}_{-0,3}$	45
50	2,0-2,0	$\Delta=2,0^{+1,3}_{-0,7}$	50
62	2,0	$\Delta=2,0^{+1,3}_{-0,4}$	64

2.6 Проектирование технологических операций

Таблица 5 – Технологический процесс изготовления детали «Ступица»

Эскиз	Операция
<p>005 Штамповочная</p> <p>А. Установить заготовку в печь. 1. Греть заготовку до температуры 1000 °С в течении 2 часа. Б. Установить заготовку на стол штампа. 1. Штамповать заготовку согласно чертежу (Приложение В).</p>	
	<p>010 Токарная с ЧПУ</p> <p>А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон. Базы: наружный диаметр и торец.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подрезать 1 торец, выдерживая размер $82_{-0,22}$ мм. 2. Точить 2 поверхность, выдерживая размер $\varnothing 35_{-0,031}^{+0,031}$ мм, $34_{-0,031}^{+0,16}$ мм, $1\pm 0,1 \times 45^\circ$ мм и $R1\pm 0,1$ мм. 3. Точить 3 поверхность, выдерживая размеры $\varnothing 50_{-0,16}$ мм, $45_{-0,16}^{+0,16}$ мм, $1,5\pm 0,1 \times 45^\circ$ мм и $R1\pm 0,1$ мм. 4. Точить 4 поверхность, выдерживая размеры $\varnothing 62_{-0,19}$ мм и $50_{-0,19}^{+0,16}$ мм. 5. Сверлить 5 сквозное отверстие, выдерживая размер $\varnothing 20_{-0,13}^{+0,13}$ мм. 6. Зенкеровать 5 отверстие, выдерживая размер $\varnothing 22_{-0,13}^{+0,13}$ мм. 7. Снять заусенцы притупить острые кромки.

Продолжение таблицы 5

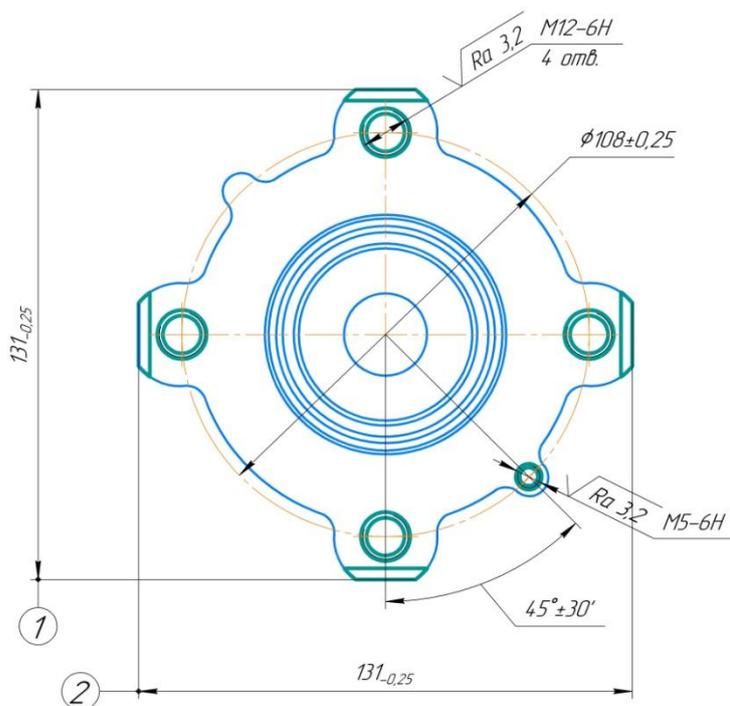
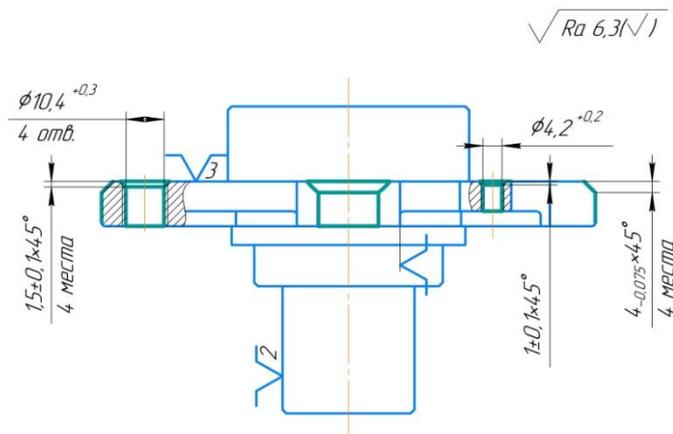


- Б. Установить заготовку в трехкулачковый патрон.
 Базы: Наружный диаметр и торец.
1. Подрезать 5 торец, выдерживая размер $81_{-0,22}$ мм.
 2. Точить 6 поверхность, выдерживая размеры $\phi 64_{-0,19}$ мм, $62_{-0,19}$ мм и $1 \pm 0,1 \times 45^\circ$ мм.
 3. Центровать торец под сверление.
 4. Расточить 8 отверстие, выдерживая размеры $\phi 46^{+0,16}$ мм и $4^{+0,075}$ мм.
 5. Точить 9 поверхность, выдерживая размер $2,5 \pm 0,2 \times 45^\circ$ мм.
 6. Снять заусенцы притупить острые кромки.

Продолжение таблицы 5

015 Контрольная

1. Контролировать размеры полученных поверхностей;
2. Контролировать шероховатость полученных поверхностей.



020 Фрезерная с ЧПУ

А. Установить заготовку в специальное приспособление.

Базы: наружный диаметр, торец и поверхность паза.

1. Фрезеровать заготовку, выдерживая размеры 1, 2 и $4_{-0,075} \times 45^\circ$ мм.
2. Центровать заготовку под сверление пяти отверстий центровочными сверлами $\phi 2$, выдерживая размеры $\phi 108 \pm 0,25$ мм и $45^\circ \pm 30'$.
3. Сверлить 4 сквозных отверстия, выдерживая размеры $\phi 10,4^{+0,3}$ мм и $1,5 \pm 0,1 \times 45^\circ$ мм.
4. Сверлить сквозное отверстие, выдерживая размеры $\phi 4,2^{+0,2}$ мм и $1 \pm 0,1 \times 45^\circ$ мм.
5. Нарезать резьбу, выдерживая размер М12-6Н.
6. Нарезать резьбу, выдерживая размер М5-6Н.

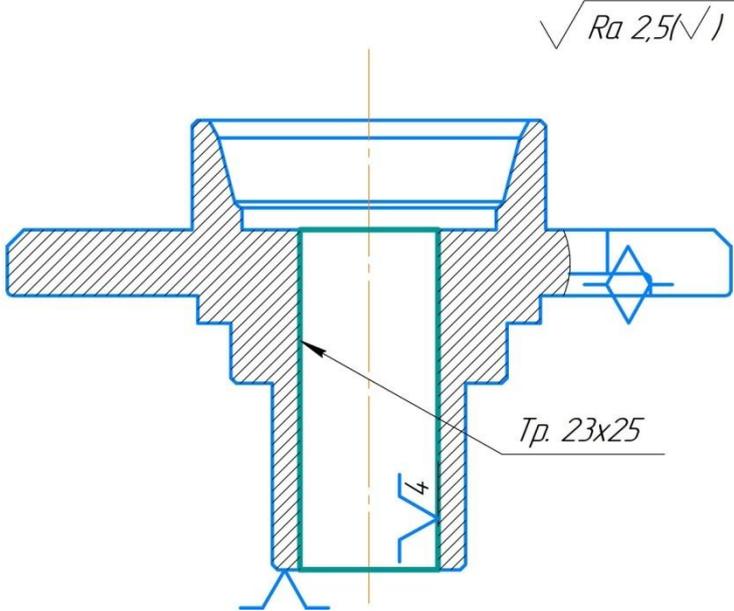
025 Слесарная

1. Притупить острые кромки, снять заусенцы.

030 Контрольная

1. Контролировать размеры полученных поверхностей;
2. Контролировать шероховатость полученных поверхностей.

Продолжение таблицы 5

	<p>035 Протяжная</p> <p>А. Установить заготовку в специальное приспособление. Базы: внутренний диаметр, торец и поверхность паза.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Протягивать отверстие, согласно размерам Тр. 23x25.
<p>040 Слесарная</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Притупить острые кромки, снять заусенцы. 	
<p>030 Контрольная</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Контролировать размеры полученных поверхностей; 2. Контролировать шероховатость полученных поверхностей. 	
<p>045 Промывочная</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Промывать деталь, согласно ТТП 01279-0002. 	
<p>055 Консервация</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Консервировать , согласно ТТП 60270-00001 вар. 17. 	

2.6.01 Выбор средств технологического оснащения

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

Подберем необходимые для механической обработки средства

технологического и контрольно-измерительного оснащения и занесем данные в таблицы 6 и 7 соответственно.

Таблица 6 – Средства технологического оснащения

Операция	Оборудование	Инструмент	Приспособление
005 Штамповочная	ГКМ В1139А Печь ПГТ 12.6.6/13		
010 Токарная с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ 16К20Ф3	Резец подрезной 2112- 0073 ВК8 ГОСТ 18880-73; Резец проходной упорный 2103-1135 ВК8, Т15К6 ГОСТ 18879-73; Резец расточной 2141- 0044 ВК8 ГОСТ 18883-73; Сверло центровочное 2317-0010 ГОСТ 14952-75 (D=20, d=8); Сверло спиральное 2301-0069 ГОСТ 10903-77 (ø20мм); Зенкер 2320-2585 h8 ГОСТ 12489-71 (ø22мм)	Трехкулачковый патрон 7100-0002 ø100 ГОСТ 2675-80; Патрон сверлильный 16-В20 ГОСТ 8522-79; Резцедержатель с перпендикулярным пазом 291.341.121; Резцедержатель с параллельным пазом 294.341.221; Держатель для осевого инструмента 291.342.132 Втулка 6100-0144 КМ4/КМ2 ГОСТ 13598-85
020 Фрезерная с ЧПУ	Фрезерный станок с ЧПУ EMCOMILL E350	Фреза концевая 2223-0298 ГОСТ 17026-71 (ø20мм); Зенковка 2353-0134 ГОСТ 14953-80 (D=20, d=4); Сверло центровочное 2317-0001 Р6М5 ГОСТ 14952-75 (ø2мм); Сверло спиральное 2300-5446 Р6М5 ГОСТ 4010-77; (ø4,2мм); Сверло спиральное 2301-5608 Р6М5 ГОСТ 4010-77 (ø10,4мм) Метчик М6 2620-2457 Р6М5 ГОСТ 3266-81;	Приспособление специальное; Патрон сверлильный 16- В18 ГОСТ 8522-79; Патрон цанговый 2-40-17-110 ГОСТ 26539-85; Оправка 6039-0014 ГОСТ 2682-86; Оправка BLACKSMITH ВТ40-МТВ2-45; Патрон для метчиков М5 – М12 – 2 ГОСТ 8255-86

Продолжение таблицы 6

		Метчик М12 2620-2593 Р6М5 ГОСТ 3266-81	
030 Слесарная		Напильник 2820-0012 ГОСТ 1465-80; Надфиль 2827-0061 ГОСТ 1513-77	
035 Протяжная	Вертикально-протяжный станок 7А612	Протяжка специальная	Приспособление специальное
040 Слесарная		Напильник 2820-0012 ГОСТ 1465-80; Надфиль 2827-0061 ГОСТ 1513-77	
050 Промывочная	Промывочная ванна	Раствор по ТТП 01279- 00002	
055 Консервационная		Материалы по ТТП 60270-00001 вар. 17	

Таблица 7 – Средства контроля точности изготовления детали

Операция	Способ контроля	Измерительный прибор
005 Штамповочная	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ-П-250-0,1 ГОСТ 166-89
010 Токарная с ЧПУ	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89; Микрометр МК75-1 ГОСТ 6507-90; Микрометр МК50-1 ГОСТ 6507-90; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75; Набор радиусных шаблонов №1 ГОСТ 4126-66
020 Фрезерная с ЧПУ	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166; Угломер типа 1-5 ГОСТ 5378-88; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75; Калибр резьбовой ГОСТ 2016-86
040 Протяжная	Инструментальный, визуальный	Специальный калибр пробка для треугольных шлицев 23x25; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75;

2.6.02 Уточнение содержания переходов

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

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

Уточним содержание переходов для получения поверхностей.

010 Токарная с ЧПУ Установ А:

- 1) Подрезка торца - 1 переход, 1 рабочий ход;
- 2) Точение $\varnothing 35$ – 2 прохода, 2 рабочих хода;
- 3) Точение $\varnothing 50$ – 2 прохода, 2 рабочих хода;
- 4) Точение $\varnothing 62$ – 2 прохода, 2 рабочих хода;
- 5) Снятие фаски – 1 прохода, 2 рабочих хода.

010 Токарная с ЧПУ Установ Б:

- 1) Подрезка торца - 1 переход, 1 рабочий ход;
- 2) Точение $\varnothing 64$ мм – 1 проход, 2 рабочих хода;
- 3) Центрование – 1 переход, 1 рабочий ход;
- 4) Сверление - 2 прохода, 2 рабочих хода;
- 5) Растачивание $\varnothing 46$ мм – 1 переход, 6 рабочих ходов;
- 6) Снятие фаски – 1 проход, 1 рабочий ход.

020 Фрезерная с ЧПУ:

- 1) Фрезерование размеров 131 мм – 1 проход, 4 рабочий хода;
- 2) Центрование – 1 проход, 5 рабочих ходов;
- 3) Сверление $\varnothing 10,4$ мм – 1 проход, 4 рабочих хода;

- 4) Сверление $\varnothing 4,2$ мм – 1 проход, 1 рабочий ход;
- 5) Нарезка резьбы М12 – 1 проход, 1 рабочий ход;
- 6) Нарезка резьбы М5 – 1 проход, 1 рабочий ход.

035 Протяжная:

- 1) Протягивание шлицев – 1 проход, 1 рабочий ход.

2.6.03 Выбор и расчет режимов резания

Назначенный для обработки заготовки режим резания определяет основное технологическое время на ее обработку и соответственно производительность труда. Работа резания переходит в тепло. Со стружкой уходит 80 % тепла и более, остальное распределяется между резцом, заготовкой и окружающей средой. Под влиянием тепла изменяются структура и твердость поверхностных слоев резца и его режущая способность, изменяются также и свойства поверхностного слоя заготовки. Режимы резания для каждого случая могут быть рассчитаны по эмпирическим формулам с учетом свойств обрабатываемого материала, установленной нормативами стойкости резца, его геометрии и применяемого охлаждения, а также с учетом точностных параметров обработанной заготовки, особенностей станочного оборудования оснастки. Назначение режимов резания начинают с определения максимально допустимой глубины резания, затем определяют допустимую подачу и скорость резания [6].

Произведем выбор и расчет оптимальных режимов обработки для трех разных операций – наружного точения, фрезерования и сверления [4].

Режимы резания на токарном станке:

Чтобы рассчитать режимы резания нам нужно знать характеристики инструмента, которые даны в таблице 8.

Таблица 8 – Характеристика инструмента

Инструмент	Материал
Резец проходной упорный 2103-1135 ГОСТ 18879-73	ВК8

Чтобы подобрать правильно режимы резания воспользуемся литературой.

Рассчитаем режимы резания для чернового точения. Для начала нам нужно подобрать подачу, воспользуемся [4, с.364,табл.11] $S_{ч.т.} = 0,9$ мм/об, при глубине резания $t = 1$ мм.

Так как у нас операция точения, то используем рекомендованную формулу для нахождения скорости резания [4, стр. 363]:

$$v = \frac{C_v}{T^m * t^x * S^y} * K_v,$$

где T – стойкость; t – глубина резания, C_v – коэффициент при обработке отрезным резцом ($C_v=240$) [4, с.367, табл.17]; m , x , y - показатели степени, зависящие от материала режущей части резца и вида обработки, в нашем случае материал ВК8 и вид обработки – точение, получаем $m = 0,2$, $y = 0,45$, $x = 0,15$ [4, с. 367, табл. 17,], s – подача, K_v - корректирующий коэффициент [4, стр. 358]:

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

где K_{mv} – коэффициент, учитывающий качество обработки материала, возьмем марку стали 40Х ($K_{mv}=1,3$) [4, табл.1, стр.360]; K_{pv} – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки, возьмем прокат ($K_{pv} = 0,8$) [4, с.361, табл.5,]; K_{iv} – коэффициент, учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания, возьмем материал инструмента ВК8 ($K_{iv}=0,74$) [4, с.361, табл. 6,]. С учетом подобранных коэффициентов получаем:

$$K_v = 1,3 * 0,8 * 0,74 = 0,9$$

Примем среднее значение стойкости $T = 30$ мин, тогда скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{240}{30^{0.2} * 1^{0.15} * 0.9^{0.45}} * 0,9 = 114 \text{ м/мин}$$

Получив скорость, мы можем определить количество оборотов для станка [4, с.12]:

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

где: π – постоянная, D – диаметр заготовки ($D=60$ мм.).Получаем:

$$n = \frac{1000 * 114}{\pi * 60} = 580 \text{ об/мин}$$

Полученные режимы резания запишем в таблицу 9.

Таблица 9 – Режимы резания

S, мм/об	v, м/мин.	n, об/мин.
0,9	114	580

Режимы резания на фрезерном станке:

Чтобы рассчитать режимы резания нам нужно знать характеристики инструмента, которые даны в таблице 10.

Таблица 10 – Характеристика инструмента

Инструмент	Геометрия	Материал
Фреза концевая 2223-0298 ГОСТ 17026-71	3 зуба, диаметр Ø20 мм	Твердый сплав Т15К6

Рассчитаем режимы резания для поверхности б. Чтобы подобрать правильно режимы резания воспользуемся литературой [4].

Рассчитаем режимы резания для черного фрезерования. Для начала нам нужно подобрать подачу, воспользуемся [4, с.406, табл.80] $S_{ч.ф.} = 0,08$ мм/зуб, при глубине резания $t = 3$ мм.

Используем рекомендованную формулу для нахождения скорости резания [4,стр. 406]:

$$v = \frac{C_v * D^q}{T^m * t^x * s^y * B^u * z^p} * K_v,$$

где z – число зубьев фрезы ($z = 3$); B – ширина срезаемого слоя ($B = 8$ мм); D – диаметр фрезы; T – стойкость; t – глубина резания, C_v – коэффициент при обработке фрезой ($C_v = 234$) [4, с.407, табл.81]; m, x, y – показатели степени, зависящие от материала режущей части фрезы и вида обработки, в нашем случае материал Т15К6 и вид обработки – получистовое фрезерование, получаем $m = 0,37, y = 0,26, x = 0,24$; p, q, u – коэффициенты ($p = 0,13, q = 0,44, u = 0,1$) [4, с. 407, табл. 81,], s – подача, K_v – корректирующий коэффициент [4, стр. 358]:

$$K_v = K_{mv} K_{pv} K_{iv}$$

где K_{mv} – коэффициент, учитывающий качество обработки материала, возьмем марку стали 40Х ($K_{mv} = 1,3$) [4, табл.1, стр.360]; K_{pv} – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки, возьмем прокат ($K_{pv} = 0,9$) [4, с.361, табл.5,];

K_{iv} – коэффициент, учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания, возьмем материал инструмента Т15К6 ($K_{iv} = 0,65$) [4, с.361, табл.6,]. С учетом подобранных коэффициентов получаем:

$$K_v = 1,3 * 0,9 * 0,65 = 0,72$$

Примем среднее значение стойкости $T = 120$ мин [4, с.411, табл. 82], тогда скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{234 * 30^{0,44}}{120^{0,37} * 3^{0,24} * 0,08^{0,26} * 8^{0,1} * 5^{0,13}} * 0,72 = 174 \text{ м/мин}$$

Теперь можем рассчитать число оборотов, используя формулу [4, с. 45]:

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * d}$$

где: π – постоянная, d – диаметр фрезы ($d = 30$ мм.).

