

Школа ИШНПТ
 Направление подготовки Машиностроение
 Отделение школы Материаловедение

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование технологического процесса изготовления детали «Корпус подшипника»

УДК 621.822.002-214:658.512

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4A51	Семёнов Леонид Олегович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Козлов В.Н	К.Т.Н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Шибинский К.Г			

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ШБИП	Скаковская Н.В	К.Ф.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Результаты обучения

Вый про	Результат обучения*	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
Общие по направлению подготовки (специальности)		
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире; умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, ..., УК-8, ОК-1; ОК-2; ОК-3, ОК-6, ОК-9, ОПК-1; ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-6, ПК-8) ¹ , <i>CDIO Syllabus</i> (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (пп. 1.1, 2.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов (28.008, Специалист по инжинирингу машиностроительного производства, 40.031 Специалист по технологиям механообрабатывающего производства в машиностроении, 40.052 Специалист по проектированию технологической оснастки механосборочного производства)
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, ..., УК-8, ОПК-2; ОПК-3, ОПК-5, ПК-2), <i>CDIO Syllabus</i> (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (пп. 1.1, 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов (28.008, Специалист по инжинирингу машиностроительного производства, 40.031 Специалист по технологиям механообрабатывающего производства в машиностроении, 40.052 Специалист по проектированию технологической оснастки механосборочного производства)
P3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, ..., УК-8, ОК-2, ОК-6, ОК-7, ОК-8), <i>CDIO Syllabus</i> (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (пп. 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов (28.008, Специалист по инжинирингу машиностроительного производства, 40.031 Специалист по технологиям механообрабатывающего производства в машиностроении, 40.052 Специалист по проектированию технологической оснастки механосборочного производства)
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, ..., УК-8, ОК-5; ОК-6; ОК-7, ОПК-2, ПК-20), <i>CDIO Syllabus</i> (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (п. 1.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов (28.008, Специалист по инжинирингу

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

	проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.	машиностроительного производства, 40.031 Специалист по технологиям механообрабатывающего производства в машиностроении, 40.052 Специалист по проектированию технологической оснастки механосборочного производства)
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на машиностроительных и строительно-монтажных производствах.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, ..., УК-8, ОК-4; ОК-9; ОПК-4, ПК-16), <i>CDIO Syllabus</i> (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов (28.008, Специалист по инжинирингу машиностроительного производства, 40.031 Специалист по технологиям механообрабатывающего производства в машиностроении, 40.052 Специалист по проектированию технологической оснастки механосборочного производства)
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты 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	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, ..., УК-8, ОК-5; ПК-1; ПК-3; ПК-4; ПК-9), <i>CDIO Syllabus</i> (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов (28.008, Специалист по инжинирингу машиностроительного производства, 40.031 Специалист по технологиям механообрабатывающего производства в машиностроении, 40.052 Специалист по проектированию технологической оснастки механосборочного производства, 40.100 Специалист по инструментальному обеспечению механосборочного производства, 28.001 Специалист по проектированию технологических комплексов механосборочных производств, 28.003 Специалист по автоматизации и механизации технологических процессов механосборочного производства)
P7	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, ..., УК-8, ПК-8, ПК-17; ПК-22; ПК-24; ПК-25), <i>CDIO Syllabus</i> (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов (28.008, Специалист по инжинирингу машиностроительного производства, 40.031 Специалист по технологиям механообрабатывающего производства в машиностроении, 40.052 Специалист по проектированию технологической оснастки механосборочного производства, 40.100 Специалист по инструментальному обеспечению механосборочного производства)
P8	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, ..., УК-8, ПК-5; ПК-6; ПК-7, ПК-10, ПК-12, ПК-19, ПК-21 ПК-23, ПК-26), <i>CDIO Syllabus</i> (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов (28.008, Специалист по инжинирингу машиностроительного производства, 40.031 Специалист по технологиям механообрабатывающего производства в машиностроении, 40.052 Специалист по проектированию

	автоматизированного проектирования, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.	технологической оснастки механосборочного производства)
Профиль 1 (Машины и технология высокоэффективных процессов обработки материалов)		
P9	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного, ракетно-космического и сварочного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов, деталей и конструкций	Требования ФГОС ВО (ПК-10; ПК-11, ПК-13; ПК-14), <i>CDIO Syllabus</i> (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов (40.031 Специалист по технологиям механообрабатывающего производства в машиностроении, 40.052 Специалист по проектированию технологической оснастки механосборочного производства, 40.083 Специалист по компьютерному проектированию технологических процессов, 40.148 Специалист по эксплуатации гибких производственных систем в машиностроении, 25.013 Специалист по надежности ракетно-космической техники, 40.100 Специалист по инструментальному обеспечению механосборочного производства).
P10	Способность осваивать вводимое новое оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования и конструкций строительно-монтажных объектов, в случае необходимости обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.	Требования ФГОС ВО (ПК-13; ПК-14, ПК-15; ПК-16), <i>CDIO Syllabus</i> (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (пп. 1.6, 2.3.), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов (40.052 Специалист по проектированию технологической оснастки механосборочного производства, 40.083 Специалист по компьютерному проектированию технологических процессов, 28.003 Специалист по автоматизации и механизации технологических процессов механосборочного производства, 40.089 Специалист по компьютерному программированию станков с числовым программным управлением).

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

Школа ИШНПТ

Направление подготовки специальность Машиностроение

Отделение школы (НОЦ) Материаловедение

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ **на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
4A51	Семёнову Леониду Олеговичу

Тема работы:

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

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

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Чертеж детали «Корпус подшипника»; Тип производства мелкосерийное.
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.
Перечень графического материала	Чертеж изделия. Технологические карты. Карты наладки.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант

Технологическая часть	Шибинский К.Г
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Скаковская Н.В
Социальная ответственность	Скачкова Л.А
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
	Шибинский К.Г.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4A51	Семёнов Леонид Олегович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа по теме «Технологическая подготовка производства изготовления детали «Корпус подшипника» на станках с ЧПУ» содержит 101 страницу текстового документа, 26 таблиц, 5 рисунков, 19 использованных источников.

Цель выпускной квалификационной работы:

- анализ конструкции детали;
- разработка альтернативного технологического процесса;
- выбор оборудования и оснастки;
- расчет режимов резания;
- назначение норм времени;
- составление управляющей программы;
- проектирование гибкого производственного модуля;
- расчет технико-экономических показателей;
- описание условий соответствующих безопасной работе.

В результате технологической подготовки производства был проведен конструкторский анализ детали, разработан технологический процесс, выбрано оборудование для производства детали, составлены управляющие программы для станков с ЧПУ и карты наладки к ним, рассчитаны режимы резания и нормы времени для производства детали.

Проведены расчеты экономической эффективности производства данной детали. Предложены пути решения вопроса об экологической безопасности. Также, решен вопрос о безопасности сотрудников на рабочих местах.

Содержание

Введение	10
1. Технологическая подготовка производства.....	11
1.1 Основные положения	11
2. Проектирование технологического процесса изготовления детали.....	12
2.1 Анализ технологичности конструкции детали	12
2.2 Обеспечение эксплуатационных свойств детали.....	14
2.3 Работоспособность конструкции детали	15
2.4 Способ получения заготовки	16
2.5 Проектирование технологического маршрута.....	18
2.5.1 Расчет припусков на обработку	18
2.5.2 Выбор средств технологического оснащения	24
2.5.3 Уточнение содержания переходов	27
2.5.4 Проектирование технологического маршрута	29
2.5.5 Выбор и расчет режимов резания	34
2.5.6 Нормирование технологических переходов.....	37
2.6 Разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ	39
2.7 Размерный анализ технологического процесса	40
2.8 Обоснование выбора схемы приспособления.....	42
2.9 Расчет требуемых усилий закрепления заготовки	42
2.10 Проектирование гибкой производственной системы (модуля).	43
3. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	47
3.1 Потенциальные потребители результатов исследования	47
3.2 Анализ конкурентных технических решений	47
3.3 Технология QuaD.....	48
3.4 SWOT-анализ	50
3.5 Планирование научно-исследовательских работ.....	52
3.6 Определение трудоемкости выполнения работ	54
3.7 Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	54
3.8 Расчет материальных затрат НТИ	55
3.9 Основная заработная плата исполнителей темы.....	55
3.10 Дополнительная заработная плата исполнителей темы	57

3.11 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	57
4. Социальная ответственность	63
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	63
4.2 Производственная безопасность.....	64
4.3 Экологическая безопасность.....	70
4.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	71
4.6 Вывод по разделу социальная ответственность.....	72
Заключение	73
Список используемых источников и литературы	74
Приложение А	76

Введение

С каждым годом во всем мире растет выпуск сложных изделий, применяемых как в быту, так и в производственных условиях. Усложняется как конструкции машин, так и системы управления ими. Одновременно с усложнением машин возрастают требования к их качеству и дизайну. Для изготовления машин с лучшими характеристиками необходимы новые технологии. Каждая новая технология – это концентрация достижений современной науки и производства. Создание новой технологии сложный процесс, требующий суммы накопленных знаний техники, технологий, производства и экономики.

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

В этой выпускной квалификационной работе рассмотрены вопросы проектирования технологического процесса, маршрута, операций, а также средств технологического оснащения на примере детали типа «Корпус подшипника».

Одной из важных частей выпускной квалификационной работы является разработка управляющих программ для станков с ЧПУ. Так же требуется произвести необходимые расчет для снижения брака, которые включают в себя размерный и прочностной анализ, для производства детали «корпус подшипника».

1. Технологическая подготовка производства

1.1 Основные положения

Технологическая подготовка производства – это совокупность взаимосвязанных процессов, обеспечивающих технологическую готовность предприятий к выпуску изделий заданного уровня качества при установленных сроках, объему выпуска и затратах [8].

В зависимости от объемов производства, разработка технологических процессов производится более тщательно – для серийного и массового производства, менее тщательно – для мелкосерийного и единичного. Это связано с тем, что в массовом производстве используется более сложная технологическая оснастка, подробнее разрабатывается документация ввиду того, что используются менее квалифицированные работники, а также увеличивается общий объем документации.

В соответствии со стандартом технологический процесс – это часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния предмета труда. Работа по созданию технологических процессов в соответствии со стандартом в общем случае включает в себя: анализ исходных данных для разработки технологического процесса; подбор действующего типового, группового технологического процесса или поиск аналога единичного процесса; выбор исходной заготовки и методов её изготовления; выбор технологических баз; составление технологического маршрута обработки; разработку технологических операций; выбор средств технологического оснащения операции; определение потребности средств технологического оснащения, заказ новых средств технологического оснащения, в том числе средств контроля и испытаний; выбор средств механизации и автоматизации элементов процесса и внутрицеховых средств транспортирования; назначение и расчет режимов обработки; нормирование технологического процесса; определение требований техники безопасности; расчет экономической эффективности технологического процесса; оформление технологических процессов [8].

При технологической подготовке обработки деталей на станках с ЧПУ производится отбор заготовок со сложной конфигурацией, для обработки которых требуется сложная и дорогостоящая оснастка, режущий инструмент и станки, а также со значительными затратами вспомогательного времени на изготовление. Отобранные заготовки предварительно подвергают анализу на технологичность. В случае использования станков с ЧПУ имеет место широкое использование группового метода обработки.

2. Проектирование технологического процесса изготовления детали

2.1 Анализ технологичности конструкции детали

Целью анализа технологичности конструкции детали является выявление недостатков, содержащихся в чертежах детали и предъявляемых требованиях, также возможное улучшение технологичности конструкции.

Деталь – «Корпус подшипника», изготавливается из материала «Сталь 45 ГОСТ 1050-88». Деталь имеет среднюю сложность конструкции. Масса детали рассчитана с помощью САПР АСКОН «КОМПАС 3D» исходя из материала и твердотельной модели.

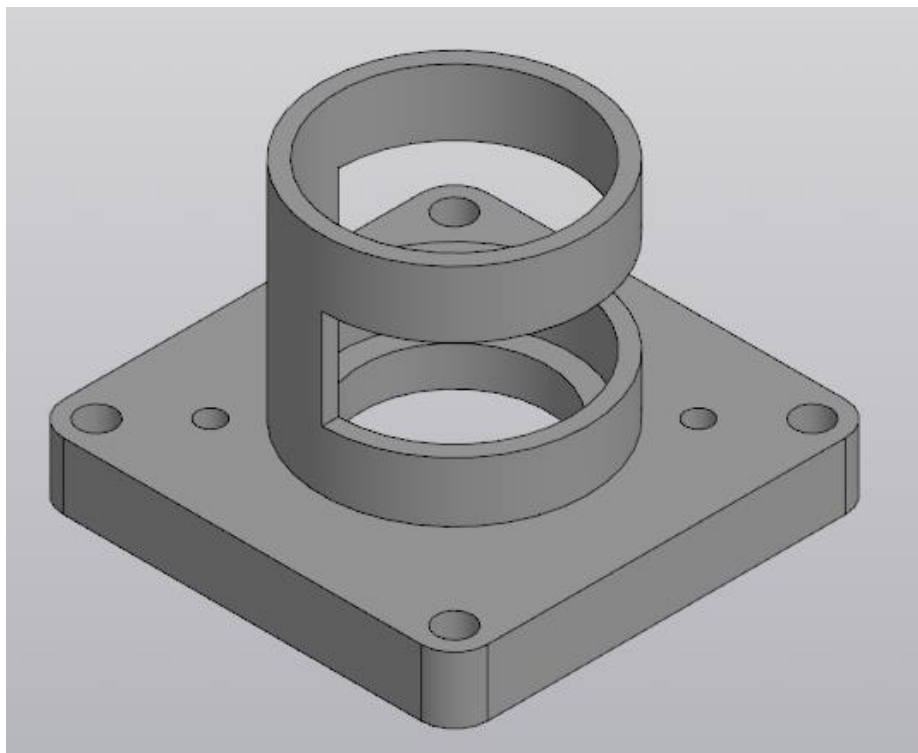


Рисунок 1 – Твердотельная модель детали «Корпус подшипника»

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

Соответствие машин требованиям минимальной трудоемкости определяет технологичность конструкции.