Получаем:

$$n = \frac{1000 * 174}{\pi * 30} = 1849 \text{ об/мин}$$

Полученные режимы резания сведем в таблицу 11.

Аналогичным методом проводим расчет режимов резания для остальных операций.

Таблица 11 – Режимы резания

S_0 , мм/зуб	v , м/мин	n , об/мин
0,08	174	1850

Режим резания на сверлильном станке:

Чтобы рассчитать режимы резания нам нужно знать характеристики инструмента, которые даны в таблице 12.

Таблица 12 – Характеристика инструмента

Инструмент	Геометрия	Материал
Сверло спиральное 2301-5608 ГОСТ 4010-77	Общая длина – 89 мм. Длина спирали – 43мм. Диаметр сверла Ø10,4 мм.	Р6М5

Рассчитаем режимы резания для отверстия 9. Чтобы подобрать правильно режимы резания воспользуемся литературой [4].

Рассчитаем режимы резания для сверления. Для начала нам нужно подобрать подачу, воспользуемся [4, с.381, табл. 35] $S_{св.} = 0,28$ мм/об, при глубине резания $t = 0,5 * D$ мм,

где D – диаметр сверла ($t = 0,5 * 10,4 = 5,2$ мм).

Используем рекомендованную формулу для нахождения скорости резания [4, стр. 381]:

$$v = \frac{C_v * D^q}{T^m * S^y} K_v$$

где T – стойкость; C_v – коэффициент при обработке фрезой ($C_v=7$) [4, с.407, табл.81]; m , y – показатели степени, зависящие от материала режущей части фрезы и вида обработки, в нашем случае материал Р6М5 и вид обработки - сверление, получаем $m = 0,2$, $y = 0,7$; q – коэффициент ($q=0,4$) [4, с. 407, табл.

81,] , s – подача, K_v – корректирующий коэффициент [4, стр. 358]:

$$K_v = K_{mv}K_{pv}K_{iv}$$

где K_{mv} – коэффициент, учитывающий качество обработки материала, возьмем марку стали 40Х ($K_{mv}=1,3$) [4, табл.1, стр.360]; K_{pv} – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки, возьмем прокат ($K_{pv} = 0,8$) [4, с.361, табл.5,]; K_{iv} – коэффициент, учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания, возьмем материал инструмента Р6М5 ($K_{iv}=0,65$) [4, с.361, табл. 6,]. Получаем $K_{mv}=1,3$; $K_{pv}=0,8$; $K_{iv} = 0,65$. С учетом подобранных коэффициентов получаем:

$$K_v = 1,3 * 0,8 * 0,65 = 0,675$$

Примем среднее значение стойкости $T= 25$ мин [4, с.384, табл. 40], тогда скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{7 * 10,4^{0,4}}{25^{0,2} * 0,28^{0,7}} * 0,675 = 15,3 \text{ м/мин}$$

Теперь можем рассчитать число оборотов, используя формулу [4, с. 67]:

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * d}$$

где: π – постоянная, d – диаметр обработки ($d=10,4$ мм.).

Получаем:

$$n = \frac{1000 * 15,3}{3,14 * 10,4} = 468 \text{ об/мин}$$

Полученные режимы резания сведем в таблицу 13.

Аналогичным методом проводим расчет режимов резания для остальных операций.

Таблица 13 – Режимы резания

S , мм/об	v , м/мин	n , об/мин
0,28	15,3	470

2.6.04 Нормирование технологических переходов

Таблица 14 – Нормы времени

Операции	Время, затраченное на механическую обработку, мин	Время, затраченное на установку и наладку оборудования, мин	Общее время операции, мин
005 Штамповочная			
Выдержка в печи	120	5	125
Штампование	2	5	7
Охлаждение	-	-	600
010 Токарная с ЧПУ	25	15	40
015 Контрольная	10	5	15
020 Фрезерная с ЧПУ	15	10	25
025 Слесарная	10	-	10
030 Контрольная	5	5	10
035 Протяжная	12	18,5	30,5
040 Слесарная	10	-	10
045 Контрольная	10	15	25
045 Промывочная	5	7	12
050 Консервация	-	15	15
Итого	224	100,5	924,5

2.7 Разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ

Одним из основных этапов технологической подготовки производства деталей для станков с ЧПУ является разработка операционной технологии и управляющей программы. Управляющая программа (УП) — это записанная на программоносителе в закодированном цифровом виде маршрутно-операционная технология на конкретную деталь с указанием траекторий движения инструмента. Все данные, необходимые для обработки заготовки на станке, устройство числового программного управления (УЧПУ) получает от управляющей программы.

Управляющая программа может быть разработана как в ручную, так и с

помощью систем автоматизированного проектирования (САПР). В данной работе УП разработаны с помощью программы FeatureCAM фирмы Delcam. FeatureCAM — САМ-система для подготовки управляющих программ, сочетающая широкий спектр возможностей и простоту в использовании, что позволяет минимизировать время разработки УП для станков с ЧПУ.

Разработанные программы для токарной (010) и фрезерной (020) операций представлены в технологической документации (Приложение Г).

2.8 Размерный анализ технологического процесса

Суть размерного анализа спроектированного технологического процесса состоит в решении обратных задач для технологических размерных цепей [7].

Размерный анализ позволяет оценить качество технологического процесса, в частности, определить, будет ли он обеспечивать выполнение конструкторских размеров, непосредственно не выдерживаемых при обработке заготовки, найти предельные значения припусков на обработку и оценить их достаточность для обеспечения требуемого качества поверхностного слоя обрабатываемых поверхностей и (или) возможность удаления припусков без перегрузки режущего инструмента [7].

Исходными данными для размерного анализа являются чертеж детали, чертеж исходной заготовки и технологический процесс изготовления детали.

2.8.01 Построение размерной схемы технологического процесса и графа технологических размерных цепей

Для построения размерной схемы технологического процесса на эскизе детали, выполненном в произвольном масштабе, изображаются припуски на обработку.

На полученном эскизе проставляются [7]:

- технологические размеры в порядке их получения, начиная с размеров исходной заготовки и заканчивая размерами, выдерживаемыми на последней операции;
- размеры припусков на обработку (изображаются волнистыми линиями, обозначаются буквой *Z* с индексом того технологического размера, при получении которого они удаляются);
- конструкторские размеры.

Таким образом, получаем размерную схему технологического процесса.

Правильность построения размерной схемы проверяется так [7]:

- число технологических размеров должно быть на единицу меньше числа поверхностей;
- число конструкторских размеров и размеров припусков должно быть равно числу технологических размеров.

Произведем размерный анализ для точных поверхностей. Наиболее точные поверхности были получены на операции 010 «Токарная с ЧПУ».

Для данного технологического размера проведем размерный анализ для поверхностей:

1. Для габаритного размера.
2. Для диаметрального.

Эскиз припусков представлен на рисунке 5.

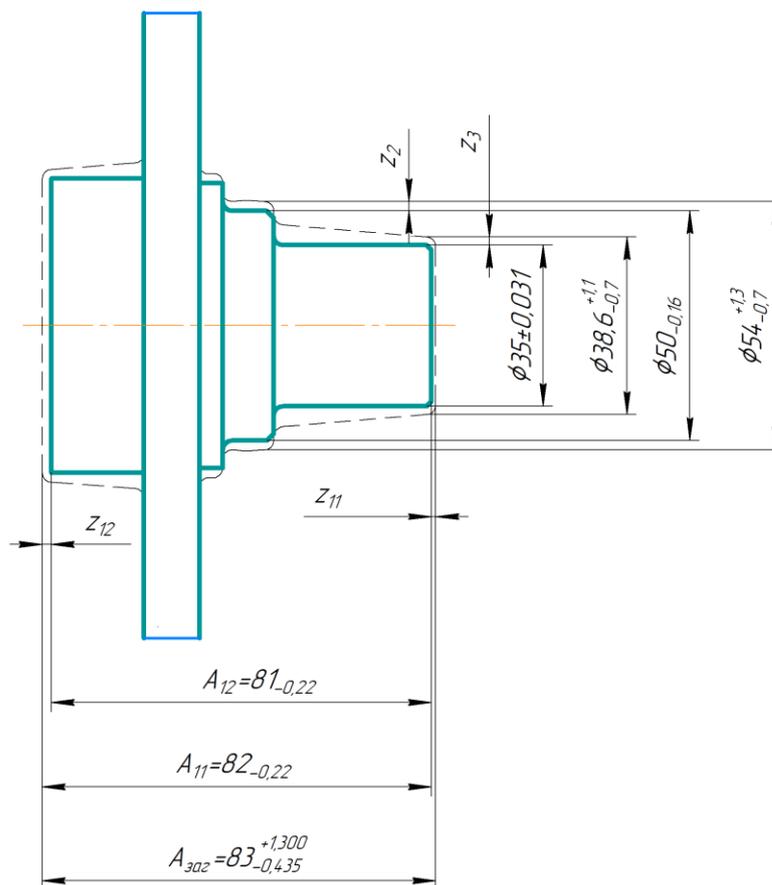
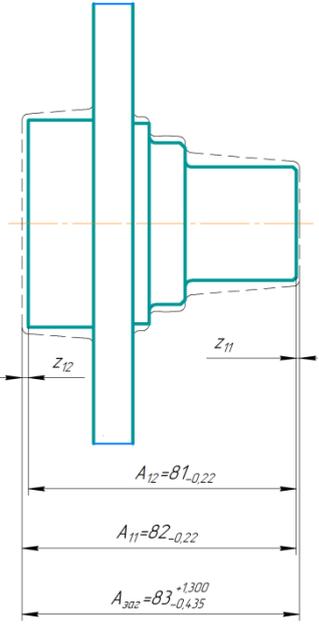
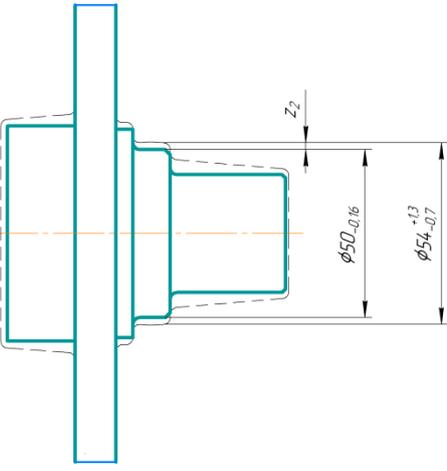
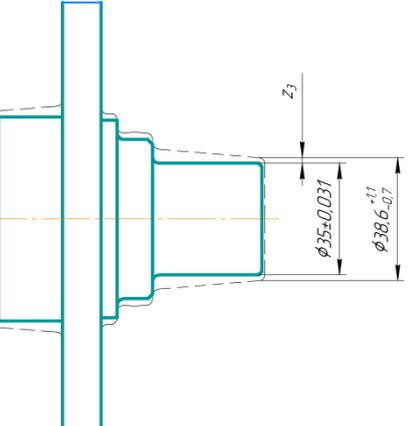


Рисунок 5 – Эскиз продольных и диаметральных припусков на обработку

2.8.02 Расчет значений припусков и конструкторских размеров, обеспечиваемых спроектированным технологическим процессом

Для этого по размерной схеме технологического процесса и графу технологических размерных цепей находится соответствующая размерная цепь. Записывается уравнение размерной цепи и рассчитывается значение замыкающего звена. Полученные данные приведены в таблице 15.

Таблица 15 – Проверка размеров

Проверяемый размер	Эскиз	Уравнение
Z_{11} Z_{12}		$Z_{11} = A_{302} - A_{11};$ $Z_{12} = A_{11} - A_{12};$ $Z_{11 \min} = 83_{-0,435} - 82 =$ $= 0,57 \text{ мм};$ $Z_{11 \max} = 83^{+1,3} - 82_{-0,22} =$ $= 2,25 \text{ мм};$ $Z_{12 \min} = 82_{-0,22} - 81 =$ $= 0,78 \text{ мм};$ $Z_{12 \max} = 82 - 81_{-0,22} =$ $= 1,22 \text{ мм}.$
Z_2		$Z_2 \min = 54_{-0,7} - 50 =$ $= 3,3 \text{ мм};$ $Z_2 \max = 54^{+1,3} - 50_{-0,16} =$ $= 5,46 \text{ мм}.$
Z_3		$Z_3 \min = 38,6_{-0,7} - 35^{+0,031}$ $= 2,87 \text{ мм};$ $Z_3 \max = 38,6^{+1,1} - 35_{-0,031}$ $= 4,73 \text{ мм}.$

Минимальные значения припусков достаточны для обеспечения требуемого качества поверхностей; колебание значений этих припусков невелико, что обеспечит достаточно стабильные условия обработки.

2.9 Техничко-экономические показатели технологического процесса

Для того чтобы убедиться, что выбранный маршрут изготовления детали является наиболее экономичным и эффективным, необходимо рассчитать технико-экономические показатели технологического процесса.

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

Рассчитает стоимость заготовки для одной детали.

В качестве заготовки применяется поковка массой 2,72 кг. Тогда расчетная стоимость одной заготовки:

$$55 * 2,72 = 149,6 \text{ руб.}$$

Данные о заработной плате рабочих представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Затраты на оплату труда рабочих

Профессия	Стоимость работы, руб/час	Время занятости на рабочем месте, час.	Заработная плата по факту работы, руб.
Штамповщик	150	0,12	18
Термист	160	0,2	32
Оператор токарного станка с ЧПУ	200	0,67	134

Продолжение таблицы 16

Оператор фрезерного станка с ЧПУ	200	0,42	84
Контролер	180	0,6	108
Слесарь	130	0,3	39
Промывщик	120	0,12	14,4
Консервировщик	110	0,2	22
Итого, Σ:	480,2		

Тогда себестоимость детали без учета затрат на технологическое оснащение составит:

$$480,2 + 149,6 = 632 \text{ руб.}$$

Степень автоматизации оборудования составит 2 к 6, т.е. 30% от всего станочного парка. Такой коэффициент удовлетворяет требованиям мелкосерийного производства.

В таблице 17 приведены данные о стоимости оборудования.

Таблица 17 – Стоимость оборудования

Операция	Оборудование	Стоимость, руб.
005 Заготовительная	Горизонтально-ковачная машина В1139А	3 500 000
	Печь ПГТ 12.6.6/13	2 000 000
010 Токарная с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ 16К20Ф3	1 850 000
020 Фрезерная с ЧПУ	Фрезерный станок с ЧПУ EMCOMILL E350	700 000
035 Протяжная	Вертикально-протяжный станок 7А612	2 100 000

Продолжение таблицы 17

045 Промывочная	Промывочная ванна	20 000
Итого, Σ		10170000

Таким образом для технологического оснащения производства детали «Ступица» потребуется порядка 10170000 руб. без учета затрат на инструменты

2.10 Проектирование средств технологического оснащения

2.10.01 Обоснование выбора схемы приспособления

Специальные приспособления разрабатываются с целью уменьшения времени обработки детали, облегчения закрепления, невозможности применения стандартных приспособлений.

Данное приспособление было разработано с целью закрепления заготовки таким образом, чтобы обеспечивалось нужное усилие для зажима заготовки при сверлении и сохранялась простота и высокая скорость закрепления, а также возможность обработки нужных поверхностей за один установ с необходимой точностью. При отсутствии на предприятии станков с ЧПУ сверлильная операция может быть выполнена на сверлильном станке. Для достижения высокой производительности и точности необходимо использовать кондуктор. Кондуктор одновременно будет являться и зажимом.

Кондуктор — приспособление, предназначенное для обработки отверстий на вертикальных одношпиндельных, радиально-сверлильных и многошпиндельных станках.

В машиностроительных производствах России применяются различного типа кондукторы: 1) накладные; 2) стационарные; 3) поворотные; 4) опрокидываемые; 5) скальчатые.

Накладные кондукторы — наиболее простые по конструкции и наиболее дешевые приспособления для сверлильных станков. Накладными их называют

потому, что их надевают (т. е. накладывают) на обрабатываемую деталь, а после обработки отверстий снимают. К обрабатываемой детали такой кондуктор крепится откидной шайбой и гайкой. Для сверления отверстия, расположенного на наружной цилиндрической поверхности детали, имеется установочная площадка на корпусе кондуктора, перпендикулярная оси кондукторной втулки.

Так как у нас наибольшие силы возникают при сверлении отверстия $\varnothing 10,4$, то рассчитаем силу зажима для этого случая. Сила зажима определяется схемой установки и закрепления в приспособлении. Чтобы рассчитать силы зажима воспользуемся литературой [8, с. 157].

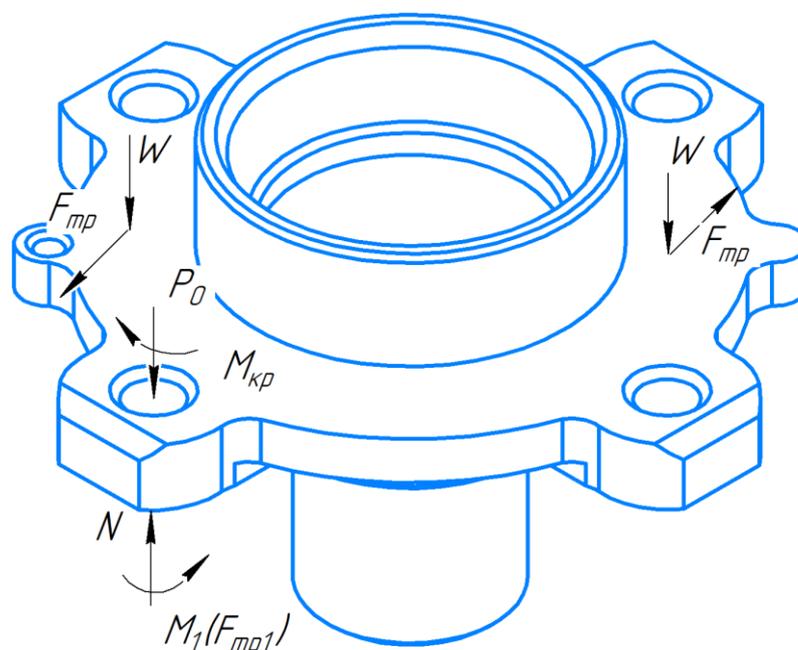


Рисунок 6 – Силы при сверлении

На рисунке изображены следующие силы: P_0 – осевая сила резания, $M_{кр}$ – вращающий момент, N – реакция установочной плоскости, W – сила зажимного механизма, $F_{тр}$ – сила трения между заготовкой и зажимным механизмом, $M_{тр}$ – момент силы трения между возникающей между опорой и заготовкой.