Согласно ГОСТ 14.201-91 устанавливается ряд показателей технологичности конструкции изделия:

- 1) Деталь должна быть правильной геометрической формы, обеспечивающей возможность обработки от одной базы.
- 2) Избежание разнообразия размеров отверстий и резьбы.
- 3) Конструкция детали должна предусматривать небольшое количество обрабатываемых поверхностей, сопрягаемых с другими деталями.
- 4) Допуски на размеры точных деталей не должны усложнять технологию производства.

Технологичность конструкции – это одна из комплексных характеристик технического устройства (изделие, устройство, прибор, аппарат), которая выражает удобство его производства, ремонтпригодность и эксплуатационные качества.

Вопросы технологичности решаются со стадии анализа чертежа детали, проектирования заготовки, выбора метода изготовления заготовки и процессом ее изготовления.

Деталь изготовлена из материала Сталь 45 ГОСТ 1050-88. Это конструкционная углеродистая качественная сталь. В целом Сталь 45 находит широкое применение в изготовлении станочных кулачков, ручных тисочков, а также плоскогубцев и круглогубцев. Состав материала приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав материала Сталь 45 ГОСТ 1050-88

Химический элемент	%
Углерод, С	0,42 - 0,5
Кремний, Si	0,17 - 0,37
Марганец, Mn	0,5 - 0,8
Никель, Ni	до 0,25
Сера, S	до 0,04
Фосфор, P	до 0,035
Хром, Cr	до 0,25
Медь, Cu	до 0,25
Мышьяк, As	до 0,08
Железо, Fe	~97

Анализируя деталь с точки зрения технологичности можно выделить положительные моменты:

- 1) Обработка детали выполнена, в основном, по 10 качеству, за исключением одной поверхности;
- 2) Материал хорошо поддается механической обработке;
- 3) Малое количество отверстий и отсутствие резьбы.

Отрицательными моментами являются такие факторы как:

- 1) Поверхность, выполнена по 9 качеству.

При обработке детали используется точение, фрезерование, сверление. Форма заготовки обеспечивает свободный доступ инструмента, что повышает технологичность.

Габариты и масса заготовки не требуют дополнительных подъемных приспособлений.

2.2 Обеспечение эксплуатационных свойств детали

Эксплуатационные свойства детали, как правило, определяются качеством их рабочих поверхностей, формируемыми при изготовлении или восстановлении [5]. Поэтому задача технологического обеспечения качества

поверхностного слоя детали является одной из важнейших при решении проблемы повышения надежности. Повышение надежности машин может быть обеспечено за счет применения эффективных технологических процессов изготовления и восстановления деталей, повышающих их износостойкость, усталостную прочность, коррозионную стойкость. Для этих целей применяются технологические процессы, упрочняющие поверхностный слой, припадающие ему особые свойства. Сюда относятся как процессы химикотермической обработки, так и упрочняющая обработка, основанная на пластическом деформировании поверхностей. При применении методов поверхностной пластической деформации в результате наклепа в поверхностных слоях видоизменяются форма и размеры кристаллических зерен, повышается твердость, и образуются сжимающие напряжения, способствующие повышению износостойкости и сопротивляемости усталостным разрушениям. Надежность и долговечность изделий в значительной мере зависит от эксплуатационных свойств деталей и их соединений, которые могут быть определены с использованием методов математической статистики и теории вероятностей.

2.3 Работоспособность конструкции детали

Надежность машин, как один из основных показателей качества, определяется, прежде всего, эксплуатационными свойствами их деталей и сборочных единиц включающими: усталостную прочность, коррозионную стойкость, износостойкость, точность посадок и др. Действие на машину циклических нагрузок может привести к усталостным разрушениям отдельных ее деталей. Ресурс машины, работающей в агрессивных коррозионных средах, в значительной степени определяется коррозионной стойкостью основных ее деталей. В результате действия значительных нагрузок на контактирующие поверхности деталей может произойти потеря их надежности из-за контактных разрушений. Надежность машин, определяемая точностью изготовления ее деталей, в значительной степени зависит от контактной жесткости их соединений. Установлено, что 70 % выхода из строя машин определяется

износом их деталей. Поэтому износостойкость играет особую роль в обеспечении надежности сборочных единиц, агрегатов, машин [1].

Проверка работоспособности конструкции детали выполняется с помощью CAE-системы или CAD/CAE/PDM-системы. Для данной детали были проведены расчеты на возникновение напряжений при ее эксплуатации. Моделирование и расчеты были выполнены в программе КОМПАС-3D v17.1 (приложение APM FEM).

Результаты статического расчета

Наименование	Тип	Минимальное значение	Максимальное значение
Эквивалентное напряжение по Мизесу	SVM [МПа]	0.001594	208.043063

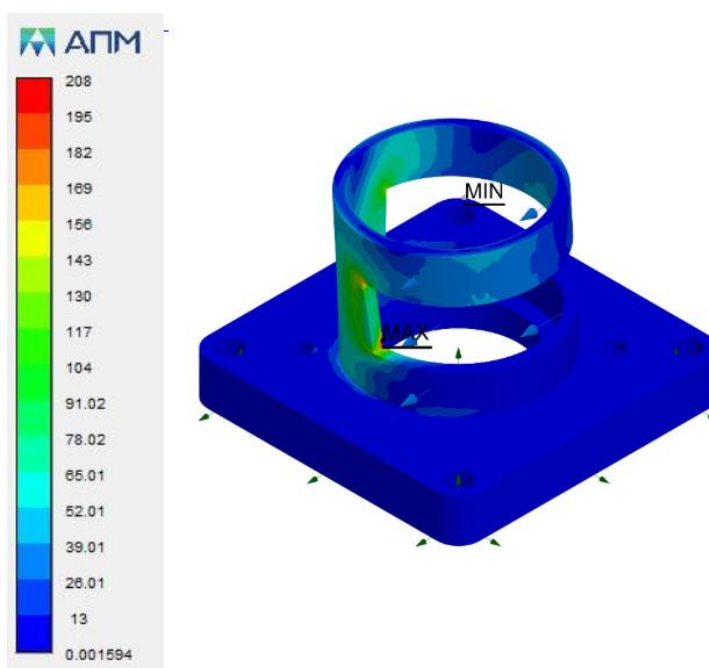


Рисунок 2 - Статически узловое напряжение при нагрузке в модели

Согласно рисунку 2, самое большое напряжение возникает в начале у основания паза, которое равно 208 МПа. На местах крепления детали напряжения незначительны.

2.4 Способ получения заготовки

От выбора заготовки зависит построение всего технологического процесса изготовления детали. Первым критерием при выборе заготовки является материал, из которого изготавливается деталь. Вторым критерием являются

габаритные размеры, а так же сложность получаемой детали. Правильный выбор заготовки влияет на трудоемкость и себестоимость конечного изделия.

Способ получения заготовки определим исходя из чертежа детали, анализа ее служебного назначения и технических требований предъявляемых к данной детали, программы выпуска, величины серии, типа производства.

Существуют различные способы получения заготовок: литье, штамповка, сортовой прокат и тд. Анализируя чертеж, отметим что деталь изготовлена из деформируемого сплава алюминия, отсюда следует что, заготовку можно получить штамповкой или из сортового проката.

Первый метод, который рассмотрим, это получение заготовки из горячекатаного квадрата. Квадрат стальной изготавливают в заводских условиях способом горячего металлопроката. Прокат стальной квадратный ГОСТ бывает различных видов. Точность прокатки — один из основных признаков, по которым квадрат классифицируют. А — говорит о высокой точности, Б - о повышенной, а В - об обычной. Большое количество достоинств стальному квадрату придают свойства стали, из которой квадрат стальной создан. Это в первую очередь высокие антикоррозийные свойства, незаменимые в агрессивной внешней среде. Кроме того, квадрат - прокат стальной горячекатаный квадратный ГОСТ 2591- 2006 имеет очень высокие показатели механической прочности и длительность срока службы.

Второй способ получения заготовки — штамповка. При штамповке требуется дополнительное оборудование: механический штамповочный пресс, штамп, печь; дополнительные рабочие места; отдельный цех. После штамповки необходимо произвести термообработку что также увеличивает затраты на производство.

Так как заданием было установлено, что нам необходимо изготавливать 200 деталей в год, примем первый метод получения заготовки.

2.5 Проектирование технологического маршрута

Согласно ГОСТ 14.004-83 маршрут – это последовательность прохождения заготовки детали по цехам и производственным участкам предприятия при выполнении технологического процесса изготовления. Последовательность операций для изготовления детали «Корпус подшипника» согласно техническим требованиям, условиям производства и требуемым параметрам точности согласно чертежу задания представлена ниже.

Маршрут детали «Корпус подшипника»:

005 Заготовительная	040 Фрезерная
010 Токарная	045 Слесарная
015 Фрезерная с ЧПУ	050 Круглошлифовальная
020 Слесарная	055 Промывочная
025 Контрольная	060 Контрольная
030 Токарная	065 Консервация
035 Сверлильная	

2.5.1 Расчет припусков на обработку

Припуском на обработку называется слой (толщина слоя) материала, удаляемый с поверхности заготовки для устранения дефектов от предыдущей обработки. Общим припуском на обработку называется слой материала (толщина слоя), удаляемый с рассматриваемой поверхности исходной заготовки в процессе выполнения технологического процесса с целью получения готовой детали[5].

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

- Потерям материала, превращаемого в стружку;
- Увеличению упругой деформации технологической системы СПИД (станок – приспособление – инструмент – деталь) вследствие

увеличения силы резания, а значит и к уменьшению точности обработки;

- Увеличению трудоемкости механической обработки (если припуск больше максимально допустимой глубины резания и приходится его удалять за несколько проходов);
- Усложняется применение приспособлений вследствие увеличения силы резания; к повышению расхода режущего инструмента и электрической энергии; к увеличению потребности в оборудовании и рабочей силе.

Назначение недостаточных припусков не обеспечивает удаление дефектных слоев материала, в следствии чего достижение требуемой точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей недостижимо, а также вызывает повышение требований к точности исходных заготовок и приводит к их удорожанию, затрудняет разметку и выверку положения заготовок на станках при обработке по методу пробных ходов и увеличивает опасность появления брака[5].

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

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

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

минимальный припуск на одну сторону, удаляемый на рассматриваемом переходе.

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

При обработке тел вращения и предположении, что направления векторов всех погрешностей совпадают (для гарантированного устранения погрешностей и дефектов), суммирование составляющих наименьшего припуска производится арифметически:

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

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

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

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

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

ε_i – погрешность закрепления заготовки на данном переходе.

Значение коэффициентов принимаем согласно табличным данным, по методическому указанию [5].

Произведем расчет минимального припуска на механическую обработку наибольшего наружного размера $64_{-0,12}$:

Шероховатость поверхности $\sqrt{Ra6,3}$, допуск на размер $\delta_{\text{дет}}=0,87\text{мм}$.

Шероховатость поверхности заготовки $\sqrt{Rz100}$, допуск на диаметр заготовки:

$$\delta_{\text{заг}}=0,74 \text{ мм}=740 \text{ мкм};$$

$$\text{Заготовительная: } 2Z_{\min}=2(100+150+250+0)=2 \cdot 500=1000;$$

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

1. (Фрезерная ЧПУ черновая):

$$d_{\min} = d_{\max+1} + 2Z_{\min+1} = 64 + 510 = 64,51 \text{ мм};$$

Для полученного размера в таблице допусков определяем допуск на рассматриваемую обработку (в данном случае h14 Td=740 мкм), для рассматриваемой операции определим значение расчетного максимального технологического размера:

$$d_{\max} = d_{\min} + Td = 64,51 + 0,3 = 64,81 \text{ мм};$$

0. (Заготовительная):

$$d_{\min} = d_{\max+1} + 2Z_{\min+1} = 64 + 1 = 65 \text{ мм};$$

Для полученного размера в таблице допусков определяем допуск на рассматриваемую обработку (в данном случае h14 Td=740 мкм), для рассматриваемой операции определим значение расчетного максимального технологического размера:

$$d_{\max} = d_{\min} + Td = 65 + 0,740 = 65,74 \text{ мм};$$

Так как согласно ГОСТ 2591 –2006 ближайший размер заготовки = 70мм, принимаем его в качестве принятого технологического размера.