При сверлении возникает осевая сила резания P_0 и крутящий момент $M_{кр}$. Для расчета сил резания воспользуемся формулами [4]:

$$P_0 = 10 * C_p * D^{q_p} * C^{y_p} * K_p$$

$$M_{кр} = 10 * C_M * D^{q_m} * C^{y_m} * K_p$$

Где q и y-показатели степени, C_p и C_m -константы, зависящие от условий резания. Для обработки заготовки из стали 40Х быстрорежущим сверлом, представлены в таблице 18. K_p – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки.

Таблица 18 – Коэффициенты

Крутящий момент			Осевая сила			
C _M	q _m	y _m	C _p	q _p	y _p	K _p
0,034	2	0,8	68	1	0,7	1

Произведя расчет сил, получим следующие значения:

$$P_0 = 2900 \text{ Н}$$

$$M_{кр} = 15,1 \text{ Н/м}$$

Найдем величину сил зажима из условия, что заготовка сохраняет неподвижное состояние под действием сил зажима, резания и реакций опор во время обработки. Изобразим графическую модель равновесия заготовки (рис б). Для этого мысленно освободим заготовку от всех элементов схемы, заменив их действие силами и реакциями связей.

Неизвестных сил на схеме две - W и N, значит можно составить и решить систему из двух уравнений, вида:

$$\begin{cases} F_{iz} = 0 \\ M_z(F_i) = 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} K * P_0 + 2W - N = 0 \\ K * M_{кр} - M(F_{тр}) - M_1(F_{тр1}) = 0 \end{cases}$$

где K – коэффициент запаса равный 1.5, а M(F_{тр}) и M₁(F_{тр1}) находят по формулам [9]:

$$M(F_{тр}) = \frac{1}{3} * f * W * \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2}$$

$$M_1(F_{тр1}) = \frac{1}{3} * f * N * \frac{D_1^3 - d_1^3}{D_1^2 - d_1^2}$$

где f – коэффициент трения металл – металл равный 0,15.

Выразив N из первого уравнения и подставив во второе, мы получим уравнение относительно W :

$$W = \frac{\frac{3 * k * M_{кр}}{f} - K * P_0 * \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2}}{\frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2} - 2 * \frac{D_1^3 - d_1^3}{D_1^2 - d_1^2}} = 470,6 \text{ Н}$$

Чтобы обеспечить неподвижность заготовки на операции, ее нужно зажать двумя пневмоцилиндрами с усилиями $W = 470 \text{ Н}$ на каждом.

Для установки данной заготовки по обработанной поверхности был спроектирован специальный зажим, схема которого представлена на рис 2.

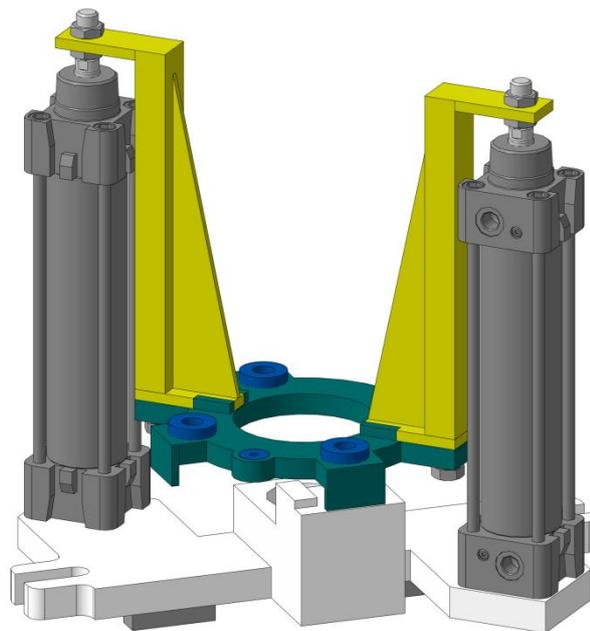


Рисунок 7 – Схема приспособления типа Кондуктор

Приспособление состоит из кондуктора , пневмоцилиндров Samozzi , рычагов и установочной плиты. Заготовка устанавливается на плиту установочную , представляющую собой плиту со ступенчатым отверстием и пазом. Заготовка прижимается к плите кондуктором под действием цилиндров. Соединение кондуктор – шток является резьбовым. Ход штоков составляет

75мм, что позволяет оператору извлекать и устанавливать заготовку без разъединения штоков и кондуктора.

Произведем проверку обеспечиваемого усилия прижатия пневмоцилиндров, а так же проверим резьбовое соединение на напряжение среза в резьбе болта.

Усилие на штоке при обратном ходе рассчитывается следующим образом:

$$F_{ц} = \frac{\pi * (D_{ц}^2 - d_{ш}^2)}{4} * p * \eta$$

где $D_{ц}^2$ - диаметр полости цилиндра, $d_{ш}^2$ - диаметр штока, p – давление, η - кпд.

Для пневмоцилиндра Camozzi 60M1L040A0075 имеем:

$D_{ц}^2 = 40$ мм, $d_{ш}^2 = 16$ мм, $p = 6$ бар., $\eta = 0,85$ кпд.

$$W < F_{ц} = 538,1$$

Следовательно условие прижима выполняется.

Далее рассчитаем напряжение среза в резьбе M10:

$$\tau_p = \frac{F_w}{\pi * d_3 * h * z * K_1 * K_m} = \frac{1000}{3.14 * 8.61 * 10 * 2 * 0.75 * 0.7} = 3.7 \text{ МПа} < 74 \text{ МПа}$$

Условие среза выполняется.

2.10.02 Проектирование гибкого производственного модуля

Замена универсального неавтоматизированного оборудования станками с ЧПУ позволяет сократить трудоемкость изготовления деталей до 5 раз в зависимости от вида обработки и конструкции обрабатываемых деталей. Переход от отдельных станков с ЧПУ к автоматизированным комплексам решает задачу повышения эффективности оборудования с ЧПУ в 2-3 раза за счет резкого сокращения времени переналадки его на выпуск другой продукции, а также освобождения оператора от монотонных работ и необходимости постоянного наблюдения за работой станка. Объединение

автономных станков с ЧПУ в автоматизированные гибко перенастраиваемые комплексы позволяет повысить коэффициент загрузки станков до 0,85-0,9, а коэффициент сменности – до 2-3. Главное отличие станков, встраиваемых в комплекс, от станков с ЧПУ автономного применения заключается во введении в них механизмов связи с автоматизированными транспортными системами подачи заготовок и инструмента [10].

ГОСТ 26228-90 устанавливает следующее определение гибкого производственного модуля. Гибкий производственный модуль (ГПМ) – гибкая производственная система, состоящая из единицы технологического оборудования, автоматизированным устройством программного управления и средствами автоматизации технологического процесса, автономного функционирующая, осуществляющая многократные циклы и имеющая возможность встраивания в систему более высокого уровня.

Частным случаем ГПМ является роботизированный технологический комплекс (РТК). В состав типовых РТК включаются ПР; металлорежущие станки; вспомогательное транспортное оборудование, накопители, магазины заготовок и изделий и т.п. Также кроме указанного оборудования в состав любого РТК входят устройства управления как отдельным ПР, так и всем РТК.

Для обработки деталей типа тел вращения в основном используют однопозиционные и многопозиционные РТК. Для данного технологического процесса был выбран однопозиционный РТК, включающий один ПР. Однопозиционный РТК на базе токарного станка мод.16К20Ф3, предназначен для токарной обработки деталей типа тел вращения из штучных заготовок в автоматическом режиме в мелкосерийном и серийном производстве с повторяющимися партиями деталей. В цикле работы РТК заготовки автоматически поочередно подаются роботом на станок. Обработанные детали передаются роботом со станка на свободные паллеты тактового стола [11].

При проектировании ГПМ выбираем однопозиционный РТК 16К20Ф3Р219. РТК 16К20Ф3Р219 на базе токарного станка 16К20Ф3 с ЧПУ и

ПР напольного типа мод. М20П40.01 служит для обработки деталей типа валов (D до 120 мм; L до 500 мм; m до 10 кг) и фланцев (D до 150 мм; L до 110 мм; m до 5 кг). В состав РТК входит горизонтальный магазин-накопитель вместимостью 12 заготовок.

Для данного РТК была выбрана компоновка, представленная на рисунке 8.

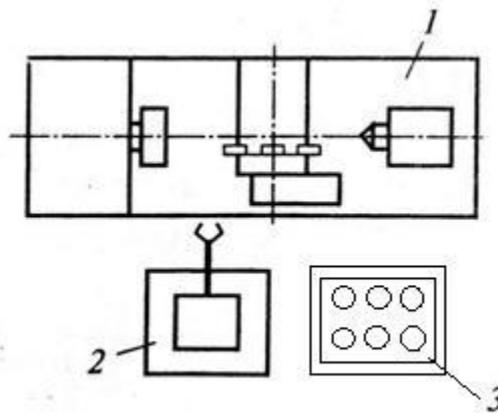


Рисунок 8 – Компоновка РТК 16К20Ф3Р219:

1 – станок с ЧПУ 16К20Ф3; 2 – ПР напольного типа мод. М20П40.01; 3 – накопитель.

Данный ГПМ позволяет автоматизировать токарную обработку на станке 16К20Ф3, что составляет 1/3 часть от всей возможной автоматизации механообработки. Для полного автоматизирования всей обработки детали «Ступица» по спроектированному технологическому процессу на станках с ЧПУ необходимо применение дополнительных ПР, обеспечивающих кантование и установку заготовки на плиту установочную, а также перемещение и установку на фрезерный станок EMCOMILL E350 в разжимную оправку. Такое решение приведет к дополнительным затратам.

Заключение

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

Себестоимость детали составила 632 руб. без учета общецеховых расходов. Вложения в станочный парк потребуют от 10 170 000 руб.

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

Студенту:

Группа	ФИО
4А51	Энсу Анатолию Дмитриевичу

Школа	ИШЭ	Отделение школы(НОЦ)	НОЦ им.Бутакова
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Бюджет проекта составил 448 963,4 руб., включая з/п исполнителей, накладные расходы и отчисления во внебюджетные фонды.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Ставка Руководителя НИР – 30 000 руб. Ставка Студента – 20 000 руб.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	<ul style="list-style-type: none"> – 22% (при зарплате больше 800 тысяч рублей – 10). – для соцстраха – 2,9% (при заработной плате до 723 тысяч рублей, свыше этой суммы отчисления в этот фонд не производятся). – для медицинского страхования – 5,1% (здесь федеральное законодательство ограничений не предусматривает). – несчастные случаи – 0,2%.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)	Данная научно-исследовательская работа финансируется за счет средств государственного бюджета и по характеру получаемых результатов относится к поисковым работам.
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР	<ul style="list-style-type: none"> – Расчет материальных затрат; – Расчёт основной заработной платы; – Отчисления во внебюджетные фонды; – Расчет накладных расходов; – Расчет бюджета затрат;
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	По результатам НИР были выполнены поставленные задачи. Однако, поскольку данная НИР относится к поисковым работам, то оценивать её эффективность преждевременно.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<ol style="list-style-type: none"> 1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT 3. Альтернативы проведения НИ 4. График проведения и бюджет НИ

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А51	Энс Анатолий Дмитриевич		

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

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

3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Результатом работы является документация для подготовки производства изготовления детали «Ступица». Объем выпуска продукции составляет 10000 шт. в год. Исходя из этого, потенциальными потребителями результатов исследования выступают машиностроительные предприятия, находящиеся в любой области Российской Федерации, оборудование которых позволяет производить обработку металлов давлением (горизонтально ковочная машина) и обладающих необходимым станочным парком.

3.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Для достижения поставленной цели необходимо произвести анализ конкурентных технических решений. Для этого составим таблицу, на основе которой дадим оценку конкурентоспособности данной детали. В качестве конкурентных решений будут рассмотрены разработки Томского электромеханического завода им. Вахрушева и Томского инструментального завода.

Таблица 19 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _р	Б _{к1}	Б _{к2}	К _р	К _{к1}	К _{к2}
1. Повышение производительности труда пользователя	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3

Продолжение таблицы 19

2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,1	4	4	3	0,4	0,4	0,3
3. Энергоэкономичность	0,1	3	2	3	0,3	0,2	0,3
4. Надежность	0,05	4	4	4	0,2	0,2	0,2
5. Безопасность	0,1	4	4	4	0,4	0,4	0,4
6. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,1	4	3	4	0,4	0,3	0,4
7. Простота эксплуатации	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,1	4	3	4	0,4	0,3	0,4
2. Уровень проникновения на рынок	0,02	3	4	3	0,06	0,08	0,06
3. Цена	0,1	4	4	3	0,4	0,4	0,3
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	4	4	2	0,4	0,4	0,2
5. Послепродажное обслуживание	0,01	1	1	1	0,01	0,01	0,01
6. Срок выхода на рынок	0,01	3	2	2	0,03	0,02	0,02
7. Наличие сертификации разработки	0,01	0	0	0	0	0	0
Итого	1	45	41	39	3,8	3,31	3,19

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле

[17]:

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

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Разработка:

$$K = \sum B_p \cdot V_p = 45 \cdot 3,8 = 171,$$

Конкуренты:

$$K = \sum B_{к1} \cdot V_{к1} = 41 \cdot 3,31 = 135,71$$

$$K = \sum B_{к2} \cdot V_{к2} = 39 \cdot 3,19 = 124,41$$

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

3.1.3 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) описывает качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяет принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект. Показатели оценки качества и перспективности новой разработки подбираются исходя из выбранного объекта исследования с учетом его технических и экономических особенностей разработки, создания и коммерциализации [17].

В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по сто балльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1 [17].

Таблица 20 – Оценочная карта для сравнения конкурентных решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средне-взвешенное значение
Показатели оценки качества разработки					
1. Энергоэффективность	0,1	70	100	0,7	0,07

Продолжение таблицы 20

3. Надежность	0,05	70	100	0,7	0,035
4. Унифицированность	0,1	60	100	0,8	0,08
5. Уровень материалоемкости разработки	0,1	50	100	0,5	0,05
6. Безопасность	0,08	50	100	0,5	0,04
7. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,1	70	100	0,7	0,07
8. Простота эксплуатации	0,1	70	100	0,7	0,07
9. Качество интеллектуального интерфейса	0	50	100	0,5	0
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
10. Конкурентоспособность продукта	0,1	70	100	0,7	0,07
11. Уровень проникновения на рынок	0,1	70	100	0,7	0,07
12. Перспективность рынка	0,01	50	100	0,5	0,05
13. Цена	0,1	70	100	0,7	0,03
14. Срок выхода на рынок	0,01	50	100	0,5	0,002
15. Финансовая эффективность научной разработки	0,05	70	100	0,7	0,014
Итого	1	890		8,9	0,605

Пояснения к составлению таблицы:

$$\text{Относительное значение} = \frac{\text{Баллы}}{\text{Максимальный бал}}$$

Средневзвешенное значение = Относительное значение · Вес критерия

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле [17]:

$$P_{\text{ср}} = \sum V_i \cdot B_i = 890 \cdot 0,605 = 538,45,$$

где $P_{\text{ср}}$ – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки; V_i – вес показателя (сумма баллов); B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

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

3.1.4 SWOT-анализ

SWOT – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT- анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта [17]

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

Таблица 21 – Матрица SWOT

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

Продолжение таблицы 21

С5. Актуальность проекта С6. Использование УП	
Возможности	Угрозы
В1. Возможность автоматизации технологического процесса В2. Уменьшение себестоимости выпускаемой продукции	У1. Появление новых конкурентных технологий У2. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции

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

Таблица 22 – Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

		Сильные стороны проекта					
		С1	С2	С3	С4	С5	С6
Возможности проекта	В1	+	-	+	+	0	+
	В2	0	-	-	-	0	-

Таблица 23 – Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	В1	+	-	0
	В2	0	-	0

Таблица 24 – Интерактивная матрица угроз и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта							
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4	С5	С6
	У1	0	0	+	+	+	+
	У2	0	0	+	+	0	+

Таблица 25 – Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

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

3. Составление итоговой матрицы SWOT-анализа.

Таблица 26 – Итоговая матрица SWOT-анализа

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта:	Слабые стороны научно-исследовательского проекта:
	<p>С1. Наличие бюджетного финансирования.</p> <p>С2. Наличие опытного руководителя</p> <p>С3. Использование современного оборудования</p> <p>С4. Наличие современного программного продукта</p> <p>С5. Актуальность проекта</p> <p>С6 Использование УП</p>	<p>Сл1. Развитие новых технологий</p> <p>Сл2. Высокая стоимость оборудования</p> <p>Сл3. Отсутствие квалифицированного персонала.</p>
<p>В1. Возможность автоматизации технологического процесса</p> <p>В2. Уменьшение себестоимости выпускаемой продукции</p>	<p>- При использовании современного оборудования и УП обеспечивается автоматизация процесса, что приводит к уменьшению себестоимости продукции;</p>	<p>- Автоматизация техпроцесса приводит к созданию новых конкурентных технологий</p>
<p>У1. Появление новых конкурентных технологий</p> <p>У2. Введения дополнительных государственных требований к сертификации</p>	<p>-Использование современного оборудования побуждает введение дополнительных требований к сертификации продукции</p>	<p>- Развитие технологий приводит к введению дополнительных государственных требований к сертификации продукции.</p>

3.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Технология QuaD, оценка конкурентных инженерных решений, SWOT анализ, а также ФСА-анализ и метод Кано позволяют выявить и предложить возможные альтернативы проведения исследования и доработки результатов.

Если разработка находится на перечисленных стадиях жизненного цикла нового продукта, можно предложить не менее трех основных вариантов совершенствования разработки или основных направлений научного исследования.

Морфологический подход:

1. Точная формулировка проблемы исследования.
2. Раскрытие всех важных морфологических характеристик объекта исследования.
3. Раскрытие возможных вариантов по каждой характеристике.
4. Выбор наиболее желательных функционально конкретных решений.

Таблица 27 – Морфологическая матрица для детали «Ступица»

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

Представим несколько вариантов решения технической задачи:

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

A4B2B1 – во втором варианте говорится о текстовой информации.

Такой вид визуализации подходит для теоретической части, в которой производится качественная оценка технологичности изделия. В данном виде работы не требуются расчеты, указываются характеристики изделия в текстовом виде и дается оценка. В среднем требуется около 30 минут.

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

A3B1B2 – в настоящее время большой популярностью пользуются CAD/CAM системы. Действительно прогресс не стоит на месте и с каждым годом появляется все больше новых программ позволяющих, не прилагая больших усилий, проверить 3D – модель детали на обеспечение эксплуатационных свойств. Для получения результата была построена 3D – модель и указана числовая информация, вследствие чего программа выдала результаты анализа.

3.3 Планирование научно-исследовательских работ

3.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке: определение структуры работ в рамках научного исследования; определение участников каждой работы; установление продолжительности работ; построение графика проведения научных исследований [17].

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

Таблица 28 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя	t min	t max	t _{ож}	T _р
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель, Студент-дипломник	1	2	1	0,5
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель темы, Студент-дипломник	7	10	8,2	4,1
	3	Составление маршрута техпроцесса	Студент-дипломник	14	21	16,8	16,8
	4	Расчет припусков	Студент-дипломник	7	14	9,8	9,8
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Выбор средств технологического оснащения	Студент-дипломник	2	7	4	4
	6	Расчет режимов резания	Студент-дипломник	7	10	8,2	4,1
	7	Нормирование переходов	Студент-дипломник	7	10	98,2	4,1
Обобщение и оценка результатов	8	Проектирование технологических операций	Студент-дипломник	7	10	8,2	4,1
	9	Размерный анализ	Студент-дипломник	2	4	2,8	2,8
	10	Разработка управляющих программ	Студент-дипломник	5	7	5,8	5,8
	11	Проектирование приспособления	Руководитель, Студент-дипломник	7	14	9,8	4,9

Разработка технической документации и проектирование	12	Разработка карт наладок	Руководитель, Студент-дипломник	7	14	9,8	4,9
	13	Разработка комплекта технологической документации	Студент-дипломник	7	10	8,2	8,2
Оформление отчета, но НИР (комплекта документации по ОКР)	14	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Студент-дипломник	3	6	4,2	4,2

3.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения НИОКР оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости работ 1оя используется следующая формула [17]:

$$t_{ож} = \frac{3t_{min} + 2t_{max}}{5}, \text{ чел. - дн.},$$

где $t_{ож}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения работы чел.-дн.;

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

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

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

$$T_p = \frac{t_{ож}}{Ч}$$

где T_p – продолжительность одной работы, раб. дни.;

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

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

С результатами можно ознакомиться в таблице 28.

3.3.3 Разработка графика проведения научного исследования

Необходимо построить диаграмму Ганта. Календарный план-график проведения НИОКР рассчитан и приведен в таблице А1(Приложение А).

3.3.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

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

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

1) Расчет материальных затрат НТИ

В данном разделе произведем расчет материальных затрат. Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле [17]:

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

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования; $N_{расхi}$ – количество материальных

ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.); C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.); k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы. Для остальных позиций произведем аналогичный расчет. Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 29.

Таблица 29 – Материальные затраты

Материалы и оборудование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (Зм),руб.
Бумага	шт.	1000	0,5	500
Картридж	шт.	1	1500	1500
Ручка	шт.	2	30	60
Транспортные расходы	-	-	-	1000
Итого	3060 руб.			

2) Основная заработная плата исполнителей темы

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

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп},$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата; $Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{осн}$) [17].

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

$$Z_{осн} = Z_{зд} \cdot T_p$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата одного работника; T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. Дн. (табл. 30); $Z_{зд}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле [17]:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d},$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.; M – количество

месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. Дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. Дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя; F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (таблица 30).

Таблица 30 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	52	52
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	48	48
- невыходы по болезни	0	0
Действительный годовой фонд рабочего времени	252	252

Месячный должностной оклад работника [17]:

$$Z_M = Z_{TC} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p$$

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

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 31.

Таблица 31 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	Z_{TC} , руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_M , руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб.дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	30 000	0,3	0,2	1,3	58 500	2414,3	38	91 743,4
Студент	20 000	0,3	0,2	1,3	39 000	1609,5	106,6	171 572,7
Итого $Z_{осн}$								263 316,1

3) Дополнительная заработная плата исполнителей

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле [17]:

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

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

Руководитель:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,12 \cdot 91\,743,4 = 11\,009,15 \text{ руб.}$$

Студент:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,12 \cdot 171\,572,7 = 20\,588,7 \text{ руб.}$$

Итого: 31 597,9 руб.

4) Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников. Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы [17]:

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

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

В текущем 2019 году действуют такие тарифные ставки для работающих граждан нашего государства:

- для ПФР – 22% (при зарплате больше 800 тысяч рублей – 10).
- для соцстраха – 2,9% (при заработной плате до 723 тысяч рублей, свыше этой суммы отчисления в этот фонд не производятся).

- для медицинского страхования – 5,1% (здесь федеральное законодательство ограничений не предусматривает).
- несчастные случаи – 0,2%.

Отчисления во внебюджетные фонды рекомендуется представлять в табличной форме (таблица 32).

Таблица 32 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнители	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.	Величина отчислений во внебюджетные фонды, руб.
Руководитель	91 743,4	11 009,15	31 031,1
Студент	171 572,7	20 588,7	58 032,3
Итого			89 063,4

5) Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. [17]

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

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

$$Z_{\text{накл}} = 387\,037,4 \cdot 0,16 = 61\,925,9 \text{ руб.}$$

б) Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основной для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции [17]. Определение бюджета затрат на НИР приведет в таблице 33.

Таблица 33 – Расчет бюджета затрат НИР

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты НИР	3 060
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей проекта	263 316,1
3.Дополнительная заработная плата исполнителей темы	31 597,9
4. Отчисления во внебюджетные фонды	89 063,4
5. Накладные расходы	61 925,9
Бюджет затрат НИР	448 963,4

Заключение

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

- произведен анализ конкурирующих разработок, в котом в качестве конкурентов были представлены такие предприятия, как ОАО "Томский электромеханический завод им. В. В. Вахрушева" и ООО «Томский инструментальный завод». Согласно проведенному анализу конкурентоспособность научной разработки оказалась выше и составила 171, по сравнению с конкурентами. Для которых, согласно расчетам она равна 135,71 и 124,41.
- определены с помощью технологии QuaD показатели оценки коммерческого потенциала (пригодность для продажи, перспективы конструирования и производства, финансовая эффективность) и качества разработки (энергоэффективность, долговечность, уровень материалоемкости разработки и др.)

- составлена матрица SWOT-анализа, отражающая сильные и слабые стороны разработки. SWOT-анализ показал, что применение данной научной разработки на предприятии позволяет автоматизировать процесс разработки металлов резанием и увеличить качество изготавливаемой продукции, что приведет к уменьшению себестоимости. Изделие, полученное по разработанной технологии, будет востребованным на внешнем рынке, что приведет к развитию новых технологий у конкурентов.
- определена трудоемкость выполнения работ и построен ленточный график проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.
- произведен расчет материальных затрат НИИ, основной заработной платы исполнителей, накладные расходы и отчисления во внебюджетные фонды. Бюджет проекта составил 448 963,4 руб.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
4А51	Энсу Анатолию Дмитриевичу

Школа	ИШНПТ	Отделение (НОЦ)	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Тема ВКР:

Проектирование технологического процесса изготовления детали «Ступица колеса Ford»	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<i>В качестве объекта исследования выступает разработка технологического процесса изготовления детали «Ступица». Работа проводится за компьютерной техникой, что влечет за собой ряд вредных и опасных факторов</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> — специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; — организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ul style="list-style-type: none"> – Условия труда должны отвечать всем требованиям трудового кодекса РФ редакции 01.04.19 – Рабочее место должно соответствовать техническим требованиям и санитарным нормам. СанПиН 2.2.4.548-96, ГОСТ 12.1.003-89 «ССБТ, СанПиН 2.2.4./2.1.8.582-96, СНиП 2.07.01-89 : 3, СНиП II-89-80.
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<ul style="list-style-type: none"> — Движущиеся машины и механизмы; повышенная температура воздуха рабочей зоны; материалов и заготовок; повышенные уровни шума и вибрации на рабочих местах; недостаточная освещенность рабочей зоны; острые кромки, заусенцы поверхностей заготовок, инструментов и оборудования, электрический ток.
3. Экологическая безопасность:	<ul style="list-style-type: none"> — анализ воздействия объекта на окружающую среду (сбросы выбросы, отходы); — мероприятия по сокращению негативного воздействия на окружающую среду.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<p style="text-align: center;"><i>Наиболее возможной чрезвычайной ситуацией на рабочем месте является пожар. Превентивными мерами является соблюдение установленного противопожарного режима.</i></p>

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А51	Энс Анатолий Дмитриевич		

4 Социальная ответственность

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

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

4.1 Правовые вопросы обеспечения безопасности

Согласно трудовому кодексу РФ, принятому 26 декабря 2001 г., существует перечень регламентов касающихся правовых вопросов обеспечения безопасности, таких как:

- заключение трудового договора допускается с лицами, достигшими возраста шестнадцати лет, за исключением случаев,

предусмотренных настоящим Кодексом, другими федеральными законами;

- лица, получившие общее образование или получающие общее образование и достигшие возраста пятнадцати лет, могут заключать трудовой договор для выполнения легкого труда, не причиняющего вреда их здоровью;
- обязательному предварительному медицинскому осмотру при заключении трудового договора подлежат лица, не достигшие возраста 18 восемнадцати лет, а также иные лица в случаях, предусмотренных настоящим Кодексом и иными федеральными законами;
- нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать сорока часов в неделю;
- во время регламентированных перерывов целесообразно выполнять комплексы упражнений и осуществлять проветривание помещения.

4.2 Производственная безопасность

Производственная безопасность – это система организационных мероприятий и технических средств, уменьшающих вероятность воздействия на рабочих, опасных производственных факторов до приемлемого уровня. Для определения опасных факторов на данном производстве воспользуемся классификацией опасных и вредных производственных факторов по ГОСТ 12.0.003-15.

Приведем допустимые нормы с необходимой размерностью, а также средства индивидуальной и коллективной защиты для минимизации воздействия фактора.

При производстве детали «Ступица» на участке цеха используется следующее оборудование: токарный станок с ЧПУ, фрезерный станок с ЧПУ.

Перечень всех опасных и вредных факторов при изготовлении детали «Сепаратор первой ступени» на примере токарного станка с ЧПУ EMCOMILL E350 приведены ниже в таблице 34.

Таблица 34 – Возможные и вредные факторы при работе со станком с ЧПУ EMCOMILL E350

Вредные и опасные факторы	Нормативные документы
1. Опасный уровень напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека	.ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов
2. Повышенный уровень шума на рабочем месте УЗД=97дБА ПДУ=80дБА	СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.
3. Повышенный уровень вибрации f=18Гц ПДУ=92дБ	СН 2.2.4/2.1.8.566–96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий.
4. Стружкообразование материала стали 40Х	ГОСТ 12.3.002-2014 ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности.
5. Недостаточная освещенность рабочей зоны	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий.
6. Повышенная запыленность воздуха рабочей зоны	СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

4.2.1 Отклонение показателей микроклимата рабочей зоны

В помещениях, предназначенных для работы с компьютерной техникой, должны соблюдаться определенные оптимальные параметры микроклимата в соответствии с СанПин 2.2.4.548-96. Эти нормы устанавливаются в зависимости от времени года, характера трудового процесса и характера производственного помещения (табл. 35).

Таблица 35 – Параметры микроклимата для помещений, где установлены компьютеры

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

При пребывании человека в оптимальных микроклиматических условиях сохраняется нормальное функционирование организма без напряжения механизмов терморегуляции. При этом ощущается тепловой комфорт, что приводит к высокому уровню работоспособности.

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

4.2.2 Недостаточная освещенность рабочей зоны

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

общим. При выполнении работ средней точности общая освещенность должна составлять 200 лк, комбинированная освещенность – 300 лк.

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

4.2.3 Уровень шума

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

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

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

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

Для снижения шума, излучаемого в изолируемое помещение, используют такие архитектурно-строительные мероприятия, как повышение звукоизоляции перекрытий, стен, перегородок, дверей и окон. Для уменьшения шума от внутренних источников проектируют изоляцию рабочих мест от наиболее шумного оборудования. При разработке планировочных решений зданий следует отделять малошумные помещения от помещений с интенсивными источниками шума.

4.2.4 Электрический ток

Источниками электрического тока могут быть электрические установки и оборудование. Опасность поражения электрическим током существует всегда, если имеется контакт с устройством, питаемым напряжением 36 В и выше, тем более от электрической сети 220 В.

Для предотвращения поражений электрическим током при работе с компьютером следует установить дополнительные оградительные устройства, обеспечивающие недоступность токоведущих частей для прикосновения. Обязательным во всех случаях является наличие защитного заземления или зануления (защитного отключения) электрооборудования. Для качественной работы компьютеров создается отдельный заземляющий контур.

Соблюдение правил и требований электробезопасности позволяет максимально обеспечить защиту пользователя от поражения электрическим током.

Технологическое бюро удовлетворяет приведенным выше требованиям, что позволяет отнести ее к помещениям без повышенной опасности поражения людей электрическим током. Это сухое помещение без повышенного содержания пыли, температура воздуха – нормальная.

4.2.5 Движущиеся машины и механизмы, незащищенные подвижные элементы производственного оборудования

Движущиеся органы станков могут нанести травму рабочим, поэтому на станках предусмотрены ограждения с концевыми выключателями.

При работе на станках не допускается работать в расстёгнутой одежде. Рабочие, имеющие длинные волосы убирают их под головной убор.

4.3 Экологическая безопасность

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

При обработке деталей на металлорежущих станках от 15 до 70% массы заготовки превращается в металлическую стружку, поэтому возникает важная проблема уборки стружки от станков и последующей ее утилизации и переработки. Также огромное значение имеет очистка вентиляционных выбросов от механических примесей. Это происходит аппаратами мокрого и сухого пылеулавливания, волокнистыми фильтрами и электрофильтрами.

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

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

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

4.4 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов

Мероприятия по снижению уровня воздействия опасных и вредных факторов были рассмотрены более подробно в предыдущих главах. В данной главе проведем обобщение путем составления подбора мер защиты для фрезерного станка с ЧПУ EMCOMILL E350.

Таблица 36 – Опасные и вредные факторы при изготовлении детали на токарном станке с ЧПУ EMCOMILL E350.

Вредные и опасные факторы	Меры защиты
1. Незащищённые подвижные элементы производственного оборудования	1. Ограждение зоны обработки
2. Опасный уровень напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека	2. $U=380В$, $J=10А$, $f=50Гц$ Применение контурного заземления $R3 \leq 4Ом$
3. Повышенный уровень шума на рабочем месте $УЗД=97дБА$ $ПДУ=80дБА$	3. Использование звукопоглощающих покрытий $\alpha \geq 0,5$, защитных кожухов, перфорированных экранов
4. Повышенный уровень вибрации $f=18Гц$ $ПДУ=92дБ$	4. Упругая подвеска, амортизация, индивидуальные средства защиты (антивибрационные пояса, спец. одежда, поглощающая обувь, коврик)
5. Стружкообразование материала стали 40Х	5. Индивидуальные средства защиты: очки, использование стружколомов, использование автоматической уборки стружки

Продолжение таблицы 36

6. Недостаточная освещенность рабочей зоны	6. Применение комбинированной системы освещения с использованием люминесцентных ламп типа ЛБ и ЛД
7. Повышенная запыленность воздуха рабочей зоны	7. Использование принудительной вытяжной вентиляции, СИЗ
8. Недопустимые метеорологические условия для помещения рабочей зоны	8. Использование приточно-вытяжной вентиляции, системы воздушного отопления

4.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

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

В помещении наиболее возможной ЧС может быть возникновение пожара.

Для обеспечения пожарной безопасности применяют негорючие и трудногорючие вещества и материалы вместо пожароопасных, предотвращают распространение пожара за пределы очага, используют средства пожаротушения и т. д. К числу организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности относятся обучение рабочих и служащих правилам пожарной безопасности, разработка и внедрение норм и правил пожарной безопасности, инструкций о порядке работы с пожароопасными веществами и материалами, организация пожарной охраны объекта [18].

В случае возникновения пожара на территории предприятия действия всех работников должны быть направлены на немедленное сообщение о нем в пожарную охрану, обеспечение безопасности людей и их эвакуации, а также тушение возникшего пожара. Для оповещения людей о пожаре должны использоваться тревожные или звуковые сигналы [18].

По каждому происшедшему на предприятии пожару, администрация обязана выяснить все обстоятельства, способствовавшие его возникновению и развитию, после чего разработать перечень мероприятий по обеспечению противопожарной защиты объекта указанием лиц, ответственных за их выполнение [18].

Вывод

В данном разделе проведен анализ вредных факторов, к которым относятся повышенный уровень шума, отклонение показателей микроклимата в помещении, недостаточная освещенность рабочей зоны. В том числе, выявлены опасные факторы производства и их воздействие на экологию окружающей среды. В результате анализа разработан ряд рекомендаций по обеспечению оптимальных условий труда и охране окружающей среды.

Список использованных источников

1. Медведева С. А. Основы технической подготовки производства / Учебное пособие //СПб: СПбГУ ИТМО. – 2010.
2. Алюминий D16 // Центральный металлический портал РФ URL: http://metallicheskiy-portal.ru/marki_metallov/alu/D16 (дата обращения: 31.05.17).
3. Должиков В.П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – 324 с.
4. Справочник технолога-машиностроителя в 2 т./под ред. А.М. Дальского; А.Г. Косиловой; Р.К. Мещерякова; А.Г. Сулова. – 5-е изд., испр. – М.: Машиностроение, 2003.
5. Кован В.М. Расчет припусков на обработку в машиностроении: справочное пособие/ В.М. Кован. – М.: Маш, 1953. – 208 с.
6. Резка металла: режимы резки металлов // Точная механическая обработка URL: <http://tochmeh.ru/info/rezka2.php> (дата обращения: 01.06.17).
7. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа конструкторских изделий: учебное пособие / В.Ф Скворцов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 80с.
8. Расчёт сил закрепления заготовок // Основы технологии машиностроения URL: http://osntm.ru/zashim_sil.html (дата обращения: 13.06.17).
9. Частные случаи расчёта сил зажима // Основы технологии машиностроения URL: http://osntm.ru/primery_rasch.html (дата обращения: 13.06.17).
10. Гибкие производственные комплексы / Под ред. Беянина и В.А. Лещенко. – М.: Машиностроение, 1984 – 384 с.
11. Горшенин Г.С. Проектирование гибких производственных систем: [Электронный ресурс] : Методическое пособие для выполнения

курсового проекта (работы) и выпускной квалификационной работы // КГТУ им.

12. А.Н.Туполева,2009. Электрон. Версия печат. публ. URL: <http://www.rfbr.ru/pics/22394ref/file.pdf> (дата обращения: 13.06.2017).

13. Должиков В.П. Основы программирования и наладки станков с ЧПУ: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 144 с.

14. Режимы резания металлов: Справочник / Под ред. Ю.В. Барановского. – М.: Машиностроение, 1972. – 407 с.

15. Государственные стандарты СССР. Единая система технологической документации. – М.: Издательство стандартов,1984. Основные положения. -343 с., Общие правила выполнения чертежей. – 240с.

16. Государственные стандарты СССР. Единая система технологической подготовки производства. М.: Издательство стандартов, 1975. – 256 с.

17. И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. - 36 с.

18. Обеспечение пожарной безопасности на предприятиях // Библиотека технической литературы URL: <http://delta-grup.ru/bibliot/32/68.htm> (дата обращения: 16.06.17)

19. ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях (с Поправкой) официальное издание М.: Стандартиформ, 2013 г.

20. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности Официальное издание. М.: Стандартиформ, 2015 г.

21. Обеспечение пожарной безопасности на предприятиях // Библиотека технической литературы URL: <http://delta-grup.ru/bibliot/32/68.htm> (дата обращения: 25.05.19).