Полученные результаты сведем в таблицу 2:

Таблица 2 – припуски на обработку наибольшего линейного размера

Технологические переходы обработки поверхности	Составляющие минимального припуска на обработку, мкм				Расчетный минимальный припуск, $2Z_{\min}$, мкм	Принятый технологический размер, мм	Допуск T_d , мкм	Предельный размер, мм	
	R_z	$T_{\text{деф}}$	ρ	ϵ				$d_{\min}$	$d_{\max}$
Наружная поверхность 64 _{-0,12}									
0.Заготовительная	100	150	250	0		66h14	740	65	65,74
1.Фрезерная ЧПУ черновая	50	60	45	100	1000	65h12	300	64,51	64,81
2.Фрезерная ЧПУ чистовая	20	40	45	100	510	64h10	120	63,88	64

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

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

Произведем расчет минимальных припусков на обработку наиболее точного наружного размера:

Операция 1:

$$d_{\min} = 40 + 0,312 = 40,312;$$

$$d_{\max} = 40,312 + 0,1 = 40,412;$$

Принятый технологический размер 40,45h10;

Операция 0:

$$d_{\min} = 40,412 + 0,99 = 41,44;$$

$$d_{\max} = 41,44 + 0,25 = 41,69;$$

Принятый технологический размер 42h12;

Таблица 3 – расчет минимальных припусков на обработку наиболее точной наружной поверхности

Технологическое переходы обработки поверхности	Составляющие минимального припуска на обработку, мкм				Расчетный минимальный припуск, 2Z _{min} , мкм	Принятый технологический размер, мм	Допуск T _d , мкм	Предельный размер, мм	
	R _z	T _{деф}	ρ	ε				d _{min}	d _{max}
Наружная поверхность Ø40 _{-0,062}									
0.Токарная черновая	125	120	150	100		42h12	250	41,44	41,69
1.Токарная чистовая	20	30	6	100	990	40,45 h10	100	40,312	40,412
2.Шлифование	6	10	6	30	312	40h9	62	39,938	40

Произведем расчет минимальных припусков на обработку наиболее точного внутреннего размера:

Операция 1:

$$D_{\max} = D_{\max} - 2Z_{\min} = 34,9 - 0,21 = 34,69 \text{ мм};$$

$$D_{\min} = 34,69 - 0,25 = 34,44 \text{ мм};$$

Принятый технологический размер 34,5H12;

Операция 0:

$$D_{\max} = D_{\max} - 2Z_{\min} = 34,53 - 0,84 = 33,6 \text{ мм}$$

$$D_{\min}=33,6-0,62=32,98 \text{ мм};$$

Принятый технологический размер 33H14;

Таблица 4 - расчет минимальных припусков на обработку наиболее точной внутренней поверхности

Технологическое переходы обработки поверхности	Составляющие минимального припуска на обработку, мкм				Расчетный минимальный припуск, 2Z _{min} , мкм	Принятый технологический размер, мм	Допуск T _d , мкм	Предельный размер, мм	
	R _z	T _{деф}	ρ	ε				D _{min}	D _{max}
Внутренняя поверхность Ø35 ^{+0,1}									
0.Сверление отверстия	100	70	250	0		33H14	620	32,98	33,6
1.Токарная черновая	10	15	20	60	840	34,5H12	250	34,44	34,69
2.Токарная чистовая	6	10	6	30	210	35H10	100	34,9	35

Произведем расчет минимального припуска на механическую обработку торцов:

Операция 1:

$$d_{\min}=44 + 0,36 = 44,36;$$

$$d_{\max}=44,36+0,25=44,61;$$

Принятый технологический размер 44,7h12;

Операция 0:

$$d_{\min}=44,7 + 1 = 45,7;$$

$$d_{\max}=45,7+1=46,7;$$

Принятый технологический размер 47h14;

Таблица 5 - расчет минимальных припусков на обработку торцов

Технологическое переходы обработки поверхности	Составляющие минимального припуска на обработку, мкм				Расчетный минимальный припуск, 2Z _{min} , мкм	Принятый технологический размер, мм	Допуск T _d , мкм	Предельный размер, мм	
	R _z	T _{деф}	ρ	ε				d _{min}	d _{max}
Обточка правого и левого торцов заготовки для получения её длины 44 _{-0,1}									
0.Отрезка заготовки	100	150	250	0		47h14	1000	45,7	46,7
1.Токарная чистовая	15	20	45	100	1000	44,7h12	250	44,36	44,61
2.Фрезерная ЧПУ чистовая	20	40	45	10	360	44h10	100	43,9	44

В ходе выполненных расчетов мы определили минимальные предельные размеры заготовки: ($a=66_{-0,74}$ мм, $L=47_{-0,62}$ мм), а так же припуски на обработку некоторых поверхностей.

2.5.2 Выбор средств технологического оснащения

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

Средства технологического оснащения подразделяются на:

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

Технологическое оборудование - это средства технологического оснащения, в которых для выполнения определенной части технологического процесса размещаются материалы или заготовки, средства воздействия на них, а также технологическая оснастка. Технологическое оборудование выбирается в зависимости от конструкции детали и требованиями по обеспечению качества поверхности.

Произведем подбор средств технологического и контрольно – измерительного оснащения, для материального обеспечения производственного участка, а так же для удобства занесем выбранные средства в таблицы 6 и 7.

Таблица 6 - Средства технологического оснащения

Операция	Оборудование	Инструмент	Приспособление
005 Заготовительная	Ленточнопильный станок HBS-916W	Ленточное полотно M42 27x0,9x3035 мм	Кран балка ГОСТ 22045-89: 31 5711 1229 39; Призмы 7033-0037 ГОСТ 1215-66;
Токарная 010	Станок токарно-винторезный ИЖ-250	Сверло центр. Ø6 мм 2317-0109 ГОСТ 14952-75, марка P6M5; Сверло Ø20 мм 2300-0249 ГОСТ 10902-77, марка P6M5; Резец подрезной 2112-0005 материал пластины T15K6, ГОСТ 18880-73; Резец расточной 2141-0202 материал пластины T15K6, ГОСТ 18883-73; Резец подрезной 2112-0005 материал пластины T15K6, ГОСТ 18880-73; Резец проходной 2101-0006 ГОСТ 18879-73, материал пластины T30K4;	4-х кулачковый патрон 7100-034 ГОСТ 12593; Патрон сверлильный 6162-4001-01 ГОСТ 25827-93; Патрон сверлильный 6171-4001-01 ГОСТ 25827-93;
015 Фрезерная ЧПУ	Фрезерный станок с ЧПУ FPV 30G CNC	Фреза концевая Ø20 мм. 2223-5644 ГОСТ 24637- 81, материал пластины T15K6; Фреза концевая Ø8 мм. 2223-5432 ГОСТ 24637- 81, материал пластины T15K6; Фреза концевая Ø40 мм. 2223-5661 ГОСТ 24637- 81, материал пластины T15K6;	Патрон цанговый 2-30-20-90 ГОСТ 26539-85; Патрон цанговый 2-30-8-90 ГОСТ 26539-85; Патрон цанговый 2-30-40-110 ГОСТ 26539-85; 3х кулачковый патрон 7100-034 ГОСТ 2675-80;

Продолжение таблицы 6:

020 Слесарная	Верстак слесарный ГОСТ 19917-93	Напильник 2821-0001 ГОСТ 1465-80; Надфиль 2827-0136 ГОСТ 1513-77;	
030 Токарная	Станок токарно-винторезный ИЖ-250	Резец Канавочный внутренний 16x16x170, материал пластины Т5К10, ГОСТ 18885-73;	3х кулачковый патрон 7100-034 ГОСТ 2675-80;
035 Сверлильная	Сверлильный станок Proma BV-25FB/400	Сверло центровочное ССЦ 550 Ø2, ГОСТ 14034-74; Сверло спиральное с коническим хвостовиком ГОСТ 10903-77 Ø4,5мм; Сверло спиральное с коническим хвостовиком ГОСТ 10903-77 Ø5,5мм;	Патрон сверлильный 6362-4102-01 ГОСТ 25827-93; Патрон сверлильный 6167-4001-01 ГОСТ 25827-93; Патрон сверлильный 6169-4001-01 ГОСТ 25827-93; 3х кулачковый патрон 7100-034 ГОСТ 2675-80;
040 Фрезерная	Вертикальнофрезерный 6P10	Фреза дисковая 2254-0642 ГОСТ 2679-93, материал Р6М5.	Тиски 7200-0212 ГОСТ 16518; Оправка для дисковой фрезы ГОСТ 27304-87;
045 Слесарная	Верстак слесарный ГОСТ 19917-93	Напильник 2821-0001 ГОСТ 1465-80; Надфиль 2827-0136 ГОСТ 1513-77;	
050 Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок 3С120В	Шлифовальный круг ПП 240×18×32 45А 10-П С2 7К4 А 1кл 35м/с, ГОСТ 2424-83	Центра А-1-4-Н ГОСТ 8742-75;

Таблица 7 - Средства контроля точности изготовления детали

Операция	Способ контроля	Измерительный прибор
005 Заготовительная	Инструментальный, визуальный	Линейка 150x18 мм ГОСТ 427-75
010 Токарная	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75; Калибр пробка 8133-0958 Н9 ГОСТ 14810-69 Нутромер 18-50 ГОСТ 9244-75;
015 Фрезерная ЧПУ	Инструментальный, визуальный	Набор радиусных шаблонов №1 ГОСТ 4126-66 Штангенциркуль ШЦ- I-125-0,05 ГОСТ 166-89 Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75;
030 Токарная	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ-I-0-150-0,01 ГОСТ 166-89; Штангенциркуль 20-170 0,01, для внутренних канав. элек. ЧИЗ; Нутромер 18-50 ГОСТ 9244-75;
035 Сверлильная	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ-I-0-125-0,1 ГОСТ 166-89; Угломер типа 1-5 ГОСТ 5378-88;
040 Фрезерная	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ-I-0-150-0,01 ГОСТ 166-89; Угломер типа 1-5 ГОСТ 5378-88. Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75
050 Круглошлифовальная	Инструментальный, визуальный	Скоба СРП 50 ГОСТ 11098-75; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75;

2.5.3 Уточнение содержания переходов

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

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

Уточним содержание переходов для получения поверхностей.

Токарная :

- 1) Подрезка торца – 1 переход, 2 рабочих хода;
- 2) Точение внутреннего диаметра $\varnothing 20$ – 1 переход, 2 рабочих хода;
- 3) Растачивание $\varnothing 28$, $\varnothing 35$ мм – 2 перехода, 8 рабочих хода

Токарная:

- 1) Точение наружного диаметра $\varnothing 40,45$ – 1 перехода, 6 рабочих ходов;

Фрезерная с ЧПУ:

- 1) Фрезерование торца – 1 переход, 4 рабочий ход;
- 2) Фрезерование $\varnothing 50$ – 1 перехода, 4 рабочих ходов;
- 3) Фрезерование $\varnothing 14$ – 1 перехода, 4 рабочих ходов;
- 4) Фрезерование поверхности – 1 перехода, 4 рабочих ходов;
- 5) Скругление углов – 1 перехода, 4 рабочих ходов;

Токарная:

- 1) Точение канавки – 1 переход, 1 рабочий ход;

Сверлильная с ЧПУ

- 1) Центрование – 1 переход, 6 рабочий ход;
- 2) Сверление $\varnothing 4,5$ мм – 1 переход, 2 рабочих хода;
- 3) Сверление $\varnothing 5,5$ мм – 1 переход, 4 рабочих хода;
- 4) Снятие фаски – 1 переход, 2 рабочих хода;

Фрезерная

- 1) Фрезерование паза – 1 переход, 1 рабочий ход;