22. Лабораторный практикум по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» для студентов всех специальностей: учебное пособие/ Ю.А. Амелькович, Ю.В. Анищенко, А.Н. Вторушина, М.В. Гуляев, М.Э. Гусельников, А.Г. Дашковский, Т.А. Задорожная, В.Н. Извеков, А.Г. Кагиров, К.М. Костырев, В.Ф. Панин, А.М. Плахов, С.В. Романенко. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2010.

Приложение А
Календарный план-график проведения НИОКР

Таблица А1 – Календарный план-график проведения НИОКР

№	Вид работ	Исполнители	тожи	Продолжительность выполнения работ																	
				февр.			март			апрель			май			июнь					
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель, Студент-дипломник	1	■																	
2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель темы, Студент-дипломник	8,2		■																
3	Составление маршрута техпроцесса	Студент-дипломник	16,8			■	■														
4	Расчет припусков	Студент-дипломник	9,8				■	■													
5	Выбор средств технологического оснащения	Студент-дипломник	4				■	■													
6	Расчет режимов резания	Студент-дипломник	8,2				■	■													
7	Нормирование переходов	Студент-дипломник	98,2				■	■	■												
8	Проектирование технологических операций	Студент-дипломник	8,2						■	■											
9	Размерный анализ	Студент-дипломник	8,2							■	■										
10	Разработка управляющих программ	Студент-дипломник	2,8								■	■									
11	Проектирование приспособления	Руководитель, Студент-дипломник	5,8										■	■							
12	Разработка карт наладок	Руководитель, Студент-дипломник	9,8											■	■						
13	Разработка комплекта технологической документации	Студент-дипломник	9,8														■	■			
14	Составление пояснительной записки и технологической документации	Студент-дипломник	8,2															■			
				студент-дипломник, руководитель студент-дипломник																	

Приложение Б
Чертежа детали «Ступица»

1003.00.00.00.001 - ШИПТ

Перв. примен.

Справ. №

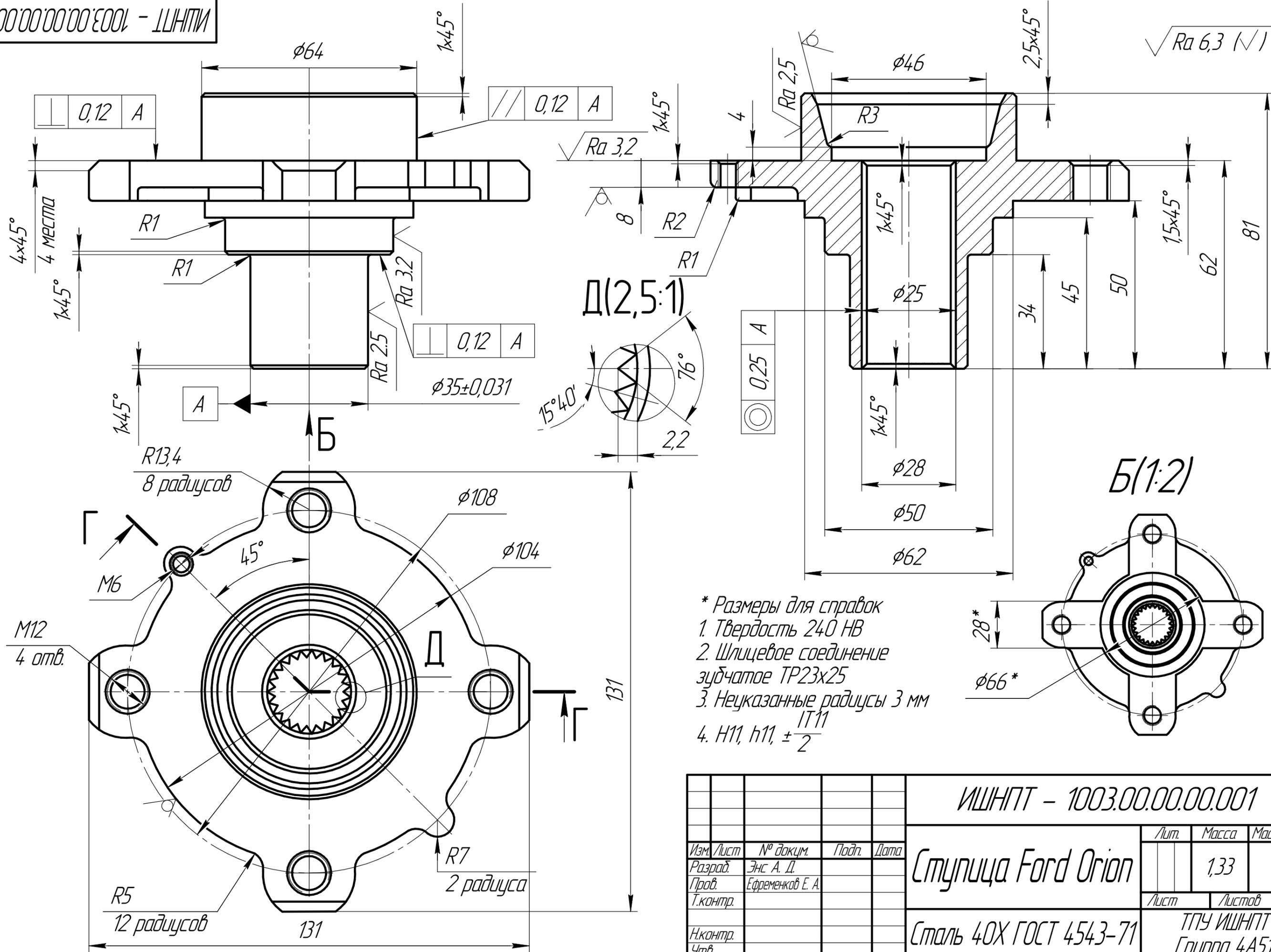
Подп. и дата

Изм. № докум.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Изм. № подл.

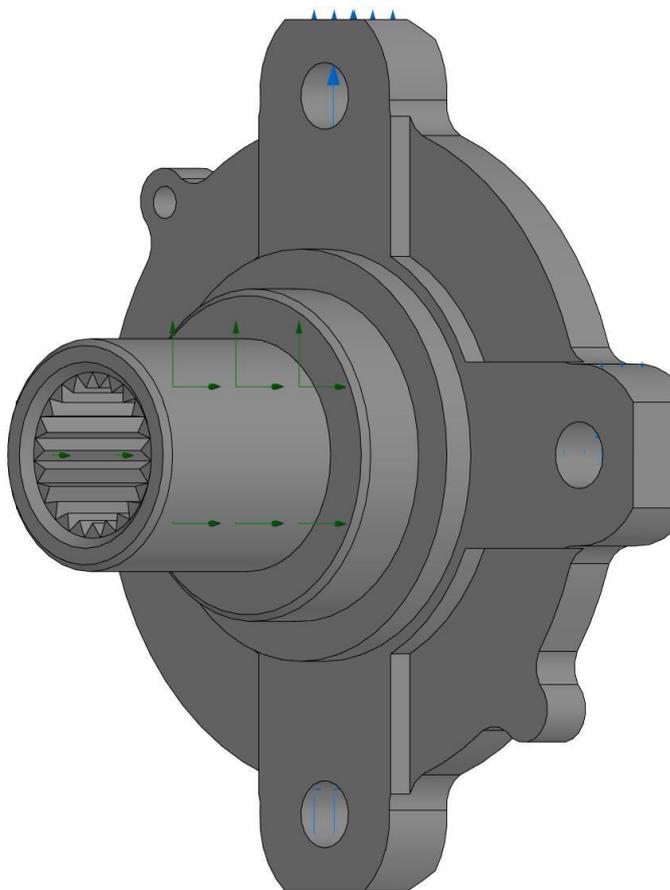


- * Размеры для справок
- 1. Твердость 240 НВ
- 2. Шлицевое соединение зубчатое ТР23х25
- 3. Неуказанные радиусы 3 мм
- 4. Н11, h11, ± $\frac{IT11}{2}$

ИШНПТ - 1003.00.00.00.001				Лист	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.	Энс А. Д.				1,33	1:1
Проб.	Ефременков Е. А.					
Т.контр.					Лист	Листов 1
Н.контр.					Сталь 40Х ГОСТ 4543-71	
Утв.					ТПУ ИШНПТ Группа 4А51	
Копировал						Формат А3

Приложение В
Моделирование нагружения детали «Ступица» в «Компас»

Модель



Информация о материалах

N	Имя детали	Материал	Толщина пластины [мм]
1	D:\Облако\Cloud Mail.Ru\Учеба\Должиков\Курсовой\Ступица 1.m3d	Материал по умолчанию (сталь)	

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	139	По умолчанию

при кручении [МПа]

Информация о нагрузках

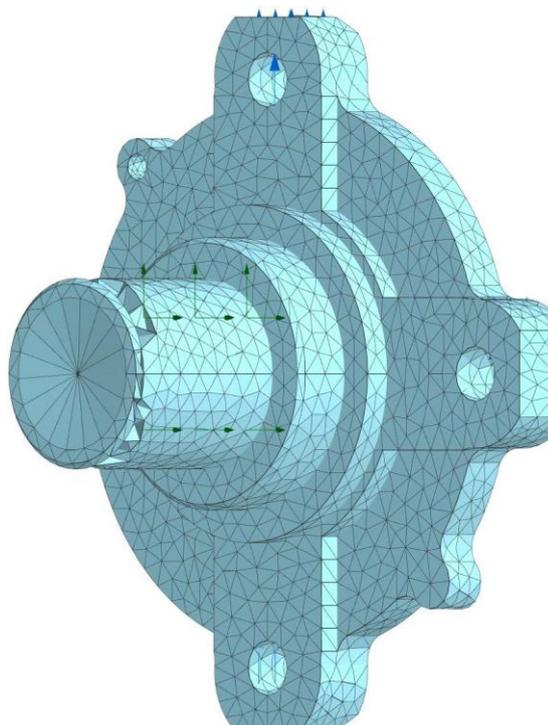
Наименование	Выбранные объекты	Параметры нагрузки	Загружение
Распределенная сила:	Грани: 4	Вектор силы: X = 3750; Y = 0; Z = 0 Величина: 3750 Н	Загружение 0

Информация о закреплениях

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

Конечно-элементная сетка Параметры и результаты разбиения

Наименование	Значение
Тип элементов	10-узловые тетраэдры
Максимальная длина стороны элемента [мм]	5
Максимальный коэффициент сгущения на поверхности	1
Коэффициент разрежения в объеме	1.5
Количество конечных элементов	18259
Количество узлов	31153



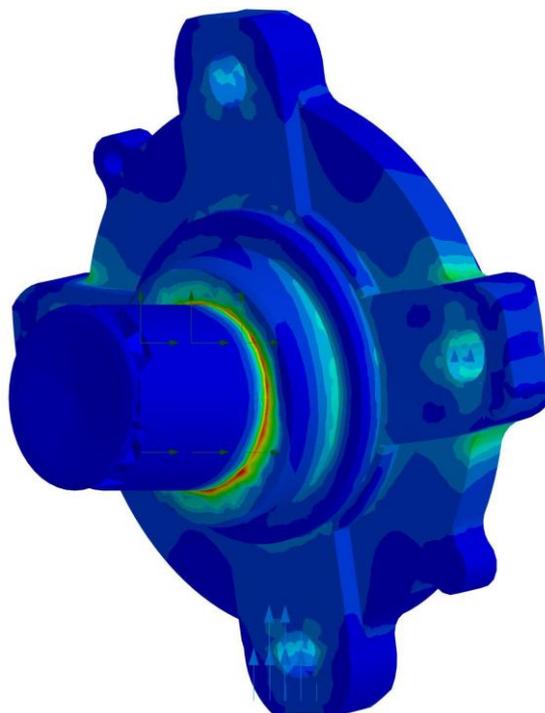
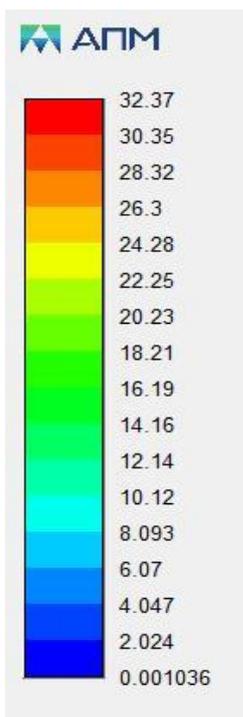
„Результаты

Инерционные характеристики модели

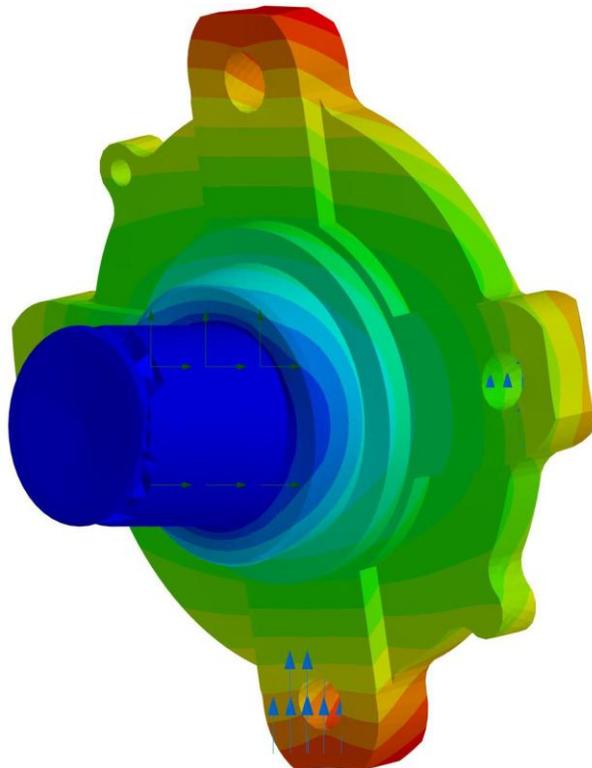
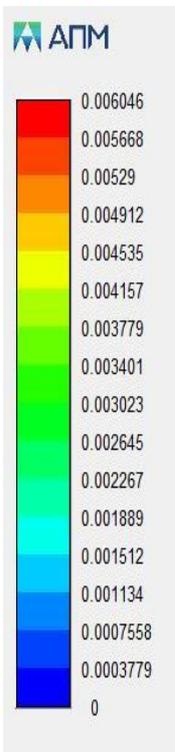
Наименование	Значение
Масса модели [кг]	1.399823
Центр тяжести модели [м]	(-0.000093 ; 0.000056 ; 0.053859)
Моменты инерции модели относительно центра масс [кг*м ²]	(0.001121 ; 0.001125 ; 0.001547)
Реактивный момент относительно центра масс [Н*м]	(0.002734 ; -8.000654 ; -0.209233)
Суммарная реакция опор [Н]	(-3734.621612 ; 0.008156 ; 0)
Абсолютное значение реакции [Н]	3734.621612
Абсолютное значение момента [Н*м]	8.00339

Результаты статического расчета

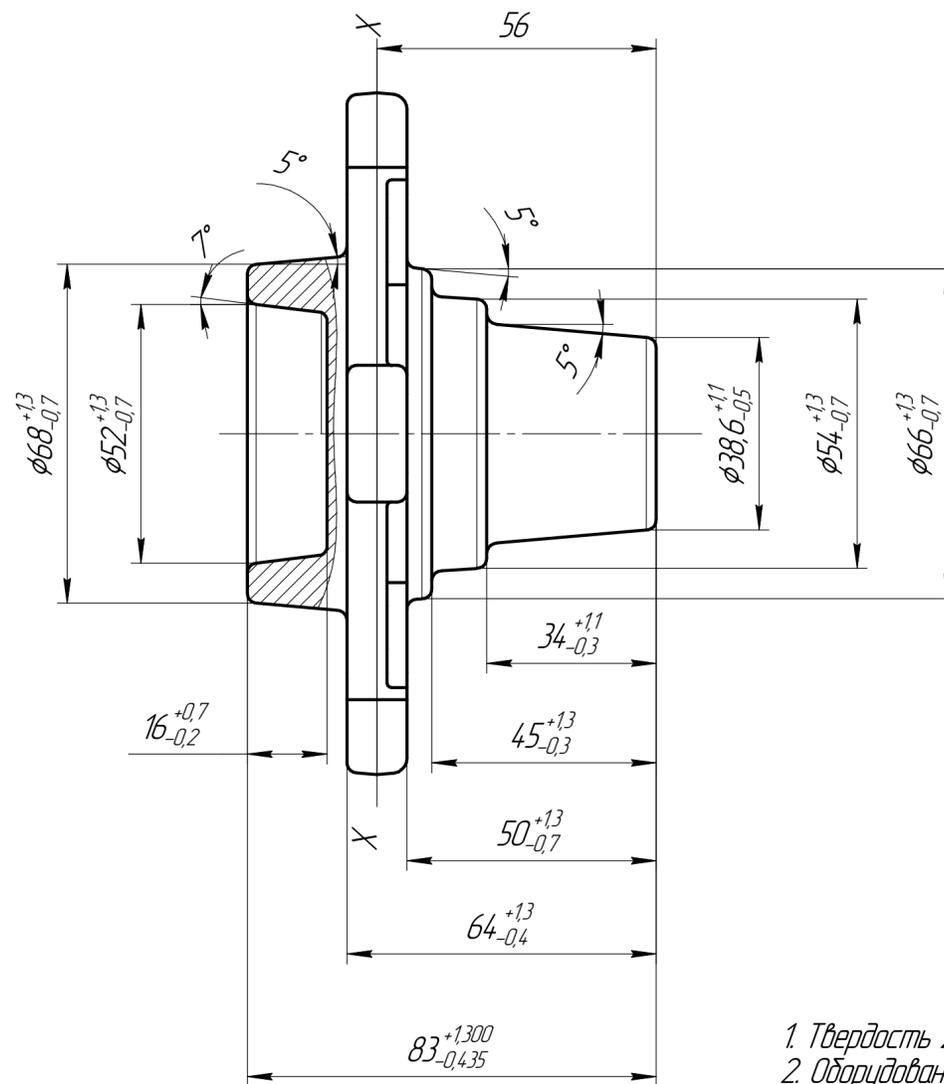
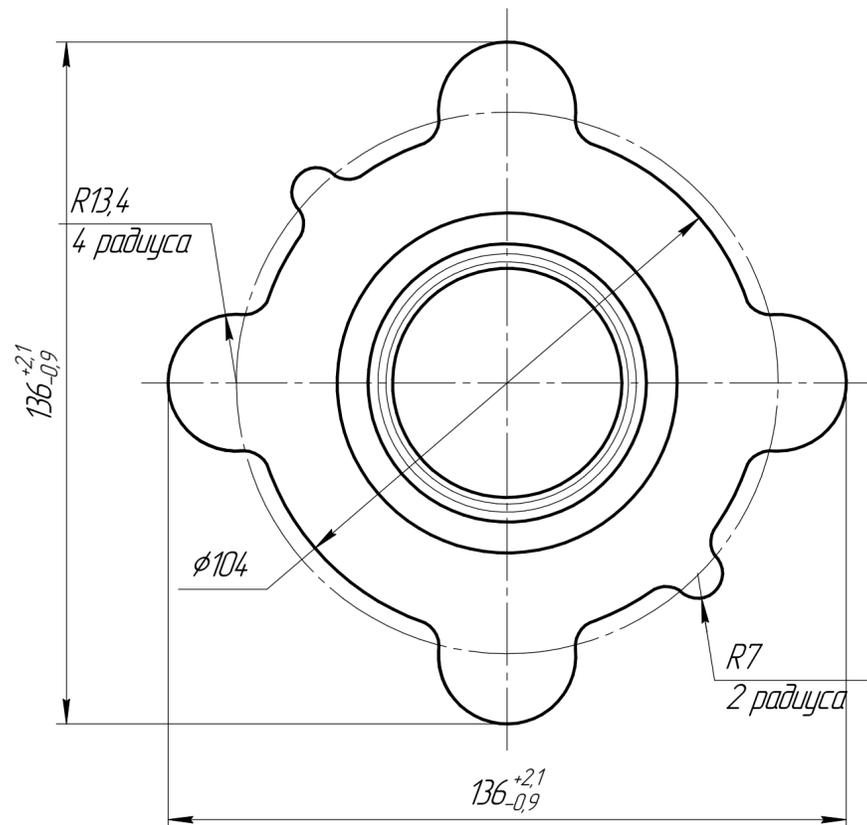
Наименование	Тип	Минимальное значение	Максимальное значение
Эквивалентное напряжение по Мизесу	SVM [МПа]	0.001036	32.369661



Наименование	Тип	Минимальное значение	Максимальное значение
Суммарное линейное перемещение	USUM [мм]	0	0.006046



Приложение Г
Чертеж заготовки детали «Ступица»



1. Твердость 240 НВ.
2. Оборудование - ГКМ.
3. Поковка Гр. III, ГОСТ 5779-70.
4. Степень сложности поковки - С1.
5. Группа стали - М2.
6. Класс точности - Т2.
7. Конфигурация плоскости разъема штампа - П (плоская)
8. Неуказанные радиусы 2,5 мм.
9. Допускаемая высота заусенца 3,0 мм.
10. Неуказанные уклоны: внешние - 5° , внутренние - 7° .
11. Допускаемое смещение разъема штампа - 0,6 мм.
12. XX - плоскость разъема штампа.
13. Неуказанные отклонения Н12, h12, $\pm \frac{IT12}{2}$.