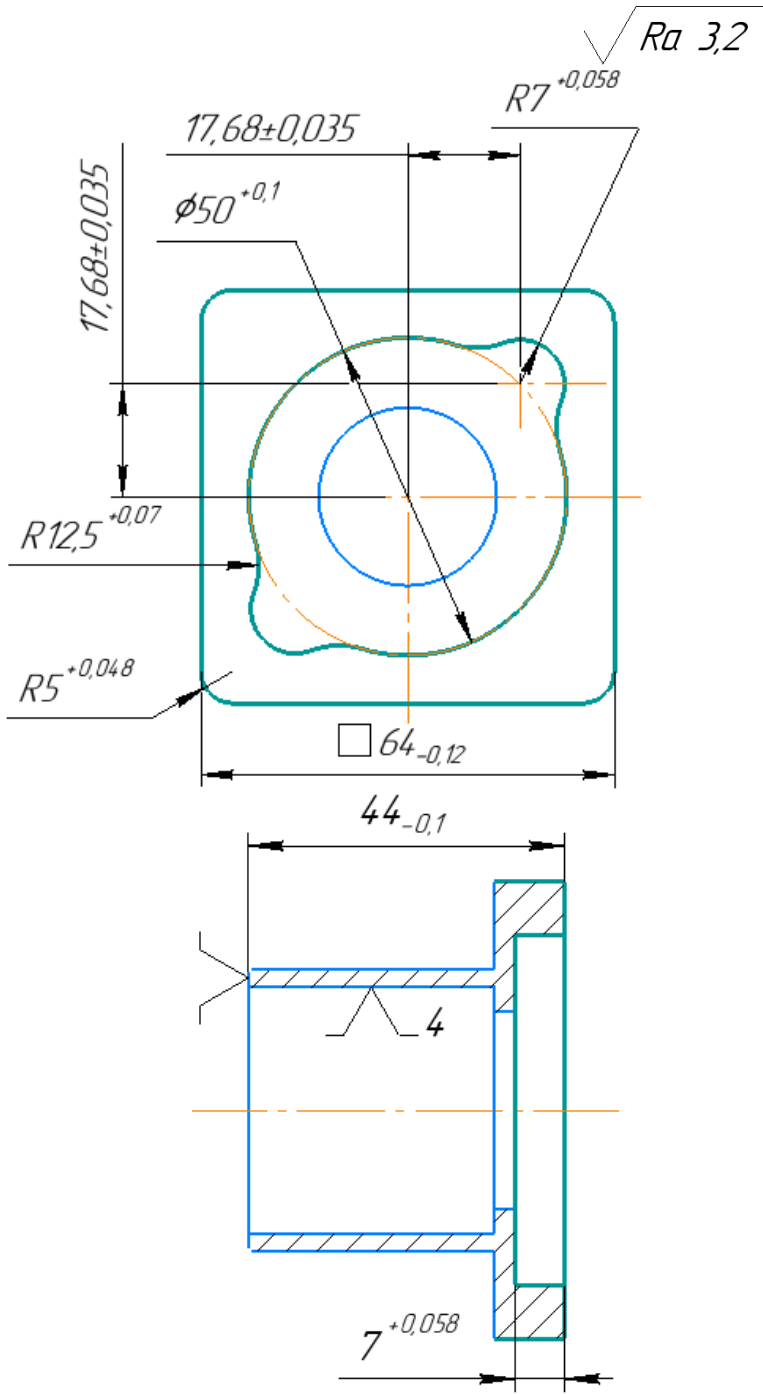
Круглошлифовальная

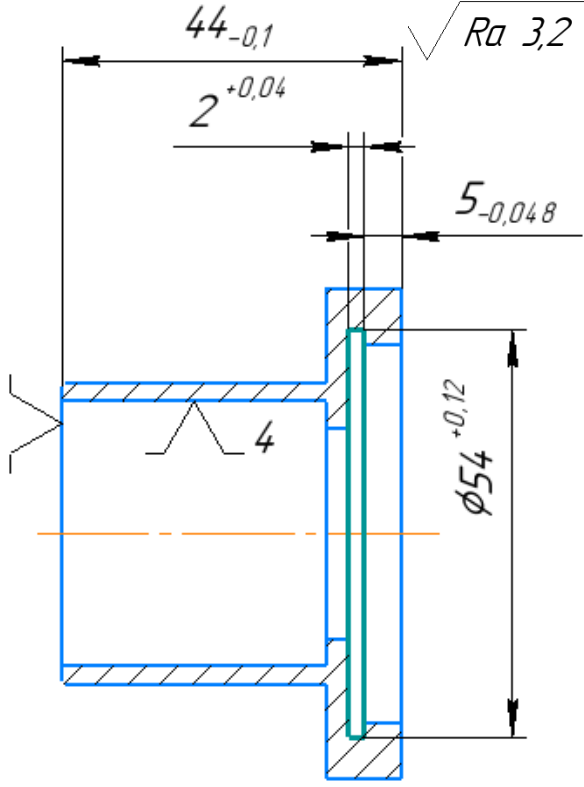
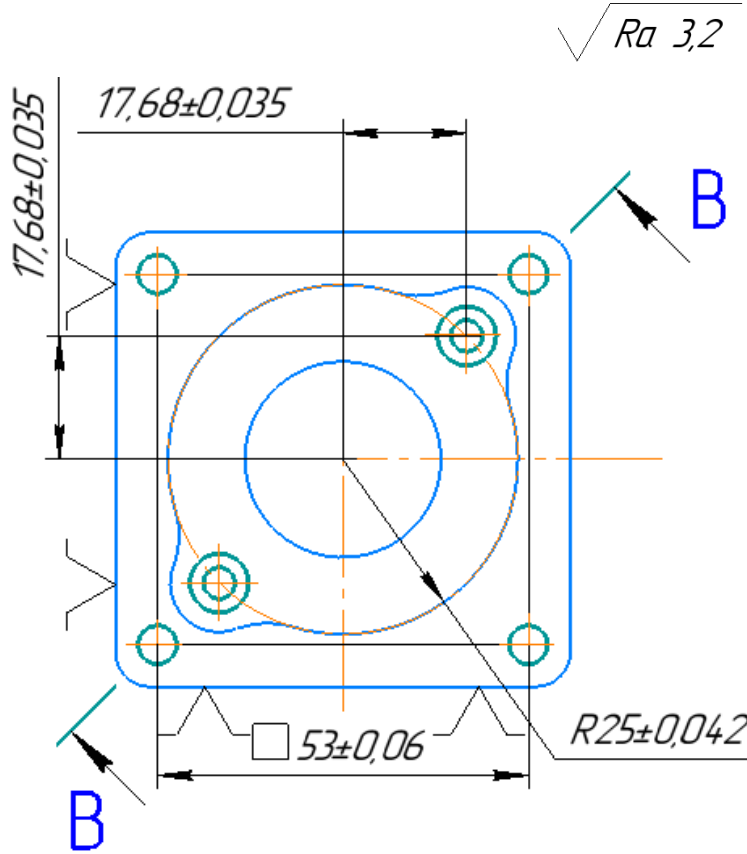
- 1) Шлифование $\varnothing 40$ – 1 переход, 4 рабочий ход;

2.5.4 Проектирование технологического маршрута

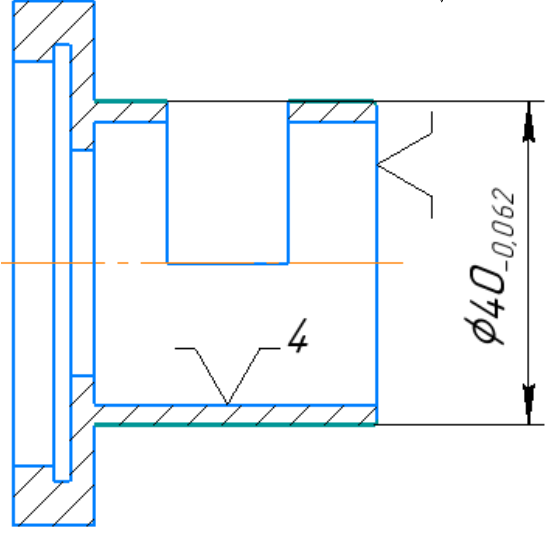
Таблица 8 – Технологический процесс

	005 Заготовительная А. Установить заготовку в призмы. База: боковые стороны и торец. 1. Отрезать заготовку выдерживая размер $47_{-0,62}$ мм.
$\sqrt{Ra\ 3,2}$	010 Токарная А. Установить заготовку в четырехкулачковый патрон. База: наружная поверхность и торец. 1. Подрезать торец выдерживая размер $44,7_{-0,25}$ мм. 2. Центровать отверстие. 3. Сверлить сквозное отверстие $\phi 20^{+0,52}$ мм. 4. Расточить отверстие $\phi 26,5^{+0,13}$ мм. 5. Расточить отверстие $\phi 34,5^{+0,16}$ мм. 6. Расточить отверстие $\phi 28^{+0,084}$ мм. 7. Расточить отверстие $\phi 35^{+0,1}$ мм. 8. Точить наружный диаметр в размер $42_{-0,25}$ мм. 9. Расточить наружный диаметр в размер $40,45_{+0,1}$ мм. 10. Точить фаску в размер $0,4 \times 45^\circ$ мм.

 Technical drawing of a mechanical part. The top view shows a square base with a central circular hole. Dimensions include: outer square side $44_{-0,1}$, inner circle diameter $\phi 50^{+0,1}$, distance from center to corner $17,68 \pm 0,035$, corner radius $R7^{+0,058}$, and surface roughness $Ra\ 3,2$. The side view shows a stepped profile with a total width of $44_{-0,1}$, a central hole diameter of $\phi 50^{+0,1}$, a top flange thickness of $7^{+0,058}$, and a bottom flange thickness of 4. The side view also shows radii $R12,5^{+0,07}$ and $R5^{+0,048}$.	015 Фрезерная А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон с использованием разжимной оправки. База: внутренний диаметр и торец 1. Подрезать торец выдерживая размер $44_{-0,25}$ мм. 2. Фрезеровать заготовку выдерживая размеры согласно эскизу.
020 Слесарная 1. Снять заусенцы притупить острые кромки	

025 Контрольная 1. Контролировать все полученные размеры согласно чертежу. 	030 Токарная А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон с использованием разжимной оправки. База: внутренний диаметр и торец. 1. Расточить канавку диаметром $54^{+0,12}$ мм и глубиной $2^{+0,04}$ мм.
	035 Сверлильная А. Установить заготовку в тиски. База: боковые стороны и торец. 1. Центровать 6 отверстий. 2. Сверлить 4 отверстия диаметром $5,5^{+0,075}$ мм. 3. Сверлить 2 отверстия диаметром $4,5^{+0,048}$ мм.

	$\sqrt{Ra\ 3,2}$ 040 Фрезерная А. Установить заготовку в тиски. База: боковые стороны и торец 1. Фрезеровать паз размером $15^{+0,07}$ мм на расстоянии $19^{+0,084}$ мм.

045 Слесарная 1. Снять заусенцы притупить острые кромки	
	050 Круглошлифовальная А. Установить заготовку на разжимную оправку, закрепленную в центрах. База: внутренний диаметр и торец. 1. Шлифовать наружный диаметр в размер $40_{-0,062}$ мм.
055 Промывочная 1. Промыть деталь по ТПП 01279-00001.	
060 Контрольная 1. Контролировать все полученные размеры согласно чертежу.	
065 Консервация 1. Консервировать деталь по ТПП 602 70-00001. Вариант 1.	

2.5.5 Выбор и расчет режимов резания

Режимом резания называется совокупность элементов, определяющих условия протекания процесса резания. К элементам режима резания относятся – глубина резания, подача, период стойкости режущего инструмента и скорость резания. Произведем выбор и расчет оптимальных режимов обработки, уточнение геометрии и материала режущей части инструмента.

010 Токарная операция

Сверление сквозного отверстия $\varnothing 20^{+0,52}_{-0}$ мм.

Инструмент: Сверло $\varnothing 20$ мм 2300-0249 ГОСТ 10902-77.

Марка: P6M5.

Обрабатываемый материал: Сталь 45 ГОСТ 1050-88.

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

Где C_v – коэффициент учитывающий материал заготовки и инструмента, $C_v=9,8$;

T – стойкость инструмента $T=50$ м;

s – подача, $s=0,43$ мм/об;

m, y, q – показатели степени, $m=0,2$; $y=0,5$; $q=0,4$;

D – диаметр сверла, $D=20$ мм;

K_v – общий поправочный коэффициент, $K_v=1$;

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv};$$

K_{mv}, K_{uv}, K_{pv} – коэффициенты влияющие на обработку [8]

$$V = \frac{9,8 \cdot 20^{0,4}}{50^{0,2} \cdot 0,43^{0,5}} = 22,87 \text{ м/мин}$$

Таким образом для данной сверлильной операции скорость резания составляет 22,87 м/мин. Подача равна 0,43 мм/об. Максимальная глубина резания составляет 46 мм.

015 Токарная операция чистовой проход

Точение поверхности Ø40,45_{-0,1} мм.

Резец проходной 2101-0011 ГОСТ 18879-73.

Материал пластины: Т30К4.

Обрабатываемый материал: Сталь 45 ГОСТ 1050-88.

Размер державки резца: 20х20мм.

Радиус вершины резца, R= 0,8мм.

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

Где C_v – коэффициент учитывающий материал заготовки и инструмента,

$C_v=270$;

T – стойкость инструмента, $T=80$ мин;

t – глубина резания, $t=0,1$ мм;

s – подача, $s=0,09$ мм/об;

m, x, y – показатели степени, $m=0,2$ $x=0,15$ $y=0,2$;

K_v – общий поправочный коэффициент, $K_v=1,04$;

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

K_{mv}, K_{uv}, K_{pv} – коэффициенты влияющие на обработку [8];

$$V = \frac{270}{80^{0,2} \cdot 0,1^{0,15} \cdot 0,09^{0,2}} \cdot 1,04 = 274 \text{ м/мин};$$

Таким образом для точения скорость резания составляет 274 м/мин.

Подача равна 0,09 мм/об. Максимальная глубина резания составляет 0,1 мм.

020 Фрезерная операция

Фреза концевая Ø40 мм. 2223-5646 ГОСТ 24637- 81;

Материал пластины: Т15К6;

Обрабатываемый материал: Сталь 45 ГОСТ 1050-88;

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u Z^p} K_v$$

Где C_v – коэффициент учитывающий материал заготовки и инструмента,
 $C_v=12$;

T – стойкость инструмента, $T=17$ м;

t – глубина резания, $t=0,3$ мм;

S – подача на зуб, $S_z=1$;

Z – число зубьев, $Z=4$;

D – диаметр фрезы, $D=20$ мм;

q, m, x, y, u, p – показатели степени, $q=0,5$ $m=0,26$ $x=0,3$ $y=0,25$ $u=0,1$ $p=0$;

K_v – общий поправочный коэффициент, $K_v=0,82$;

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

K_{mv}, K_{uv}, K_{rv} – коэффициенты влияющие на обработку [8]

$$v = \frac{12 \cdot 20^{0,5} \cdot 0,82}{17^{0,26} \cdot 0,3^{0,3} \cdot 1^{0,25} \cdot 13^{0,1} \cdot 4^0} = 39,45 \text{ м/мин.}$$

Таким образом для данной черновой операции скорость резания составляет 39,45м/мин. Подача равна 1 мм/об. Максимальная глубина резания составляет 0,3 мм.

Аналогичным методом проводим расчет режимов резания для остальных операций и занесем результаты в таблицу 9.