Изм. №							
Подп. и дата							
Изм. №							
Подп. и дата							
Изм. №							
Подп. и дата							
Изм. №							
Подп. и дата							
Изм. №							
Подп. и дата							
Изм. №							
Подп. и дата							

				ИШНПТ - 1003.00.00.00.002			
Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Поковка	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Энс. А. Д.					267	1:1
Проб.	Ефременков Е. А.				Лист	Листов	1
Т.контр.							
Н.контр.				Сталь 40Х ГОСТ 4543-71	ТПУ ИШНПТ Группа 4А51		
Утв.					Копировал Формат А2		

Приложение Д
Комплект технологической документации

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

										НИ ТПУ					ИШНПТ.4А51.003										ИФВТ 4А51								
										Ступица															1			1			1		

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

КОМПЛЕКТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ
на технологический процесс механической
обработки детали «Ступица»

Проверил: руководитель
Ефременков Е. А.

Выполнил: студент группы 4А51
Энс А. Д.

Дубл.																							
Взам.																							
Подп.																							
																						2	1
Разраб.	Энс А. Д.																						
Провер.	Должиков В.П.																						
Н.контр.	Должиков В.П.																				КДИ		
М01	Круг 40х ГОСТ 2590-88/Сталь 40х ГОСТ 4543-77																						
М02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	КИМ	Вид загот.	Профиль и размеры					КД	МЗ									
	080000	166	1,33	1	2,67	0,49	Прокат	Ø39х4000					13	2,67									
А	цех	Уч.	Рм	Опер.	Код, наименование операции					Обозначение документа													
Б	Код, наименование оборудования					см	Проф.	Р	УТ	КР	КОИ	ЕН	ОП	К шт.	Тп.з	Т шт.							
А03				005	Штамповочная																		
Б04				Печь ПГТ 12.6.6/13				Термист	2	19100	1	1	1	0,096	180	150							
Б05				ГКМ В1139А				Штамповщик	2	19700	1	1	1	0,577	40	12							
А06				010	Токарная с ЧПУ																		
Б07				Токарный станок 16К20Ф3 с ЧПУ			Оператор станка с ЧПУ		4	16045	1	1	1	0,635	60	45							
А08				015	Слесарная				Слесарь	2	18446	1	1	1	0,385	10	12						
А09				020	Фрезерная с ЧПУ																		
Б10				Фрезерный станок EMCOMILL E350 с ЧПУ			Оператор станка с ЧПУ		4	16045	1	1	1	0,673	60	35							
Б11				025	Слесарная				Слесарь	2	18446	1	1	1	0,385	10	12						
А12				030	Контрольная					3	12958	1	1	1	0,385	20	15						
А13				035	Протяжная																		
Б14				Вертикально-протяжный станок 7А612			Станочник		4	18807	1	1	1	0,625	30	28							
А15				040	Слесарная				Слесарь	2	18446	1	1	1	0,385	10	12						
А16				045	Контрольная					3	12958	1	1	1	0,385	20	15						
МК																							

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			

2

ИШНПТ.4А51.003										ИФВТ 4А51				
----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----------	--	--	--	--

А	цех	Уч.	Рм	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа														
						см	Проф.	Р	УТ	КР	КОИ	ЕН	ОП	К шт.	Тп.з	Т шт.				
Б	Код, наименование оборудования																			
A15				050	Промывочная				Мойщик	1	14509	1	1	1	0,096	10	10			
A16				055	Консервация				Консервировщик	1	12916	1	1	1	0,145	10	10			
17																				
18																				
19																				
A06																				
B07																				
A08																				
B09																				
A10																				
B11																				
A12																				
A13																				
A14																				

Дубл.																
Взам.																
Подл.																

														1	1
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	---

Разраб.	Энс А. Д.			НИ ТПУ	ИШНПТ – 1003.00.00.00.001							ИШНПТ 4А51	
Пров.	Ефременков Е. А.												

Н. контр.	Ефременков Е. А.			Ступица											005
-----------	------------------	--	--	---------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----

Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИ
Штамповочная		Сталь 40Х ГОСТ 4543-77		240	166	1,33	Прокат Ø39х4000		2,72	1

Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ		
Печь ПГТ 12.6.6/13, ГКМ В1139А.				120	30	40	12			

Р		ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V
001	А. Установить заготовку в печь.								
002	1.Греть заготовку в печи при температуре при 1000°С, 1,8ч								
003	Б. Установить заготовку в ручей штампа								
004	2.Ковать заготовку согласно эскизу.								
T05	Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,1 ГОСТ 166-89								
06									
07									
08									
09									
10									
11									
12									
13									

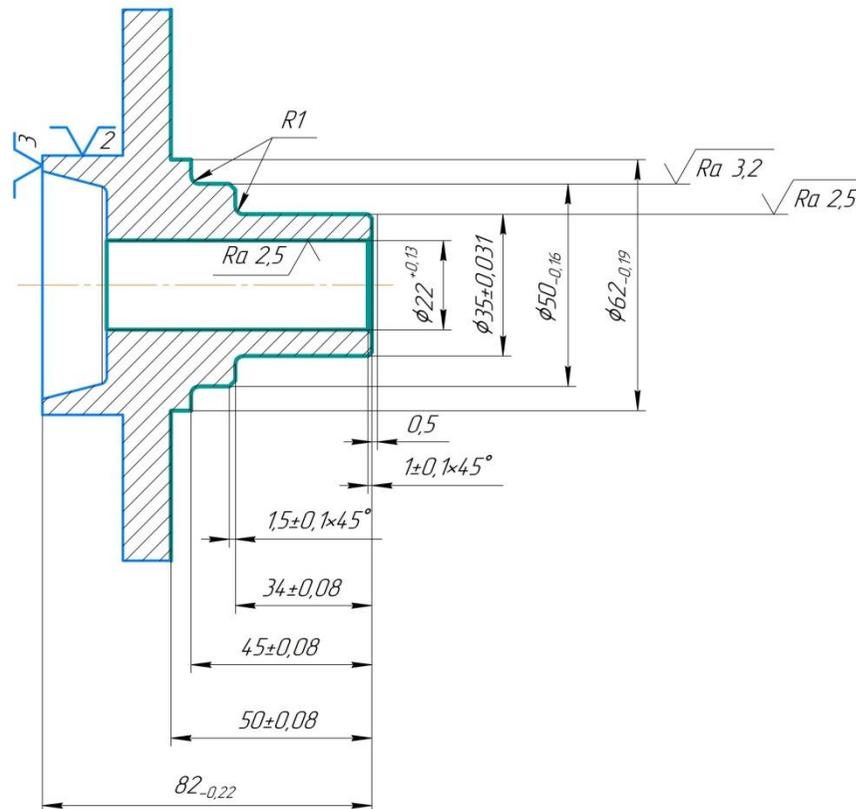
Дубл.			
Взам.			
Подл.			

4

1

Разраб.	Энс А. Д.			НИ ТПУ	ИШНПТ – 1003.00.00.00.001	ИШНПТ 4А51	
Пров.	Ефременков Е. А.						
Н. контр.	Ефременков Е. А.			Ступица			010

Установ А

 $\sqrt{Ra\ 6,3(\sqrt{1})}$ 

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
														5	1				
Разраб.	Энс А. Д.			НИ ТПУ		ИШНПТ – 1003.00.00.00.001				ИШНПТ 4А51									
Пров.	Ефременков Е. А.																		
Н. контр.	Ефременков Е. А.					Ступица				010									
Наименование операции				Материал				Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИ			
Токарная				Сталь 40Х ГОСТ 4543-77				240		166	1,33	Прокат Ø39x4000			2,72	1			
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы				То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ							
Токарный станок 16К20Ф3				8700-0001				20	10	60	45	Эмулькат ТУ 0258-088-05744685-96							
Р				ПИ	D или B		L		t	i	S	n	V						
O01	А. Установить в трехкулачковый патрон																		
O02	Базы: Наружный диаметр и торец																		
T03	Патрон 7100-0002 Ø100 ГОСТ 2675-80																		
O04	1. Подрезать торец в размер 82 _{-0,22} мм.																		
T05	Резец подрезной 2112- 0073 ГОСТ 18880-73, Резцедержатель 291.341.121																		
T06	Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89																		
P07	ВК8	1			38,6		16,3		1	1	0,3	1050	115						
O08	2. Точить поверхность, выдерживая размер Ø35,6 _{-0,25} мм, 34 _{-0,8} ^{+0,8} мм																		
T09	Резец проходной упорный 2103-1135 ВК8 ГОСТ 18879-73, Резцедержатель 291.341.121																		
T10	Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89, Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75																		
P11	ВК8	2			35,6		34		1,5	1	0,3	1091	120						
12																			
O13	3. Точить поверхность, выдерживая размеры Ø51 _{-0,3} мм, 45 _{-0,8} ^{+0,8} мм																		
OK														62					

Дубл.																								
Взам.																								
Подл.																								
																		2						
																		ИШНПТ – 1003.00.00.00.001	ИШНПТ 4А51	010				
P																ΠΠ	D или B	L	t	i	S	n	V	
T14	Резец проходной упорный 2103-1135 BK8 ГОСТ 18879-73, Резцедержатель 291.341.121																							
T15	Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89, Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75																							
P16	BK8																2	51	9	1,5	1	0,3	764	120
17																								
O18	4. Точить поверхность, выдерживая размеры $\varnothing 63_{-0,3}^{+0,8}$ мм и $50_{-0,8}^{+0,8}$ мм																							
T19	Резец проходной упорный 2103-1135 BK8 ГОСТ 18879-73, Резцедержатель 291.341.121																							
T20	Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89																							
P21	BK8																2	63	5	1,5	1	0,3	637	120
22																								
O23	5. Точить поверхность, выдерживая размер $\varnothing 35_{-0,031}^{+0,031}$ мм, $34_{-0,8}^{+0,8}$ мм, $1\pm 0,1 \times 45^\circ$ мм и $R1\pm 0,1$ мм.																							
T24	Резец проходной упорный 2103-1135 T15K6 ГОСТ 18879-73, Резцедержатель 291.341.121																							
T25	Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89, Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75																							
P26	T15K6																3	35	34	0,3	1	0,15	1546	170
O27	6. Точить поверхность, выдерживая размеры $\varnothing 50_{-0,16}^{+0,8}$ мм, $45_{-0,8}^{+0,8}$ мм, $1,5\pm 0,1 \times 45^\circ$ мм и $R1\pm 0,1$ мм.																							
T28	Резец проходной упорный 2103-1135 T15K6 ГОСТ 18879-73, Резцедержатель 291.341.121																							
T29	Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89, Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75																							
P30	T15K6																3	50	9	0,5	1	0,15	1050	165
OK																			63					

Дубл.																					
Взам.																					
Подл.																					
																		4			
																		ИШНПТ – 1003.00.00.00.001	ИШНПТ 4А51	010	
Р													ПИ	D или B		L	t	i	S	n	V
O48	Б. Переустановить заготовку в трехкулачковый патрон																				
O49	Базы: Наружный диаметр и торец																				
T50	Патрон 7100-0002 Ø100 ГОСТ 2675-80																				
O51	8. Подрезать торец, выдерживая размер $81_{-0,22}$ мм.																				
T52	Резец подрезной 2112- 0073 ГОСТ 18880-73, Резцедержатель 291.341.121																				
T53	Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89																				
P54	ВК8													1	68	34	1	1	0,3	1050	115
O55	9. Точить поверхность, выдерживая размеры $\phi 65_{-0,3}$ мм, $62_{-0,19}$ мм																				
T56	Резец проходной упорный 2103-1135 ВК8 ГОСТ 18879-73, Резцедержатель 291.341.121																				
T57	Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89																				
P58	ВК8													2	65	19	1,5	1	0,3	597	120
O59	10. Точить поверхность, выдерживая размеры $\phi 64_{-0,19}$ мм, $62_{-0,19}$ мм и $1\pm 0,1 \times 45$																				
T60	Резец проходной упорный 2103-1135 Т15К6 ГОСТ 18879-73, Резцедержатель 291.341.121																				
T61	Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89																				
P62	Т15К6													3	64	19	0,5	1	0,15	821	165
O63	14. Выполнить расточку, выдерживая размеры $\phi 46^{+0,13}$ мм на глубину $4^{+0,075}$ мм.																				
T64	Резец расточной 2141- 0044 ГОСТ 18883-73, Резцедержатель с параллельным пазом 294.341.221																				
OK																			65		

Дубл.															
Взам.															
Подл.															
															5
												ИШНПТ – 1003.00.00.00.001		ИШНПТ 4A51	010
Р						ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V		
T68	Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89														
P69	VK8					7	46	4	2	6	0,31	668	105		
O70	15. Точить фаски, выдерживая размер согласно эскизу														
T71	Резец расточной 2141-0028 ГОСТ 18883-73, Резцедержатель с параллельным пазом 294.341.221														
T72	Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89														
P73	VK8					8	52	4	1,25	2	0,3	581	95		
OK														66	

Дубл.																					
Взам.																					
Подл.																					
																1	1				
Разраб.	Энс А. Д.			НИ ТПУ		ИШНПТ – 1003.00.00.00.001				ИШНПТ 4А51											
Пров.	Ефременков Е. А.																				
Н. контр.	Ефременков Е. А.			Токарная с ЧПУ «Ступица»										010							
У	Опер.	Обозначение детали, программы, оборудования, устройства ЧПУ																			
Т	Пер.	ПИ	Вспомогательный и режущий инструмент (код, наименование)								Наладочные размеры				Коррект. разм.	НК					
У01			Токарный станок с ЧПУ 16К20Ф3																		
Т02	1	1	Резец подрезной 2112- 0073 ВК8 ГОСТ 18880-73, Резцедержатель 291.341.121								Wx=176,5±0,1; Wz=106,75±0,1				81 _{-0,22} 82 _{-0,22}						
Т03	2	2	Резец проходной упорный 2103-1135 ВК8 ГОСТ 18879-73, Резцедержатель 291.341.121								Wx=157±0,08; Wz=92±0,05				Ø65 _{-0,3} Ø63 _{-0,3}						
04															Ø35 _{-0,25} Ø51 _{-0,3}						
Т05	3	3	Резец проходной упорный 2103-1135 Т15К6 ГОСТ 18879-73, Резцедержатель 291.341.121								Wx=157±0,08; Wz=92±0,05				Ø64 _{-0,19} Ø62 _{-0,3}						
06															Ø35 ^{+0,031} _{-0,031} Ø50 _{-0,16}						
Т07	4	4	Сверло центровочное 2317-0010 ГОСТ 14952-75; Патрон сверлильный 16-В20 ГОСТ 8522-79								Wx=0;				Ø8 _{-0,009}						
08			Держатель для осевого инструмента 294.342.132								Wz=270,3±0,1										
Т09	5	5	Сверло 2301-0069 ГОСТ 10903-77, Держатель для осевого инструмента 291.342.132								Wx=0;				Ø20 _{-0,013}						
10			Втулка 6100-0141КМ4/КМ2 ГОСТ 13598-85								Wz=256,5±0,1										
Т11	6	6	Зенкер 2320-2585 h8 ГОСТ 12489-71, Держатель для осевого инструмента 291.342.132								Wx=0;				Ø22 ^{+0,13}						
12			Втулка 6100-0141КМ4/КМ2 ГОСТ 13598-85								Wz=291,5±0,1										
Т13	7	7	Резец расточной 2141-0028 ВК6 ГОСТ 18883-73; Резцедержатель 294.341.221								Wx=86,15±0,025; Wz=313,5±0,1				Ø46 ^{+0,13}						
КН																					67

Дубл.																							
Взам.																							
Подл.																							

																						1	1
Разраб.	Энс А. Д.			НИ ТПУ	ИШНПТ – 1003.00.00.00.001		ИШНПТ 4А51																
Пров.	Ефременков Е. А.																						
Н. контр.	Ефременков Е. А.																						