Таблица 9 – значение режимов резания

Операция	Инструмент	Глубина t , мм.	Подача s , мм/об.	Скорость v , м/мин.	Стойкость T , мин.
010 Токарная	Сверло центр. Ø6 мм 2317-0109 ГОСТ 14952-75;	2	0,4	150	50
	Резец подрезной 2112-0005 ГОСТ 18880-73;	1	1,2	116,6	30
	Резец расточной 2141-0202 ГОСТ 18883-73;	0,5	0,1	296	60
	Резец подрезной 2112-0005 ГОСТ 18880-73;	1	1,2	116,6	30

Продолжение таблицы 9

015 Фрезерная с ЧПУ	Фреза концевая Ø8 мм. 2223- 5435 ГОСТ 24637- 84,	1	0,1	40	60
	Фреза концевая Ø20 мм. 2223- 5644 ГОСТ 24637- 81;	5	0,04	40	60
030 Токарная	Резец Канавочный внутренний 16x16x170, ГОСТ 18885- 73;	1	0,13	104,6	30
035 Сверлильная	Сверло центровочное ССЦ 550 Ø2 ГОСТ 14034-74;	1	0,12	25,12	70
	Сверло спиральное с коническим хвостовиком: ГОСТ 10903-77 Ø4,5мм;	3	0,2	18,2	15
	Сверло спиральное с коническим хвостовиком: ГОСТ 10903-77 Ø5,5мм;	10	0,96	35,232	15
040 Фрезерная	Фреза дисковая 2254-0642 ГОСТ 2679-93;	2,5	0,08	43	60
050 Круглошлифовальная	Шлифовальный круг ПП 240×18×32 45А 10-П С2 7 К4 А 1кл 35м/с ГОСТ 2424-83;	0,05	0,08	35	40

2.5.6 Нормирование технологических переходов

Для нормирования времени технологического процесса механической обработки партии деталей рассчитывается штучно-калькуляционное время, которое определяется как:

$$t_{\text{шк}} = t_0 + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{п}};$$

Где t_0 – основное время обработки;

t_B – вспомогательное время;

t_{06c} – время обслуживания рабочего места;

t_{Π} – время на личные потребности рабочего;

Основное время определяется как:

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S_M};$$

Где $L = l + l_{BP} + l_{CX}$ – расчетная длина обработки;

i – число рабочих ходов;

S_M – минутная подача инструмента.

Вспомогательное время берется от основного времени в соотношении $t_B = 0,15t_0$;

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{06c} = t_T + t_{орг};$$

Где t_T – время технического обслуживания (6% от $t_{0П}$).

$t_{орг}$ – время организационного обслуживания (0,6 - 8 % от $t_{0П}$).

Время на личные потребности (2,5% от $t_{0П}$).

Подготовительно – заключительное время ($t_{ПЗ} = t_{Смены} = 8ч$).

Расчет норм времени для операции 005

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{BP} + l_{CX} + l_{Под} = 65 + 1 + 1 + 1 = 68\text{мм};$$

Определяем минутную подачу:

$$S_M = 55\text{м/мин};$$

Число рабочих ходов $i=1$.

Тогда основное время:

$$t_0 = \frac{68 \cdot 1}{55} = 1,23 \text{ мин};$$

Вспомогательное время операции:

$$t_B = 0,15t_0 = 0,18 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$t_{0П} = t_0 + t_B = 1,41 \text{ мин};$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{обс}} = t_T + t_{\text{орг}} = 0,06t_{\text{оп}} + 0,08t_{\text{оп}} = 0,19 \text{ мин};$$

Время на личные потребности:

$$t_{\text{п}} = 0,025t_{\text{о}} = 0,03 \text{ мин};$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как:

$$t_{\text{шк}} = t_0 + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{п}} = 1,23 + 0,18 + 0,19 + 0,03 = 1,63 \text{ мин};$$

Остальные расчеты будем производить таким же путем и занесем их в таблицу 10.

Таблица 10 – Нормы времени

Операция	Основное время, t_0	Вспомогательное время, $t_{\text{в}}$	Время обслуживания, $t_{\text{обс}}$	Время на личные потребности, $t_{\text{п}}$
005 Заготовительная	1,23	0,18	0,19	0,03
010 Токарная	1,42	0,21	0,22	0,035
015 Фрезерная с ЧПУ	1,51	0,22	0,22	0,037
030 Токарная	1,27	0,19	0,2	0,031
035 Сверлильная	1,32	0,19	0,21	0,033
040 Фрезерная	1,15	0,17	0,17	0,028
050 Круглошлифовальная	1,39	0,2	0,22	0,034

2.6 Разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ

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

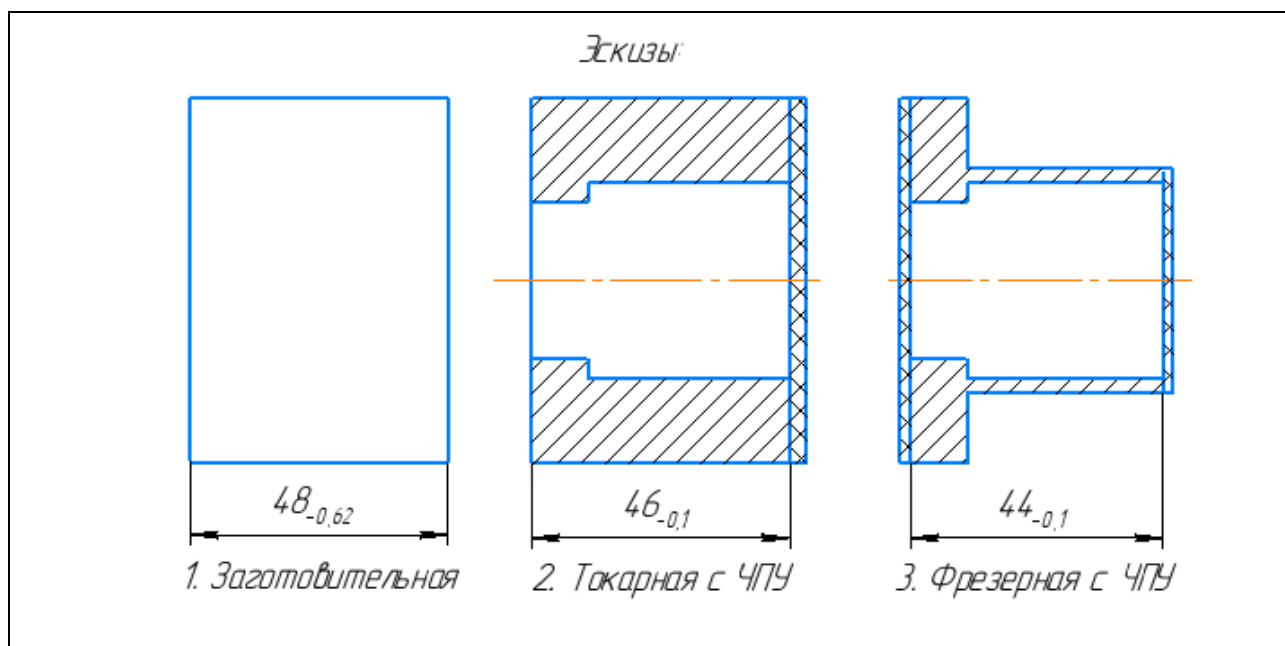
В данном курсовом проекте будет использоваться фрезерный станок с ЧПУ FPV 30G CNC, и для данного станка был разработан код в программе FeatureCAM.

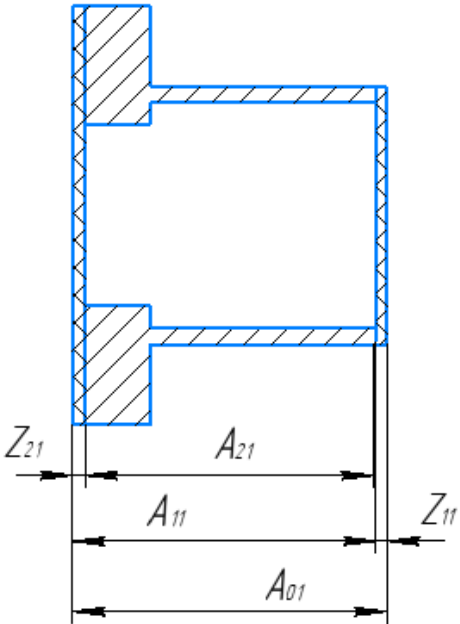
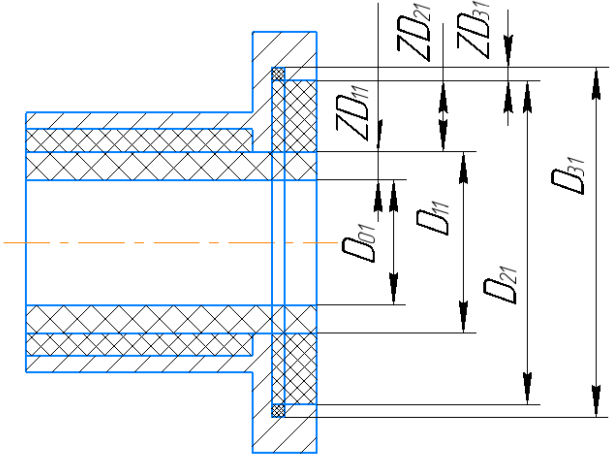
Процесс разработки управляющей программы начинается с построения 3D-модели детали в CAD/CAM-системе. На основании 3D-модели проектируется управляющая программа и разрабатывается технологическая документ – карта наладки станка с ЧПУ.

2.7 Размерный анализ технологического процесса

При проектировании технологического процесса изготовления деталей особое место занимает расчет и обоснование геометрических параметров исходной заготовки. Геометрические параметры заготовки изменяются в процессе обработки от операции к операции. Исходными данными для расчета этих параметров является чертеж готовой детали (смотри альбом технологической документации), план технологического процесса и рекомендации по выбору точности выполнения операций и операционных припусков. Рассмотрим подробнее размерный анализ в технологическом процессе детали типа «Корпус». В качестве примера в таблице 10 представлен размерный анализ технологического процесса для токарной операции.

Таблица 11 – Проверка размеров



 Technical drawing of a stepped profile. The profile is shown in cross-section with hatching. Dimensions are indicated with arrows: A_{01} is the total width, A_{11} is the width of the lower section, A_{21} is the width of the upper section, Z_{11} is the height of the lower section, and Z_{21} is the height of the upper section.	$A_{01}=47_{-0,62}$ $A_{11}=44,7_{-0,25}$ $A_{21}=44_{-0,1}$ $Z_{11}=A_{01}-A_{11}=47_{-0,62}-44,7_{-0,25}=2,3_{-0,62}^{+0,25}$ $Z_{21}=A_{11}-A_{21}=44,7_{-0,25}-44_{-0,1}=0,7_{-0,1}^{+0,25}$
 Technical drawing of a stepped profile. The profile is shown in cross-section with hatching. Dimensions are indicated with arrows: D_{01}, D_{11}, D_{21}, and D_{31} are vertical dimensions from the bottom to the top of each step. ZD_{11}, ZD_{21}, and ZD_{31} are horizontal dimensions from the left to the right of each step. A dashed orange line is shown at the bottom of the profile.	$D_{01}=20^{+0,52}$ $D_{11}=28^{+0,084}$ $D_{21}=50^{+0,1}$ $D_{31}=54^{+0,12}$ $ZD_{11}=D_{11}-D_{01}=28^{+0,1}-20^{+0,084}=8_{-0,084}^{+0,1}$ $ZD_{21}=D_{21}-D_{11}=50^{+0,1}-28^{+0,084}=22_{-0,084}^{+0,1}$ $ZD_{31}=D_{31}-D_{21}=54^{+0,12}-50^{+0,1}=4_{-0,1}^{+0,12}$

2.8 Обоснование выбора схемы приспособления

Для обработки детали на операции 050 круглошлифовальной операции было разработано специальное приспособление для закрепления заготовки (рисунок 3). Приспособление представляет собой вал с разжимной цангой, которые обеспечивают надежное закрепление детали, так же противодействует короблению детали. Приспособление устанавливается в центра и базируется по внутреннему диаметру и торцу.

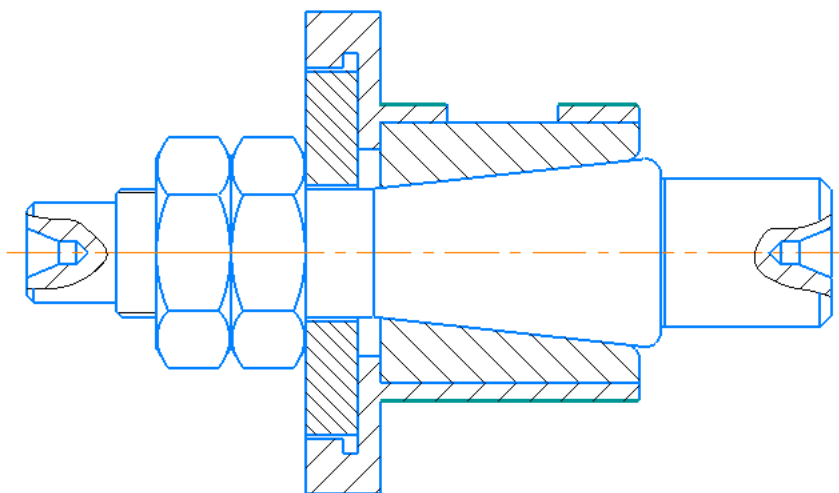


Рис.3 – Разжимная оправка.