Наименование операции											Наименование, марка материала											МД		
Контрольная											Сталь 40Х ГОСТ 4543-77											1,33		
Наименование оборудования								То		Тв													Обозначение ИОТ	
Контрольный стол								10		5													№ 14-315	

Р	Контролируемые параметры	Код средств ТО	Наименование средств ТО	Объем и ПК	То/Тв
01	1. $\varnothing 35_{-0,031}^{+0,031}$	МК75-1	Микрометр ГОСТ 6507-90		0,5
02	2. $34_{-0,8}^{+0,8}, 1\pm 0,1 \times 45^\circ$	ШЦЦ-1-125-0,01	Штангенциркуль ГОСТ 166-89		0,5
03	$45_{-0,8}^{+0,8}, 1,5\pm 0,1 \times 45^\circ$				0,5
04	$\varnothing 46_{-0,13}^{+0,13}, 4_{-0,075}^{+0,075}$				0,5
05	$\varnothing 50_{-0,16}^{+0,16}, 45_{-0,8}^{+0,16}$				0,5
06	$\varnothing 62_{-0,19}^{+0,8}, 50_{-0,8}^{+0,8}$				0,5
07	$81_{-0,22}, \varnothing 22_{-0,13}^{+0,13}$				0,5
08	$2,5\pm 0,2 \times 45^\circ$				0,5
09	3. R1±0,1	-	Набор радиусных шаблонов №1 ГОСТ 4126-66		1,5
10	4. Шероховатость обраб. поверх.	-	Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75		3

ВОП		Технический контроль																		78
-----	--	----------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

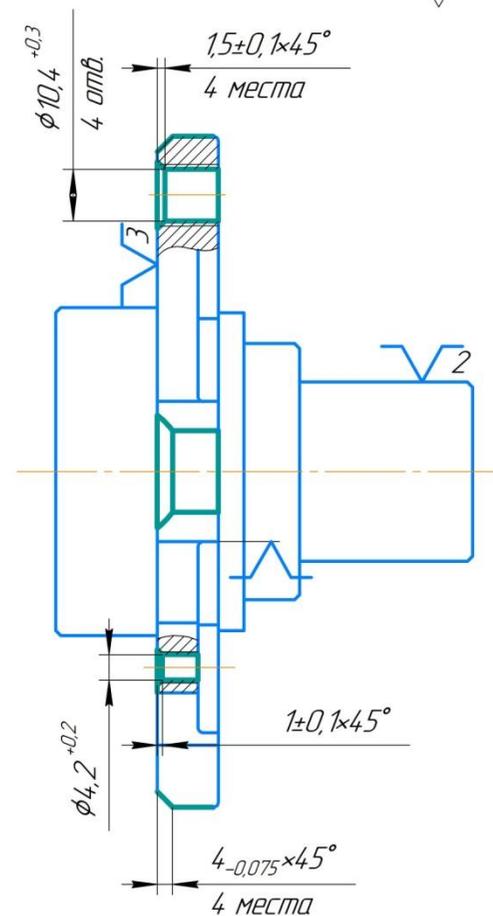
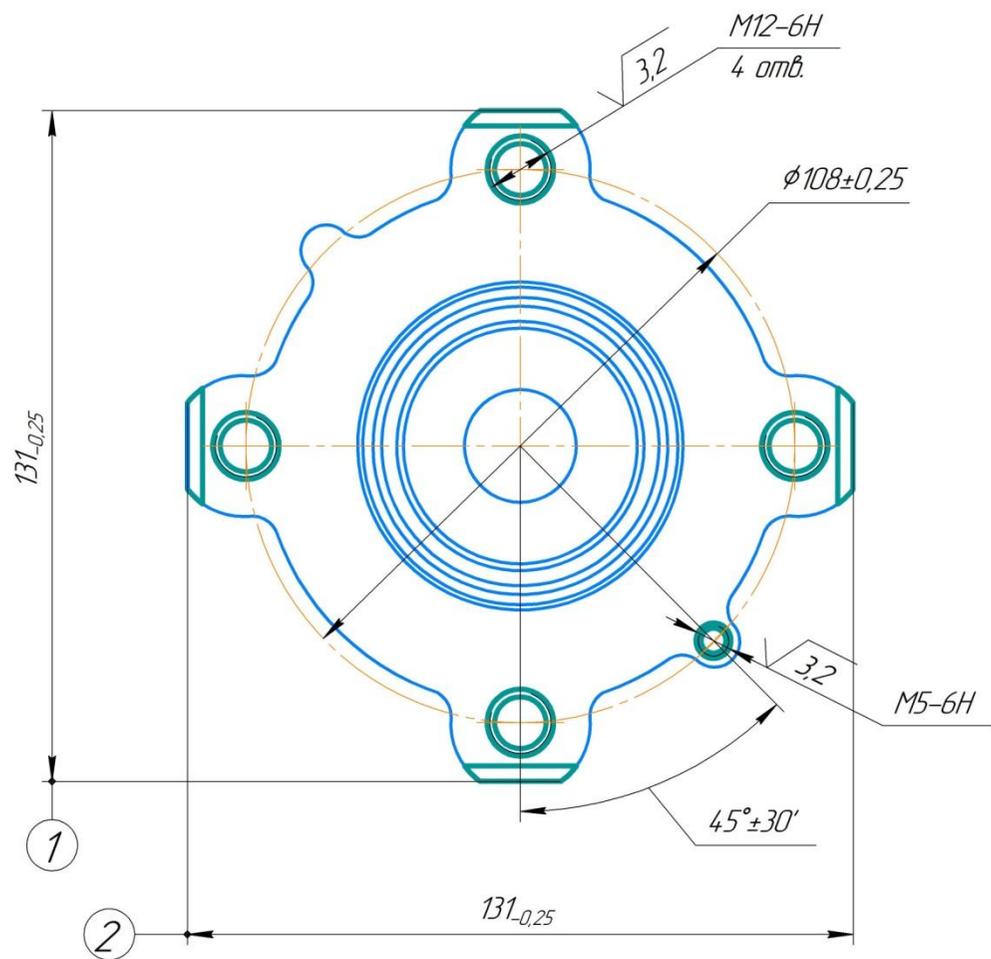
Дубл.			
Взам.			
Подл.			

3

ИШНПТ – 1003.00.00.00.001

ИШНПТ 4A51

020

 $\sqrt{Ra\ 6,3(\sqrt{I})}$ 

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

2

1

Разраб.	Энс А. Д.		НИ ТПУ	ИШНПТ – 1003.00.00.00.001	ИШНПТ 4А51					
Пров.	Ефременков Е. А.									
Н. контр.	Ефременков Е. А.		Ступица							020

Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КО
Фрезерная с ЧПУ		Сталь 40Х ГОСТ 4543-77		240	166	1,33	Прокат Ø39x4000			2,72	
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ			
Фрезерный станок с ЧПУ EMCOMILL E350		8700-0003		15	10	60	35	Эмулькат ТУ 0258-088-05744685-96			

Р		ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V
---	--	----	---------	---	---	---	---	---	---

О01	А. Установить заготовку в зажим.									
О02	Базы: наружный диаметр, торец и поверхность паза									
Т03	Зажим специальный									
О04	1. Фрезеровать заготовку, выдерживая размеры 1 и 2 согласно эскизу									
Т05	Фреза концевая 2223-0298 Ø20 ГОСТ 17026-71, Оправка ВТ40-МТВ2-45									
Т06	Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75									
Р07	Т15К6	1	8	10	2	4	0,2	605	38	
О08	2. Центровать заготовку сверлом Ø2 под сверление 5 отверстий согласно эскизу									
Т09	Сверло центровочное 2317-0003 Р6М5 ГОСТ 14952-75; Оправка 6039-0014 ГОСТ 2682-86; Патрон сверлильный 16-В18 ГОСТ 8522-79									
Р10	Р6М5	2	2	3	1	1	0,01	960	15	
О11	3. Сверлить 4 сквозных отверстия, выдерживая размер $\Phi 10,4^{+0,3}$ мм									
Т12	Сверло спиральное 2301-5608 ГОСТ 4010-77; Патрон цанговый 2-40-17-110 ГОСТ 26539-85									
Т13	Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75									

ОК

80

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
														2					
											ИШНПТ – 1003.00.00.00.001	ИШНПТ 4А51	020						
Р											ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V	
P14	P6M5										3	10,4	12	5,2	4	0,2	470	15	
O15	5. Сверлить сквозное отверстие, выдерживая размеры $\varnothing 4,2^{+0,2}$ мм.																		
T16	Сверло спиральное 2300-5446 ГОСТ 4010-77; Патрон цанговый 2-40-17-110 ГОСТ 26539-85																		
T17	Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75																		
P18	P6M5										4	4,2	12	2,1	1	0,1	630	10	
O19	6. Фрезеровать заготовку, выдерживая размер $4_{-0,075} \times 45^\circ$ мм, $1,5 \pm 0,1 \times 45^\circ$ мм, $1 \pm 0,1 \times 45^\circ$.																		
T20	Зенковка 2353-0134 ГОСТ 14953-80; Оправка ВТ40-МТВ2-45																		
T21	Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75																		
P22	P6M5										5	4	10	2	4	0,1	764	48	
O23	7. Нарезать резьбу М12 в 4-х отверстиях согласно эскизу.																		
T24	Метчик М12 2620-2457 ГОСТ 3266-81; Патрон для метчиков М5 – М12 – 2 ГОСТ 8255-86																		
T25	Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75; Калибр резьбовой ГОСТ 2016-86																		
P26	P6M5										6					1,75	170	6	
O27	8. Нарезать резьбу М6 в отверстии согласно эскизу.																		
T28	Метчик М6 2620-2457 ГОСТ 3266-81; Патрон для метчиков М5 – М12 – 2 ГОСТ 8255-86																		
T29	Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75; Калибр резьбовой ГОСТ 2016-86																		
P30	P6M5										7					1	420	7	
OK																81			

Дубл.													
Взам.													
Подл.													
										1	1		
Разраб.	Энс А. Д.			НИ ТПУ	ИШНПТ – 1003.00.00.00.001			ИШНПТ 4A51					
Пров.	Ефременков Е. А.												
Н. контр.	Ефременков Е. А.												
								Фрезерная с ЧПУ «Ступица»				020	
У	Опер.	Обозначение детали, программы, оборудования, устройства ЧПУ											
Т	Пер.	ПИ	Вспомогательный и режущий инструмент (код, наименование)					Наладочные размеры		Коррект. разм.		НК	
У01		Фрезерный станок с ЧПУ EMCOMILL E350											
T02	1	1	Фреза концевая 2223-1073 ГОСТ 16225-81; Оправка ВТ40-МТВ2-45					Wx=0; Wz=132,8±0,1		131 _{-0,25}			
T03	2	2	Сверло центровочное 2317-0003 ГОСТ 14952-75; Оправка 6039-0014 ГОСТ 2682-86;					Wz=90±0,05		Ø2 _{-0,012}			
04			Патрон сверлильный 16-B18 ГОСТ 8522-79					Wx=0;					
T05	3	3	Сверло спиральное 2301-5608 ГОСТ 4010-77; Патрон цанговый 2-40-17-110 ГОСТ 26539-85					Wx=0; Wz=123±0,1		Ø10,8 _{-0,027}			
T06	4	4	Сверло спиральное 2300-5446 ГОСТ 4010-77; Патрон цанговый 2-40-17-110 ГОСТ 26539-85					Wx=0; Wz=115±0,1		Ø4,2 _{-0,015}			
T07	5	5	Зенковка 2353-0134 ГОСТ 14953-80; Оправка ВТ40-МТВ2-45					Wx=0; Wz=114±0,1		4 _{-0,075}			
T08	6	6	Метчик M12 2620-2457 P6M5 ГОСТ 3266-81; Патрон M5 – M12 – 2 ГОСТ 8255-86					Wx=0; Wz=124±0,1		M12			
T09	7	7	Метчик M6 2620-2771 P6M5 ГОСТ 3266-81; Патрон M5 – M12 – 2 ГОСТ 8255-86					Wx=0; Wz=105,5±0,1		M6			
КН													
												82	

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

1

1

Разраб.	Энс А. Д.			НИ ТПУ	ИШНПТ – 1003.00.00.00.001		ИШНПТ 4А51													
Пров.	Ефременков Е. А.																			

Ступица

025

Н. контр.	Ефременков Е. А.																			
Наименование операции		Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИ							
Слесарная		Сталь 40Х ГОСТ 4543-77			240		166	1,33	Прокат Ø39х4000			2,72								
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы			То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ											
Стол слесарный					10	0	10	12												

Р			ПИ	Д или В		L	t	i	S	n	V
---	--	--	----	---------	--	---	---	---	---	---	---

O01	1. Зачистить заусенцы по контуру																					
-----	----------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

T02	Напильник 2820- 0012 ГОСТ 1465-80																					
-----	-----------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

O03	2. Притупить острые кромки																					
-----	----------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

T04	Надфиль 2827-0061 ГОСТ 1513-77																					
-----	--------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

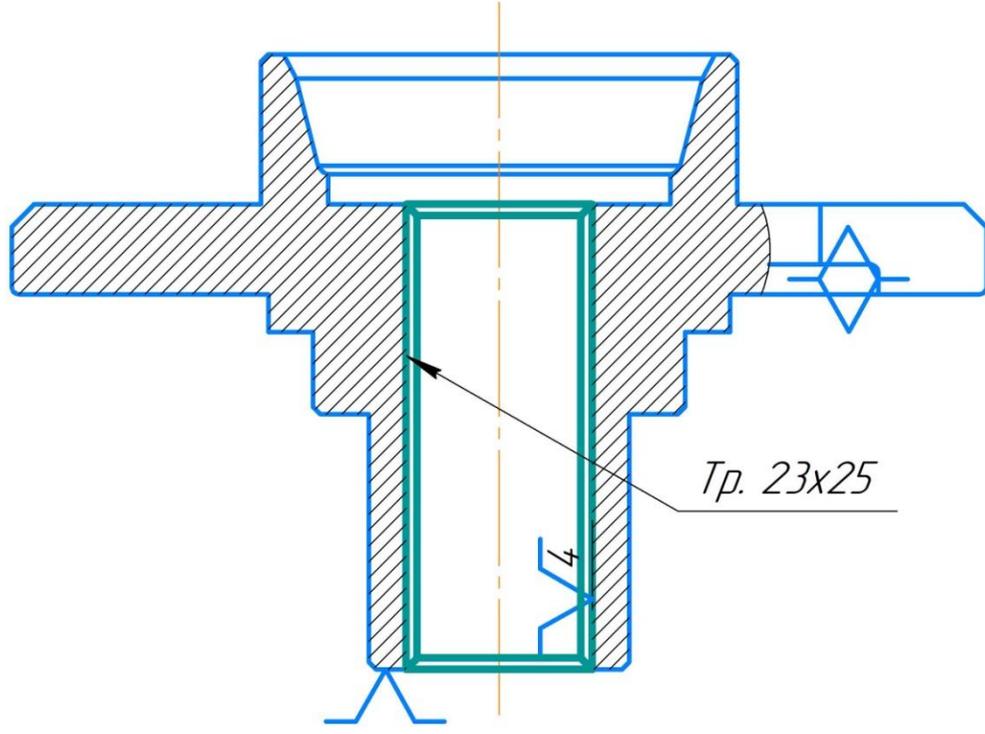
--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--

4

ИШНПТ – 1003.00.00.00.001	ИШНПТ 4A51	035
---------------------------	------------	-----

$\sqrt{Ra\ 2,5(\sqrt{1})}$



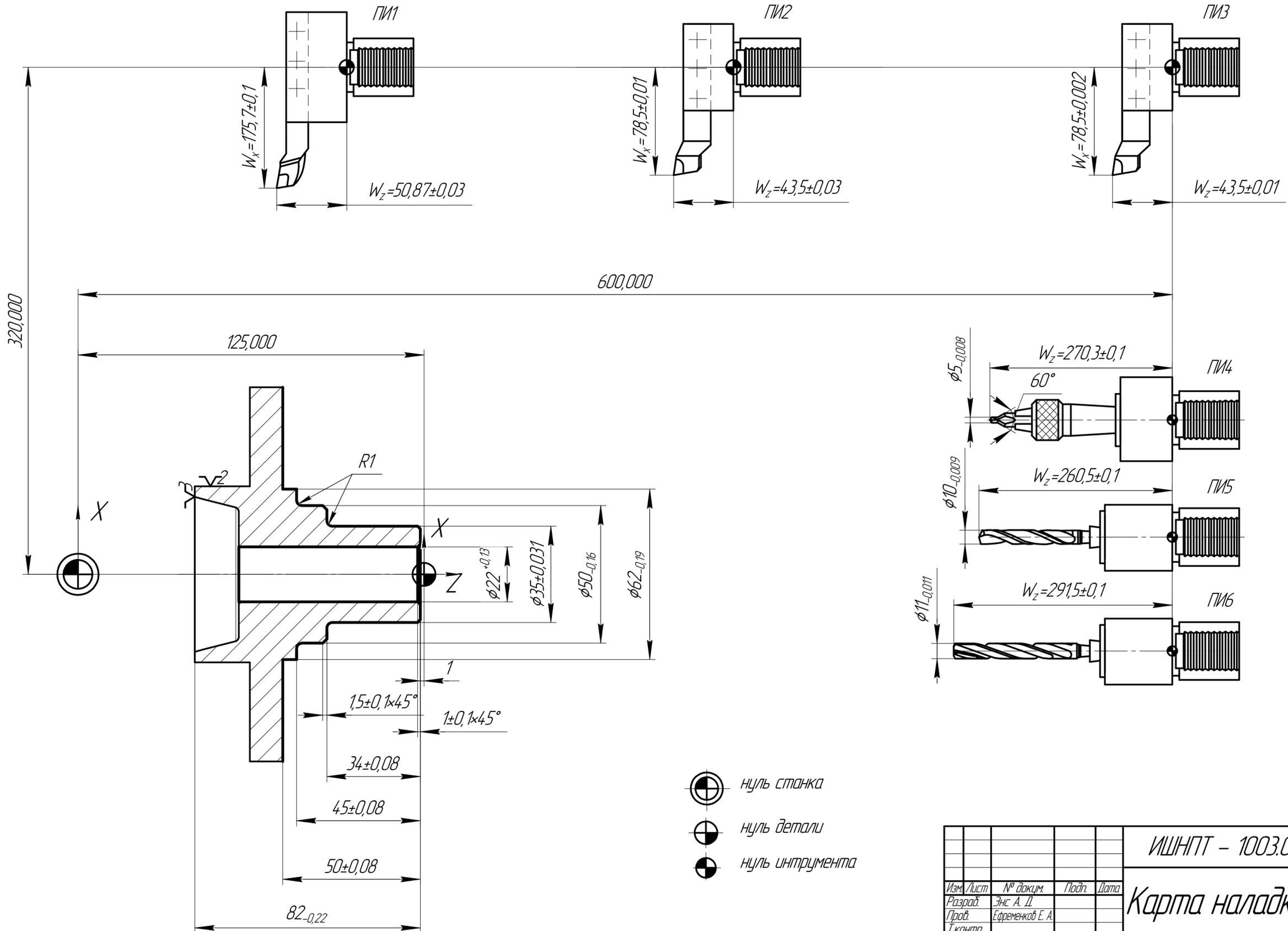
Дубл.																					
Взам.																					
Подл.																					
																1	1				
Разраб.	Энс А. Д.			НИ ТПУ	ИШНПТ – 1003.00.00.00.001							ИШНПТ 4А51									
Пров.	Ефременков Е. А.																				
Н. контр.	Ефременков Е. А.			Ступица														035			
Наименование операции				Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИ							
Протяжная				Сталь 40Х ГОСТ 4543-77		240		166	1,33	Прокат Ø39x4000			2,72								
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		То	Тв	П.з.	Тшт.	СОЖ											
Вертикально-протяжный станок 7А612						12	18,5	30	28												
Р				ПИ	D или B		L	t	i	S	n	V									
О01	А. Установить заготовку в зажим.																				
О02	Базы: наружный диаметр, торец и поверхность паза																				
Т03	Зажим специальный																				
О04	1. Протягивать отверстие, согласно размерам Тр. 23x25																				
Т05	Протяжка специальная																				
Т06	Специальный калибр пробка для треугольных шлицев 23x25; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75;																				
Р07										0,065	2,2										
ОК														96							

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
															1	1			
Разраб.	Энс А. Д.			НИ ТПУ	ИШНПТ – 1003.00.00.00.001	ИШНПТ 4А51													
Пров.	Ефременков Е. А.																		
Н. контр.	Ефременков Е. А.			Ступица										040					
Наименование операции				Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИ						
Слесарная				Сталь 40Х ГОСТ 4543-77		240	166	1,33	Прокат Ø39х4000			2,72							
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ									
Стол слесарный						10	0	10	12										
Р				ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V								
О01	1. Зачистить заусенцы по контуру																		
Т02	Напильник 2820- 0012 ГОСТ 1465-80																		
О03	2. Притупить острые кромки																		
Т04	Надфиль 2827-0061 ГОСТ 1513-77																		
OK													97						

Дубл.														
Взам.														
Подл.														
											1	1		
Разраб.	Энс А. Д.			НИ ТПУ	ИШНПТ – 1003.00.00.00.001						ИШНПТ 4А51			
Пров.	Ефременков Е. А.													
Н. контр.												Ступица		055
Наименование операции				Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИ
Консервация				Сталь 40Х ГОСТ 4543-77		240		166	1,33	Прокат Ø39х4000			2,72	
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ				
						-	15	10	10					
Р				ПИ	D или B		L	t	i	S	n	V		
001	1. Консервировать деталь, согласно ТТП 60270-00001 вар.6													
002	2. Детали сдать на СГД													
ОК														

Приложение Е

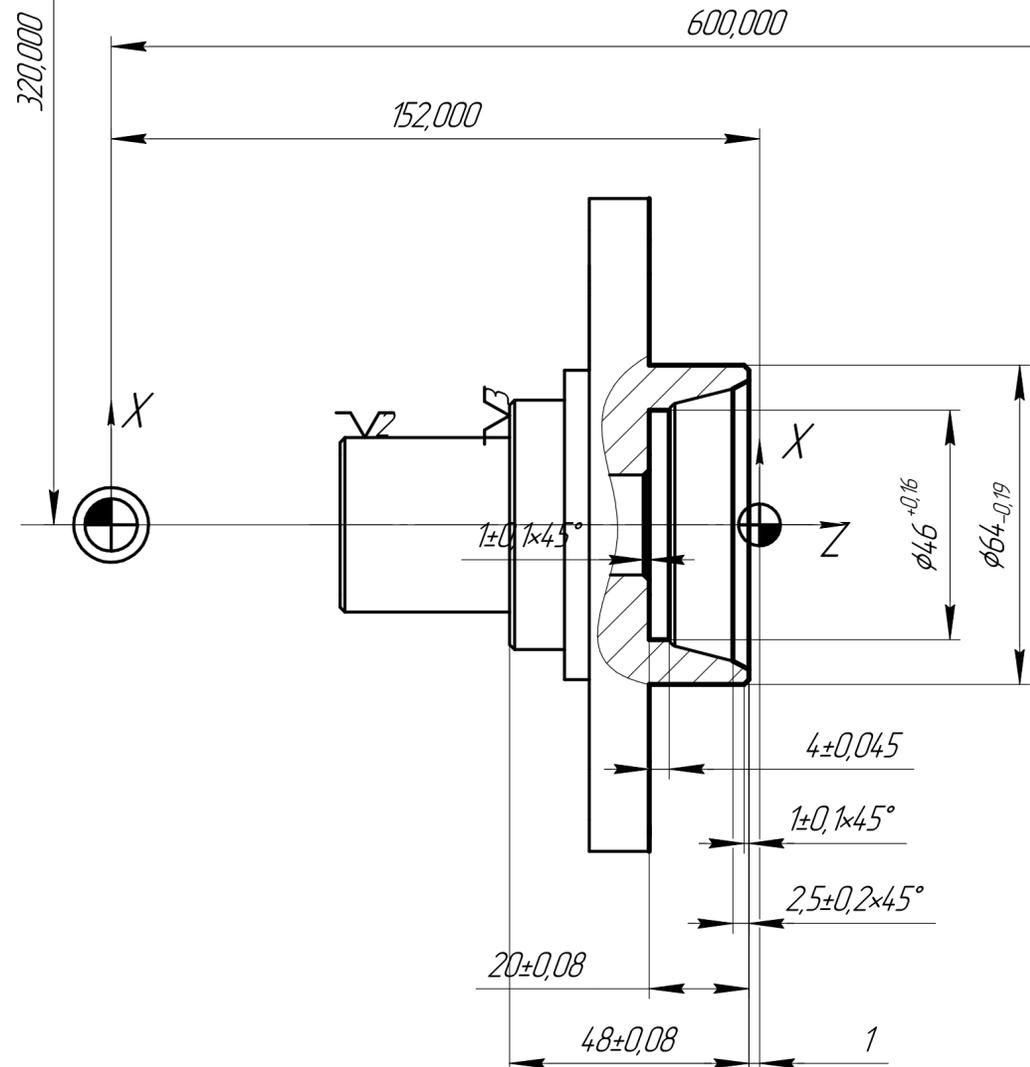
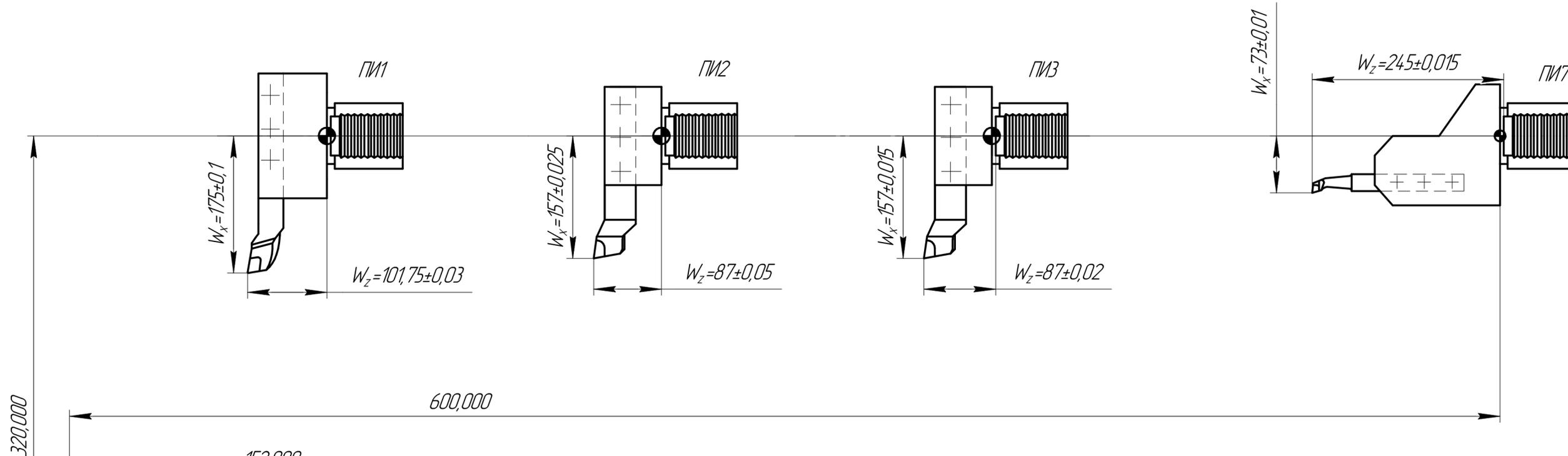
Карты наладки инструментов для станков с ЧПУ



-  ноль станка
-  ноль детали
-  ноль инструмента

				ИЖНПТ - 1003.00.00.00.003 КН		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Карта наладки	
Разраб.	Энс А. Д.					
Проб.	Ефременков Е. А.				Лист	Листов
Т.контр.						1
Н.контр.					ТТУ ИЖНПТ Группа 4А51	
Утв.					Формат А2	

ИЖНПТ № подл.	Взам. инв. №	ИЖНПТ № дил.	Подп. и дата	Склад №	Перв. примен.

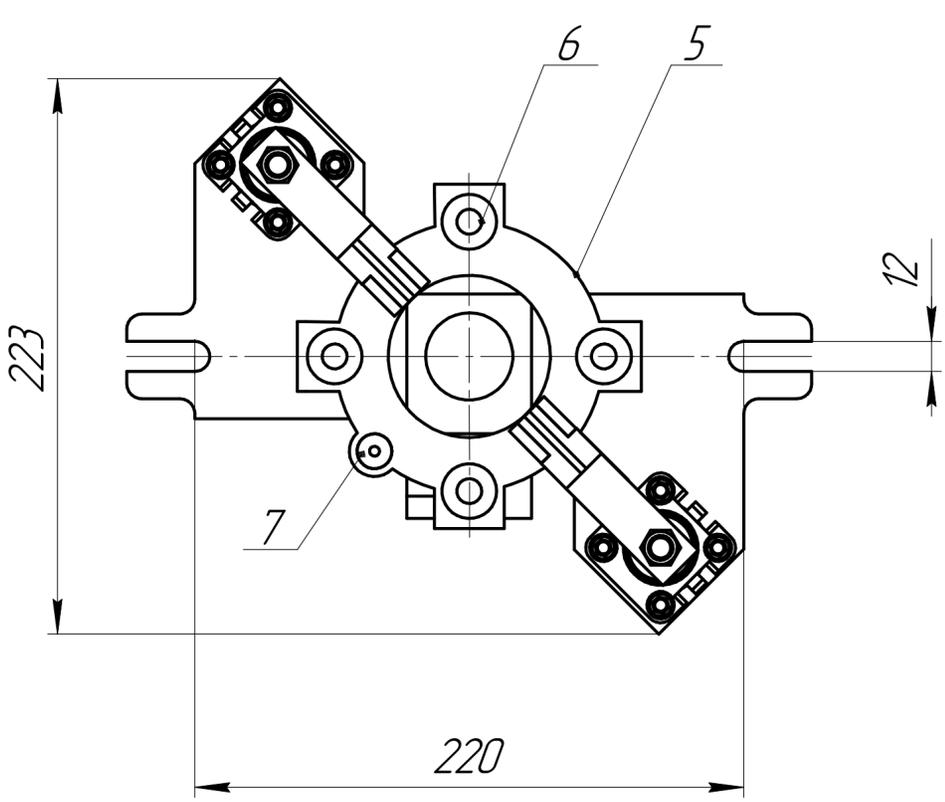
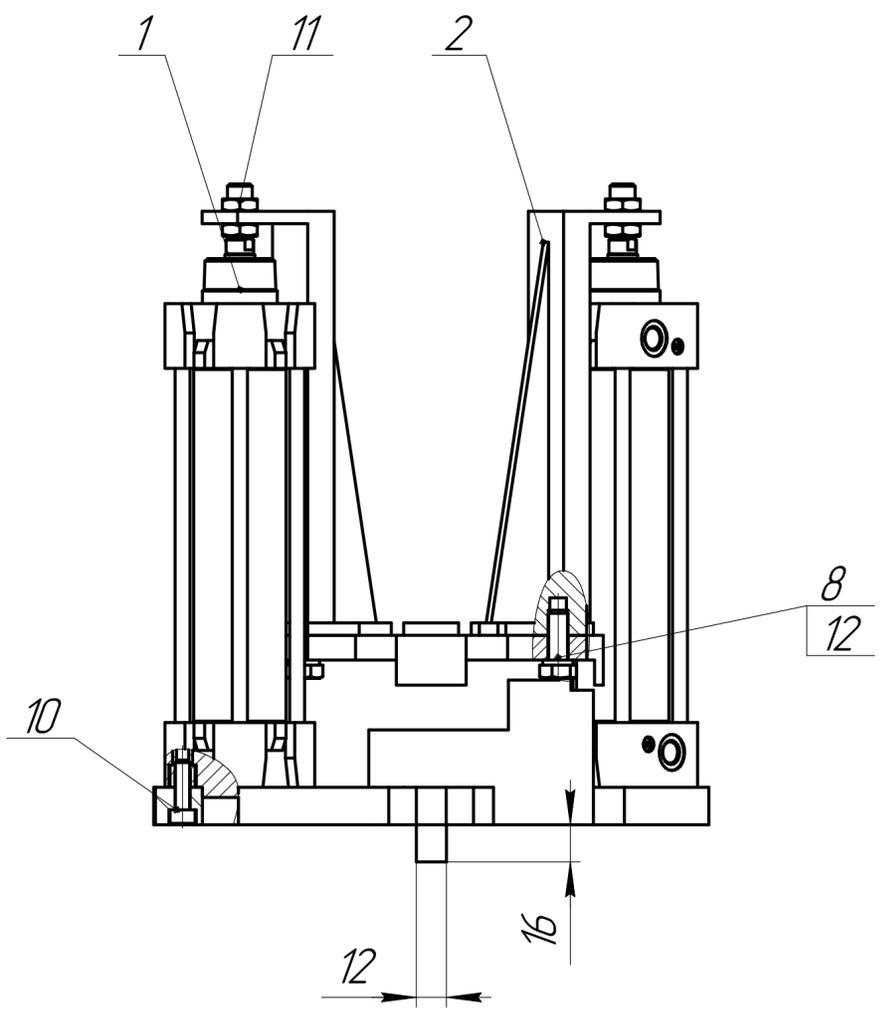
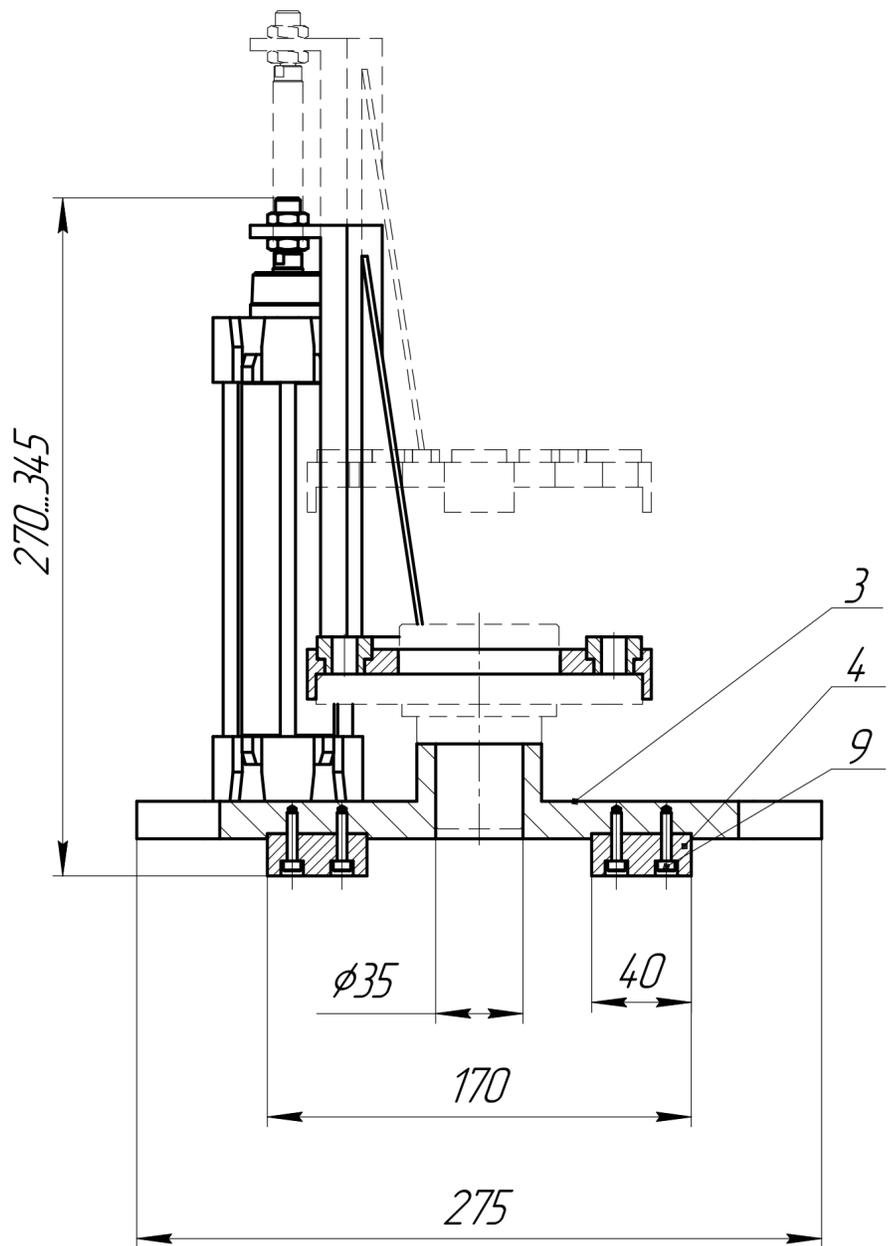


- нуль станка
- нуль детали
- нуль инструмента

				ИЖИПТ - 1003.00.00.00.004 КН		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Карта наладки	
Разраб.	Энс А. Д.					
Проб.	Ефременков Е. А.				Лист	Листов
Т.контр.						1
Н.контр.					ТПУ ИЖИПТ Группа 4А51	
Утв.					Формат А2	

ИЖ № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дроб. | Подп. и дата | Справ. № | Перв. примен.

Приложение Ж
Приспособление прижимное



Технически характеристики

1. Минимальное усилие прижима - 1 кН.
2. Диаметр зажимаемой детали 35 мм.

Технические требования

1. Для воздуха использовать стандарт ISO 8573.1 класс 2.4.1.
2. Минимально давление воздуха, питающего пневмоцилиндр 6 атм, максимальное - 7 атм.
3. При сборке пневмоцилиндра и рычага использовать фиксатор резьбы IMG MG-4 14.
4. Хранить и транспортировать в деревянной таре.

Инд. № подл.	Инд. № дроб.	Взам. инд. №	Инд. № дроб.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.

ИШНПТ - 1003.00.00.00.СБ				Лист	Масса	Масштаб	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Кондуктор прижимной	8,75	1:2
Разраб.	Энс. А. Д.						
Пров.	Ефремов Е. А.				Лист	Листов	1
Т.контр.					ИШНПТ ТПУ 4А51		
Н.контр.					Копировал		
Утв.					Формат А2		

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
<u>Документация</u>							
A2			ИШНПТ - 1003.00.00.00 СБ	Сборочный чертеж	1		
A4			ИШНПТ - 1003.00.00.00 ПЗ	Пояснительная записка	1		
<u>Сборочные единицы</u>							
Б4	1		ИШНПТ-1003.00.01.00 СБ	Пневмоцилиндр Satozzi	2		
<u>Детали</u>							
Б4	2		ИШНПТ-1003.00.00.01	Рычаг	2		
Б4	3		ИШНПТ-1003.00.00.02	Опора	1		
Б4	4		ИШНПТ-1003.00.00.03	Сухарь	2		
Б4	5		ИШНПТ-1003.00.00.04	Кондуктор	1		
Б4	6		ИШНПТ-1003.00.00.05	Втулка большая	4		
Б4	7		ИШНПТ-1003.00.00.06	Втулка малая	1		
<u>Стандартные изделия</u>							
		8		Болт М8х22 ГОСТ 15589-70	2		
		9		Винт М4-6дх20 ГОСТ 11738-84	4		
		10		Винт М6-6дх20 ГОСТ 11738-84	8		
ИШНПТ-1003.00.00.00 ПЗ							
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.		Энс А. Д.			Лит.	Лист	
Пров.		Ефременков Е. А.				1	
Н.контр.					Листов		
Утв.					2		
				Кондуктор прижимной		ТПУ ИШНПТ Группа 4А51	