2.9 Расчет требуемых усилий закрепления заготовки

Расчет зажимного приспособления складывается из трех расчетов: на непроворочиваемость и несдвигаемость. В каждом из них учитывается коэффициент запаса. Коэффициент запаса (К) необходим для обеспечения надежности зажимных устройств, так как вырыв или смещение заготовки при обработке недопустимо. Коэффициент К учитывает неточность расчетов, непостоянство условий обработки. Коэффициент К является произведением пяти первичных коэффициентов:

$$K = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 ,$$

где k_0 – коэффициент, учитывающий неточность расчетов, $k_0 = 1,5$;

k_1 – коэффициент, учитывающий наличие случайных неровностей на поверхности заготовки, что вызывает увеличение сил резания, $k_1 = 1,2$;

k_2 – учитывает увеличение сил резания при прерывистом резании, $k_3 = 1,2$;

k_3 – характеризует зажимное устройство с точки зрения постоянства развиваемых им сил, $k_4 = 1,3$;

k_4 – учитывается только при наличии моментов, стремящихся повернуть заготовку, так как заготовка установлена на базовые плоскости с ограниченной поверхностью контакта, то $k_6 = 1$.

$$k = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1 = 3,65.$$

Расчет на непроворачиваемость:

$$Q = \frac{6KrM_{кр}}{fd_{шк}} \left(\frac{D^2 - d^2}{D^3 - d^3} \right) - P_0$$

где K – коэффициент запаса;

$M_{кр}$ – крутящий момент,

r – расстояние от оси фрезы до оси заготовки, м;

f – коэффициент силы трения;

$d_{шк}$ – диаметр шлифовального круга, м;

P_0 – осевая сила шлифовального круга, Н;

D, d – внешний и внутренний диаметры детали, соответственно, м.

$$Q = 13,4 \text{ Н.}$$

Расчет на несдвигаемость:

$$Q = \frac{KP_x}{f} - G$$

где K – коэффициент запаса;

P_h – сила резания по оси x , Н;

F – коэффициент трения;

G – сила тяжести.

$$Q = 2051,61 \text{ Н.}$$

2.10 Проектирование гибкой производственной системы (модуля).

Автоматизация производственных процессов на основе внедрения роботизированных технологических комплексов и гибких производственных модулей, вспомогательного оборудования, транспортно-накопительных и

контрольно-измерительных устройств, объединенных в гибкие производственные системы, управляемые от ЭВМ, является одной из стратегий ускорения научно-технического прогресса в машиностроении[2].

Гибкие производственные системы (ГПС) - это совокупность в разных сочетаниях оборудования с ЧПУ, роботизированных комплексов, гибких производственных модулей, отдельных единиц технологического оборудования и систем обеспечения их функционирования в автоматическом режиме в течении заданного времени, обладающая свойствами автоматизированной переналадки при производстве изделий произвольной номенклатурой. Составными частями ГПС являются:

1) гибкий производственный модуль (ГПМ) - единица технологического оборудования для производства изделий произвольной номенклатуры в установленных пределах значений их характеристик с программным управлением, автономно функционирующая, автоматически осуществляющая все функции, связанные с их изготовлением, имеющая возможность встраивания в гибкую производственную систему;

2) роботизированный технологический комплекс (РТК)-совокупность единицы технологического оборудования, промышленного робота и средств оснащения, автономно функционирующая и осуществляющая многократные циклы.

Неотъемлемой частью гибких производственных систем являются транспортные средства, в функции которых входят[2]:

- получение заготовок со склада и автоматическая транспортировка их к заданному месту;
- загрузка рабочих мест необходимыми заготовками;
- взятие готовой продукции с рабочего места и транспортировка ее на следующее рабочее место или на склад;
- планирование оптимальных маршрутов обслуживания рабочих мест по заданному критерию качества;
- транспортировка промышленных отходов.

На рисунке 4 изображена схема гибкой производственного модуля.

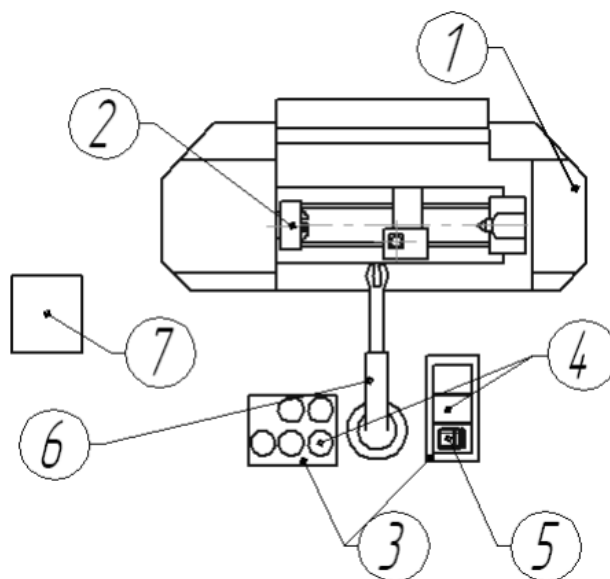


Рисунок 4- Схема гибкой производственного модуля

С помощью тележки работник приносит заготовки и укладывает на стол 3 в ячейки 4. Затем модуль 6 забирает с ячеек заготовки и подает на приемнозажимное устройства станка 2, так же производит смену инструмента и выгрузку готовой детали 5 на стол 3. 7- устройство связи системы ЧПУ станка с устройством управления модуля. 1- станок. Таким образом спроектирована гибкая производственная система для изготовления детали типа «Корпус подшипника».



Рисунок 5 - Модуль ГПМ1-НТС1-ОМЕГА1-3

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
4A51	Семёнову Леониду Олеговичу

Школа	ИШНПТ	Отделение школы(НОЦ)	Материаловеденье
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	Научные статьи и публикации, человеческие ресурсы, компьютер, ставка для расчета отчислений во внебюджетные фонды – 30,2% от фонда оплаты труда, нормативно – правовая документация.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

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	Перечень этапов, работ и распределение исполнителей, календарный план-график проведения НИОКР по теме.
3. Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР	Расчет материальных затрат НТИ, расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ
4. Составление бюджета инженерного проекта (ИП)	Расчёт основной заработной платы, отчисления во внебюджетные фонды, накладные расходы, расчет бюджета затрат НИР
5. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков	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):

1. Оценка конкурентоспособности ИР
2. Матрица SWOT
3. Оценка перспективности нового продукта
4. Инвестиционный план. Бюджет ИП
5. Основные показатели эффективности ИП

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4A51	Семёнов Леонид Олегович		

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

3.1 Потенциальные потребители результатов исследования

В ходе работы разрабатывали ТП детали корпус подшипника. Объем выпуска продукции 200 шт. в год. Исходя из этого, потенциальными потребителями результатов наших исследования будут машиностроительные предприятия, находящиеся в любой области Российской Федерации, оборудование которых позволяет производить обработку металлов резанием.

3.2 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.

Таблица 12 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,01	2	1	1	0,02	0,01	0,01
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,2	5	3	4	1	0,6	0,8
3. Помехоустойчивость	0,02	2	1	1	0,04	0,02	0,02
4. Энергоэкономичность	0,01	5	3	3	0,05	0,03	0,03
5. Надежность	0,2	5	2	4	1	0,4	0,6
6. Уровень шума	0,01	3	1	2	0,01	0,01	0,02
7. Безопасность	0,1	5	2	4	0,4	0,2	0,4
8. Потребность в ресурсах памяти	0	1	1	1	0	0	0
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,1	2	2	1	0,2	0,2	0,1

Продолжение таблицы 12

2. Уровень проникновения на рынок	0,01	2	2	1	0,02	0,02	0,01
3. Цена	0,01	3	1	2	0,02	0,01	0,02
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	5	3	2	0,3	0,3	0,2
5. Послепродажное обслуживание	0,05	1	3	1	0,15	0,15	0,05
6. Финансирование научной разработки	0,01	1	1	1	0,01	0,01	0,01
7. Срок выхода на рынок	0,01	2	2	1	0,02	0,02	0,01
8. Наличие сертификации разработки	0,05	5	4	2	0,25	0,2	0,1
Итого	1	62	37	41	3,93	2,3	2,73

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

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

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Разработка:

$$K = \sum V_i \cdot B_i = 62 \cdot 3,93 = 243,66$$

$$\text{Конкуренты: } K1 = \sum V_i \cdot B_i = 37 \cdot 2,3 = 85,1;$$

$$K2 = \sum V_i \cdot B_i = 41 \cdot 2,73 = 111,93$$

Проведя анализ выяснили, что производство детали при полученной конкурентоспособности имеет смысл. Цена детали с данными характеристиками лежит в пределах нормы. Разработка выполнялась в соответствии со стандартами ЕСТПП.

3.3 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

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.

Таблица 13 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерий оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение(3/4)	Средневзвешенное значение(5x2)
1	2	3	4	5	
Показатели оценки качества разработки					
1.Энергоэффективность	0,01	50	100	0,5	0,005
2. Помехоустойчивость	0,02	20	100	0,2	0,004
3. Надежность	0,2	90	100	0,9	0,18
4.Унифицированность	0,1	80	100	0,8	0,08
5. Уровень материалоемкости разработки	0,1	90	100	0,9	0,09
6. Уровень шума	0,01	10	100	0,1	0,001
7. Безопасность	0,1	60	100	0,6	0,6
8. Потребность в ресурсах памяти	0	1	100	0,1	0
9.Ремонтопригодность	0,05	50	100	0,5	0,025
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
13.Конкурентоспособность продукта	0,1	80	100	0,8	0,08
14. Уровень проникновения на рынок	0,01	20	100	0,2	0,002
15.Перспективность рынка	0,01	20	100	0,2	0,002
16. Цена	0,1	30	100	0,3	0,03
17. Послепродажное обслуживание	0,05	30	100	0,3	0,015
18. Финансовая эффективность научной разработки	0,01	1	100	0,1	0,001
19. Срок выхода на рынок	0,01	20	100	0,2	0,002
20.Финансовая эффективность научной разработки	0,02	70	100	0,7	0,014
Итого	1	803		8,3	0,6

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$П_{ср} = \sum B_i \cdot \bar{B}_i = 803 \cdot 0,6 = 480$$

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

B_i – вес показателя (в долях единицы);

$\bar{B}_i$ – средневзвешенное значение i -го показателя.

Разработка считается перспективной, в случае, если средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки более 80, в нашем случае 480, это говорит о хорошей перспективности разработки.

3.4 SWOT-анализ

SWOT – представляет собой комплексный анализ научноисследовательского проекта. SWOT- анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Для того что бы найти сильные и слабые стороны, плазменного метода переработки и методов-конкурентов проведем SWOT–анализ.

Таблица 14 – Матрица SWOT

	Сильные стороны научноисследовательского проекта:	Слабые стороны научноисследовательского проекта:
	С1. Наличие бюджетного финансирования; С2. Наличие опытного руководителя; С3. Использование современного оборудования; С4. Наличие современного программного продукта; С5. Актуальность проекта; С6 Использование CAD-CAM/CAE систем.	Сл1. Быстрое развитие новых технологий; Сл2. Высокая стоимость оборудования; Сл3. Отсутствие квалифицированного персонала; Сл4. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца.
В1. Сотрудничество с зарубежными профессорами в этой области; В2. Повышение стоимости конкурентных разработок.	- Возможно, создать партнерские отношения с рядом ведущих предприятий для совместного исследования в области обработки металлов резанием;	-Повышение цен на металлообрабатывающее оборудование; - Сотрудничество с зарубежными профессорами и повышение квалификации

	-При наличии вышеперечисленных достоинств мы имеем большой потенциал для получения деталей с высокими эксплуатационными свойствами.	персонала
У1. Появление новых технологий У2. Введение дополнительных государственных требований и сертификации программы	- Повышение квалификации персонала т.к. тема актуальна и есть современное оборудование.	- Расширение области применения за счет развития новых технологий.

Таблица 15 – Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

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

Таблица 16 – Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта					
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	В1	-	-	-	+
	В2	+	-	+	-

Таблица 17 – Интерактивная матрица угроз и сильных сторон проекта

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

Таблица 18 – Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

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

3.5 Планирование научно-исследовательских работ

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.

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

Таблица 19 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя	tmin i	tmax i	to ж i	tpi
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы, Студент-дипломник	1	2	1	0,5
	2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель темы, Студент-дипломник	5	10	7	3,5
Выбор направления исследований	3	Проведение патентных исследований	Студент-дипломник	14	21	12,4	12,4
	4	Выбор направления исследований	Студент-дипломник	2	6	3,6	1,8
	5	Календарное планирование работ по теме	Студент-дипломник	1	3	1,8	1,8
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент-дипломник	7	14	9,8	9,8
	7	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Студент-дипломник	7	14	9,8	9,8

Продолжение таблицы 19

	8	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Руководитель Студент-дипломник	7	14	9,8	9,8
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель	5	10	7	7
	10	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель	7	14	9,8	9,8
Проведение ОКР							
Разработка технической документации и проектирование	11	Разработка блок-схемы, принципиальной схемы	Руководитель Студент-дипломник	5	10	7	3,5
	12	Выбор и расчет конструкции	Руководитель, Студент-дипломник	7	17	9,8	4,9
	13	Оценка эффективности производства и применения проектируемого изделия	Руководитель, Студент-дипломник	3	6	4,2	2,1
Изготовление и испытание макета (опытного образца)	14	Конструирование и изготовление макета (опытного образца)	Студент-дипломник	5	10	7	7
	15	Лабораторные испытания макета	Студент-дипломник	2	6	3,6	3,6
Оформление отчета, но НИР (комплекта документации по ОКР)	16	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Студент-дипломник	3	6	4,2	4,2
	17	Оформление патента	Студент-дипломник	7	14	9,8	4,9
	18	Размещение рекламы	Студент-дипломник	5	7	5,8	5,8

3.6 Определение трудоемкости выполнения работ

Определение трудоемкость выполнения каждого этапа. Теоретические материал для выполнения этого пункта представлен в лекционном разделе Определение трудоемкости выполнения НИОКР.

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 1-ой используется следующая формула:

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

где $t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.; $t_{min\ i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.; $t_{max\ i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

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

$$T_{pi} = \frac{t_{ож\ i}}{ч_i},$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. ди.; $t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-ли.; $ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

3.7 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям: материальные затраты НТИ; затраты на

специальное оборудование для научных работ; основная заработная плата исполнителей темы; дополнительная заработная плата исполнителей темы; отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления); затраты научные и производственные командировки; накладные расходы.

3.8 Расчет материальных затрат НТИ

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

$$З_m = (1 + kT) \cdot \sum_{i=1}^m \Pi_i \cdot N_{расх\ i}$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования; $N_{расх\ i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.); Π_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.); kT – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Для остальных позиций произведем аналогичный расчет.

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 20.

Таблица 20 – Материальные затраты

Материалы и оборудование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб	Затраты на материалы, $З_m$, руб.
Бумага	шт.	1000	1,5	1500
Итого	1500			

3.9 Основная заработная плата исполнителей темы

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

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

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп}$$

Основная заработная плата (Зосн) руководителя рассчитывается по следующей формуле:

$$Зосн = Ззд \cdot Тр$$

где Зосн – основная заработная плата одного работника; Тр – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. Дн.;

Зздн – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Зздн = \frac{Зм \cdot М}{Fд}$$

где Зм – месячный должностной оклад работника, руб.; М – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. Дня М = 11,2 месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. Дней М = 10,4 месяца, 6-дневная неделя; Fд – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Таблица 21 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
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:

$$Зм = Зтс \cdot (1 + k_{пр} + k_{д}) \cdot k_{р}$$

где Зтс – заработная плата по тарифной ставке, руб.; k_{пр} – премиальный коэффициент, равный 0,3; k_д – 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 Зтс); k_р – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Таблица 22 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	Зтс, руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Зм, руб.	Здн, руб.	Тр, раб.дн.	Зосн, руб.
Руководитель	26300	0,3	0,2	1,3	51285	2136,8	38	81201,25
Студент	1750	0,3	0,2	1,3	3412,5	140,8	106,6	15009,28
Итого Зосн								96210,53

Данные о размере заработной плате доцента и кандидата технических наук: [<http://portal.tpu.ru:7777/departments/otdel/peo/documents/Tab1/oklad.pdf>];

Данные о размере стипендии студентов ТПУ: [<https://tpu.ru/tpulife/support/scholarship>].

3.10 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{Доп} = k_{Доп} \cdot З_{осн}$$

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

$$\text{Руководитель: } З_{Доп} = k_{Доп} \cdot З_{осн} = 0,12 \cdot 81\,201,25 = 9\,744,15 \text{ руб.}$$

$$\text{Студент: } З_{Доп} = k_{Доп} \cdot З_{осн} = 0,12 \cdot 15\,009,28 = 1\,801 \text{ руб.}$$

$$\text{Итого: } 11\,545,3 \text{ руб.}$$

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

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

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{финр}^{испi} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}} = \frac{862225,715}{9000000} = 0,96$$

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

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

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

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки; a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки; b_i – балльная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания; n – число параметров сравнения.

Таблица 23 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования/ критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5	5
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	4	5
3. Помехоустойчивость	0,1	2	4
4. Энергосбережение	0,20	5	5
5. Надежность	0,25	5	5
6. Материалоемкость	0,2	5	4
Итого	1	4,55	

$$I_{p-\text{исп}1} = 0,1 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 + 0,1 \cdot 2 + 0,2 \cdot 5 + 0,25 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 = 4,55$$

$$I_{p-\text{исп}2} = 0,1 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 + 0,1 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,25 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 = 4,7$$

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

$$I_{\text{исп}1} = \frac{I_{p-\text{исп}1}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп}i}} = \frac{4,55}{0,96} = 4,74$$

$$I_{\text{исп2}} = \frac{I_{\text{р-исп2}}}{I_{\text{исп1}}^{\text{финр}}} = \frac{4,7}{0,96} = 4,9$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта (Эср):

$$\text{Эср} = \frac{I_{\text{исп1}}}{I_{\text{исп2}}} = \frac{4,47}{4,9} = 0,967$$

Таблица 24 – Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Исп.1	Исп.2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,96	0,96
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,55	4,7
3	Интегральный показатель эффективности	4,74	4,9
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,967	0,967

Из значений интегральных показателей эффективности позволяет выбрать более эффективный вариант решения поставленной в бакалаврской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

Выводы

В связи с ростом количества предприятий машиностроительной отрасли необходимо производить продукцию, которая будет удовлетворять запросы современного потребителя, как в плане цены, так и качества. Для определения оптимального варианта производятся необходимые процедуры, с помощью которых проверяется и обосновывается целесообразность и эффективность данного решения с разных сторон.

В результате SWOT-анализа были проанализированы сильные и слабые стороны, а также угрозы и возможности проекты, в итоге можно сделать вывод о том, что в ближайшее время выход на внешний рынок в ближайшее время невозможен, однако во внутреннем рынке найдётся место для реализации проекта.

В ходе работы выяснили, что разработка конкурентоспособна и перспективна, так как средневзвешенное значение показателя качества и

перспективности научной разработки более 80. Все расчеты выполнены в теории, на практике не проверялись, потому как технологический процесс был разработан, но в производстве не реализован.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
4A51	Семёнову Леониду Олеговичу

Школа	ИШНПТ	Отделение (НОЦ)	Материаловеденье
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Тема ВКР:

Проектирование технологического процесса изготовления детали «Корпус подшипника»	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования и области его применения	Объектом исследования является производственный технологический процесс детали типа «Корпус подшипника» Технологический процесс применяется для изготовления изделия одного наименования типа «Корпус подшипника» Изделие применяется для удержания в самом подшипнике смазочных материалов.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	В данном разделе приводятся требования к организации рабочего места с точки зрения обеспечения безопасности сотрудника. Трудовой кодекс РФ, ГОСТ «система стандартов безопасности труда»
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; Повышенный уровень шума на рабочем месте; Недостаточная освещенность рабочего места; Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкании которой может произойти через тело человека; Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности заготовок, инструментов и оборудования.
3. Экологическая безопасность:	Источники загрязнения гидросферы: использованная смазочно – охлаждающая жидкость для механической обработки деталей. Ликвидация отходов стружки путем переплава в ротационных наклоняющихся печах.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Типичная ЧС на производстве: пожар. Предприятие обеспечено: огнетушителями, датчиками дыма, сигнальными системами оповещения пожара.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший	Скачкова Лариса			

преподаватель ООД ШБИП	Александровна			
---------------------------	---------------	--	--	--

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А51	Семёнов Леонид Олегович		

4. Социальная ответственность

Объектом выпускной квалификационной работы является проектирование процесса изготовления «Корпуса подшипника», 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 обрабатываемым изделием, режущим инструментом, поражению 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, отклонение показателей микроклимата. Воздействие опасных производственных факторов может привести к травме или внезапному резкому ухудшению здоровья.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Так как данный вид работ подразумевает возможное наличие угроз жизни (таких как работа в запылённом помещении, работа с горячим металлом, работа с подвижными частями механизмов), следует обеспечить работника всеми необходимыми мерами защиты – рабочими перчатками, для уменьшения травм от острых краёв металла; очками, для исключения попадания инородных тел в глаза и область глаз; специальной одеждой, мерой индивидуальной защиты работника, а также другими средствами защиты в зависимости от выполняемой сотрудником работы. Каждому работнику должно быть предоставлено рабочее место с учётом специфики работы – если это сборочное место, то оно должно быть оснащено всем необходимым для сборки инструментом, должно быть удобным, а также освещённым в зависимости от размера собираемой детали;

если это место работника-токаря, то рядом должны находиться инструментальные шкафы со всем необходимым инструментом, перед станком должна быть ровная и удобная поверхность, уровень света также должен быть достаточен для работы, чтобы сотруднику не приходилось подключать другие источники света.

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 12.0.003-2015 Проанализировав всевозможные опасные и вредные факторы на данном производстве, занесем их в таблицу 1, приведем нормативные документы, которые регламентируют действие каждого выявленного фактора.

Таблица 25- Опасные факторы при проведении технологических операций

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовлени е	Эксплуатаци я	
1.Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	Параметры микроклимата СанПиН 2.2.4.548–96
2. Превышение уровня Шума.		+	+	Уровень шума – СН 2.2.4/2.1.8.562 –96

3.Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	+	Уровень освещенности СНиП 23-05-95
4.Недостаточная освещенность рабочей зоны		+	+	Уровень освещенности – СП 52.13330.2016
5.Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	+	ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ

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

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

2) Монотонный шум, вызванный работой станков. При обработке детали на токарных и фрезерных станках раздражающее действие на станочника оказывает шум в виде скрипа и свиста, обусловленный трением инструмента об обрабатываемые материалы, а также шум, возникающий при работе станков. Воздействие шума на организм может проявляться в виде специфического поражения органа слуха в сочетании с нарушениями со стороны различных

органов и систем. Также монотонный шум может привести к ослаблению внимания станочника. Следствием этого могут быть ошибочные переключения станочного оборудования, а это приводит к тяжелым различным травмам. Предельно допустимый уровень шума в цехе должен быть не более 80дБА, что соответствует ГОСТ 12.1.003-83. Допустимые уровни шума на рабочих местах относятся к широкополосному шуму. Источником вибраций в основном является сборочное оборудование, а причиной возникновения вибрации при работе станков являются неуравновешенные силовые воздействия.

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

4) Активную роль на безопасность работы оказывает вентиляция и отопление. Согласно ГОСТ 12.1.005-88 устанавливается комплекс оптимальных и допустимых метеорологических условий для помещения рабочей зоны, включающий значение температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха. Допустимые и оптимальные нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне помещения цеха приведены в таблице 25.

Таблица 26 – Допустимые и оптимальные нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне помещения цеха

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

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

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

Электрический ток, проходя через организм человека оказывает тепловое (ожоги, нагрев сосудов), механическое (разрыв тканей, сосудов при

судорожных сокращениях мышц), химическое (электролиз крови), биологическое (раздражение и возбуждение живой ткани) или комбинированное воздействие.

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

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

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

- Совмещенные защитные устройства;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

8) Использование и применение специальных средств обеспечения безопасности: защитное контурное заземление, средства дробления сливной стружки в процессе резания, искусственное освещение станков, ограничители шума, манипуляторы с программным управлением.

9) Необходимой мерой безопасности является освещение в соответствии с требованиями норм и правил СНиП 23-05-95 для общего освещения производственных помещений механических цехов рекомендуется применять

общее и местное освещение. Величина минимальной освещенности должна составлять 400 лк согласно СНиП II– 4 –95. В нашем случае освещенность цеха комбинированная – сочетание общего освещения с местным источником света на рабочем месте. При устройстве освещения следует помнить, что оно нормируется и по показателям яркости рабочей поверхности. Поверхности, отражающие свет, не должны производить слепящего действия на человека. Наиболее благоприятно для человека естественное освещение.

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. Обрабатываемая деталь «Корпус подшипника» изготовлена из стали, стружка после обработки идет на переработку.

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

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

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

Загрязнение водных ресурсов металлорежущими станками может произойти при чистке станков и его узлов. Такая чистка производится на

специальном месте оборудованным стоком с фильтрами, задерживающими грязь, масла, кислоты.

На предприятиях машиностроительной промышленности очистка сточных вод осуществляется, как правило, в отстойниках, шлако-накопителях, нефте- и маслотовушках. Очищенные воды в большинстве случаев используются в системах оборотного водоснабжения. При этом вода основного источника или из других циклов водопользования идёт на компенсацию потерь оборотной воды.

4.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

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

В качестве профилактических мероприятий на участке используются:

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

— система пожарной сигнализации включается в общезаводскую/общецеховую систему пожарных извещателей кольцевого типа. Оповещение рабочих происходит через местную связь (радиосвязь).

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

4.6 Вывод по разделу социальная ответственность

Согласно произведенному анализу рабочих зон, на предприятии будут введены такие меры безопасности:

1)Вентиляция помещений, при этом в цехе для некоторого вида оборудования предусмотрены вытяжки (цех термообработки).

2)Кондиционирования (для офисных помещений) и отопления в зависимости от времени года.

3)Использование искусственного освещения; лампы накаливания, газоразрядные лампы.

4)Звукоизоляция перекрытий, изоляция рабочих зон от наиболее шумного оборудования.

5)Ограждение зон работы подвижных механизмов (зона работы работа манипулятора).

По мимо выше перечисленных пунктов сотрудники должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты.

Заключение

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

Список используемых источников и литературы

1. Обеспечение эксплуатационных свойств деталей: Научная статья по специальности «Машиностроение». Автор: Дудников И.А. 2011г.
[Электронный ресурс]. Режим доступа:
<http://cyberleninka.ru/article/n/obespechenie-ekspluatatsionnyh-svoystv-detaley-opredelyayuschih-nadyozhnost-selskohozyaystvennyh-mashin>
2. Балабанов А.М. Краткий справочник технолога машиностроителя / А.М. Балабанов – М.: Издательство стандартов, 1922. – 461 с.
3. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие / Под ред. Н.П. Солнышкина. Спб.: Изд-во СПбГТУ, 210. 344 с.
4. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. ред. А.А. Панова. – М.: Машиностроение, 1988. -736 с.
5. Припуски на механическую обработку [Электронный ресурс] – Режим доступа:
http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/k/KOVN/academic/Tab3/7_raschet_pripuskov_V_N_rusPDF.pdf
6. Справочник инструментальщика / И.А. Ориднарцев – Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1987. – 846 с.
7. Расчет режимов резания. Учебное пособие / Безъязычный В.Ф., Аверьянов И.Н., Кордюков А.В. – Рыбинск: РГАТА, 2009. – 185 с.
8. Техническое нормирование операций механической обработки деталей: Учебное пособие. Компьютерная версия. – 2-е изд., перер. /И.М. Морозов, И.И. Гузеев, С.А.Фадюшин. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2005. – 65 с.
9. Сайт подбора вакансий [Электронный ресурс] – Режим доступа:
<https://russia.trud.com/>
10. Металлорежущие станки: учебное пособие / А.М. Гуртяков. – 3-е изд., перераб. и доп. – Томск, 2009. – 350 с.
11. Промышленный робот ARKODIM российского производства
[Электронный ресурс] – Режим доступа:

http://www.arkodimpro.ru/katalog/izgotovlenie_oborudovaniya/promyshlennyiy_robot_arkodim-izgotovlenie_oborudovaniya/

12. Групповая технология машиностроительного производства. В 2-х т. Т. 2. Проектирование и использование технологической оснастки металлорежущих станков. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1983. – 376 с., ил.

13. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. Л., Машиностроение, 1975.

14. Основы технологии машиностроения: учебное пособие / В.Ф. Скворцов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 352 с.

15. Каталог высокоточного инструмента (ТИЗ) / (обновлен 02.04.2018) [Электронный ресурс] – Режим доступа:
http://www.tiz.ru/catalogues/katalog_vysokotoch.pdf

16. Каталог инструмента общепромышленного назначения (ТИЗ) / (обновлен 02.04.2018) [Электронный ресурс] –
http://www.tiz.ru/catalogues/katalog_opn.pdf

17. Твердосплавные центровочные сверла для станков с ЧПУ [Электронный ресурс] - <https://www.hoffmann-group.com/RU/ru/horu/Монолитный-режущий-инструмент/Сверла-из-монолитного-твердого-сплава/с/12>

18. Sandvik Coromant™ Металлообрабатывающий инструмент [Электронный ресурс] - <https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/products/pages/tools.aspx>

19. Sandvik Coromant Toolguide™ [Электронный ресурс] - <https://www.sandvik.coromant.com/en-gb/products/Pages/toolguide.aspx>

Приложение А

(обязательное)

Комплект технологической документации

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

								1	28
--	--	--	--	--	--	--	--	---	----

	НИ ТПУ	ИШНПТ.1022.00.00.00		ИШНПТ 4А51		
	Корпус подшипника				1	1

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

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ

На маршрутный технологический процесс механической обработки
детали «Корпус подшипника»

Проверил: _____
_____ Шибинский К.Г.

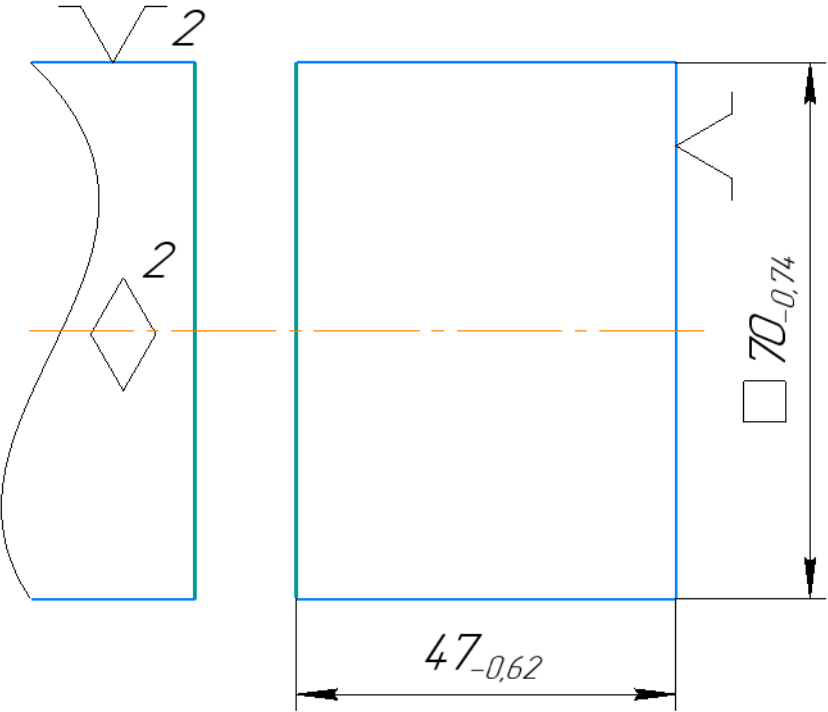
Выполнил: студент группы 4А51
_____ Семёнов Л.О.

ТЛ		76
----	--	----

										ГОСТ 3.1118 – 82				Форма 1					
Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			
												2		1					
Разраб.	Семёнов Л.О.					ИШНПТ.1022.00.00.00						ИШНПТ 4А51							
Провер.	Шибинский К.Г.																		
					Корпус подшипника										КДИ				
Н.контр.																			
M01	Квадрат ст. 45 ГОСТ ГОСТ 2591- 2006 / Сталь 45 ГОСТ 1050-88																		
M02	Код		ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	КИМ	Вид загот.		Профиль и размеры		КД				МЗ			
	080000		кг	0,26	1	1,54	0,14	Прокат		□70х1200		25				1,8			
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.	
A01	005 Заготовительная																		
B02	Ленточнопильный станок HBS-916W										Слесарь	2	18446	1	1	1	0,817	0,2	1,4
A03	010 Токарная																		
B04	Станок токарно-винторезный ИЖ-250										Токарь	2	19149	1	1	1	0,288	0,3	0,52
A05	015 Фрезерная с ЧПУ																		
B06	Фрезерный станок с ЧПУ FPV 30G CNC										Опер.	4	16045	1	1	1	0,673	1	3,25
A07	020 Слесарная																		
B08	Верстак слесарный ГОСТ 19917-93										Слесарь	2	18446	1	1	1	0,385	0,1	0,7
A09	025 Контрольная																		
B10	Стол контролера ГОСТ 19917-93										Контролер	1	12958	1	1	1	0,096	0,1	0,15
A11	030 Токарная																		
B12	Станок токарно-винторезный ИЖ-250										Токарь	2	19149	1	1	1	0,288	0,3	0,52
A13	035 Сверлильная																		
B14	Сверлильный станок Proma BV-25FB/400										Опер.	4	16045	1	1	1	0,625	1	2,04
МК		77																	

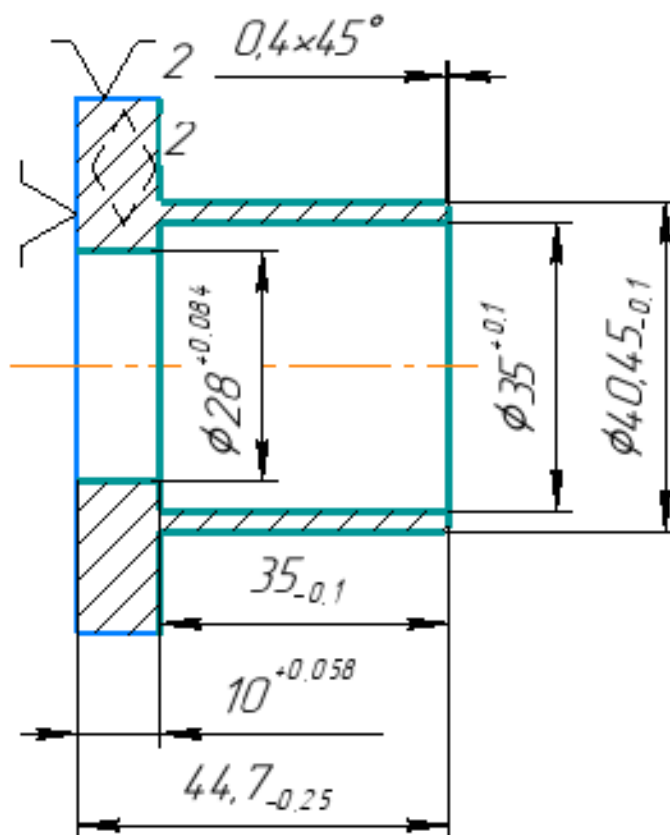
										ГОСТ 3.1118-82		Форма 1а				
Дубл.																
Взам.																
Подл.																
												2				
											ИШНПТ.1022.00.00.00					
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции					Обозначение документа						
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тп.з.	Тшт-к.
A01	040 Фрезерная															
Б02	Вертикальнофрезерный станок 6Р10					Фрезер.	2	19479	1	1	1		0,288	0,3	0,52	
A03	045 Слесарная															
Б04	Верстак слесарный ГОСТ 19917-93					Слесарь	2	18446	1	1	1		0,385	0,1	0,7	
A05	050 Круглошлифовальная															
Б06	Круглошлифовальный станок 3С120В					Шлиф.	1	19630	1	1	1		0,443	0,2	1,4	
A07	055 Промывочная															
Б08	Промывочная ванна БП-6.8.10/0,7					Мойщик	1	14509	1	1	1		0,096	2	3	
A09	060 Контрольная															
Б10	Стол контролера ГОСТ 19917-93					Контролер	1	12958	1	1	1		0,096	3	10	
A11	065 Консервация															
Б12	Склад готовой продукции					Консер.	1	12916	1	1	1		0,145	1	0,2	
A13																
Б14																
15																
16																
МК															78	

								ГОСТ 3.11105-84		Форма 7		
Дубл.												
Взам.												
Подл.												
										7	1	
Разраб.	Семёнов Л.О.			НИ ТПУ	ИШНПТ.1022.00.00.00		ИШНПТ 4А514					
Пров.	Шибинский К.Г.											
				Корпус подшипника								
Н. контр.												005



										ГОСТ 3.1404-86				Форма 3		
													1	1		
Разраб.		Семёнов Л.О.		НИ ТПУ		ИШНПТ.1022.00.00.00										
Пров.		Шибинский К.Г.														
Н. контр.																005
Наименование операции				Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ		КОИД	
Заготовительная				Сталь 45 ГОСТ 1050-88		148НВ		кг	0,26	□70x47			1,8		1	
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ						
Ленточнопильный станок HBS-916W						0,2	0,6									
Р	Содержание перехода			ПИ	D или B		L		t	i	S		n	V		
O01	А. Установить заготовку в призмы.															
O02	База: Наружная плоскость и торец.															
T03	Призмы 7033-0037 ГОСТ 1215-66, Ленточное полотно М42 27x0,9x3035 мм.															
O04	Отрезать заготовку в размер 47 _{-0,62} мм.															
T05	Линейка 150x18 мм ГОСТ 427-75.															
P06						70		47 _{-0,62}		1	1	1		4,8	16	
07																
08																
09																
10																
11																
12																
13																
OK		80														

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

[illegible][illegible][illegible]

$Ra\ 3,2$

										ГОСТ 3.1404-86				Форма 3		
													2	1		
Разраб.		Семёнов Л.О.		НИ ТПУ		ИШНПТ.1022.00.00.00										
Пров.		Шибинский К.Г.														
Н. контр.																010
Наименование операции				Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ		КОИ	
Токарная				Сталь 45 ГОСТ 1050-88		148НВ		кг	0,26	□70x47			1,8		1	
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ						
Станок токарно-винторезный ИЖ-250						1,23	0,18	0,3	0,52							
Р	Содержание перехода			ПИ	D или B		L		t	i	S	n	V			
O01	А. Установить заготовку в четырех-кулачковый патрон.															
O02	База: Наружная поверхность и торец.															
T03	4-х кулачковый патрон 7100-034 ГОСТ 12593;															
O04	1.Подрезать торец выдерживая размер 44,6 _{-0,16} мм.															
T05	Резец подрезной 2112-0005 материал пластины Т15К6 ГОСТ 18880-73;															
T06	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89;															
P07	7044,6 _{-0,16} 12500116,6															
O08	2.Центровать отверстие															
T09	Сверло центр. Ø6 мм 2317-0109 ГОСТ 14952-75 марка Р6М5; Патрон сверлильный 6162-4001-01 ГОСТ 25827-93;															
T10	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89;															
P11	644,6210,4150150															
O12	3.Сверлить сквозное отверстие диаметром 20 ^{+0,52} мм.															
T13	Сверло Ø20 мм 2300-0249 ГОСТ 10902-77, Патрон сверлильный 6171-4001-01 ГОСТ 25827-93;															
OK		82														

[illegible]

										ГОСТ 3.1404-86				Форма За			
														3			
										ИШНПТ.1022.00.00.00						010	
Р									ПИ	D или B		L	t	i	S	n	V
О31	8.Точить наружный диаметр в размер 42 _{-0,25} мм																
Т32	Резец проходной 2101-0006 ГОСТ 18879-73,																
Т33	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89, Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75;																
Р34	42 _{-0,25} 35 _{-0,1} 3100,5550155,5																
О35	9.Растачивать наружный диаметр в размер 40,45 _{-0,1} мм																
Т36	Резец проходной 2101-0006 ГОСТ 18879-73,																
Т37	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89, Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75;																
Р38	40,45 _{-0,1} 35 _{-0,1} 0,520,21200154,5																
О39	10.Точит фаску 0,4х45°																
Т40	Резец проходной 2101-0006 ГОСТ 18879-73,																
Т41	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89; Угломер типа 1-2 ГОСТ 5378-88;																
Р42	40,45 _{-0,1} 0,4110,21500201																
43																	
44																	
45																	
46																	
47																	
OK																	84

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

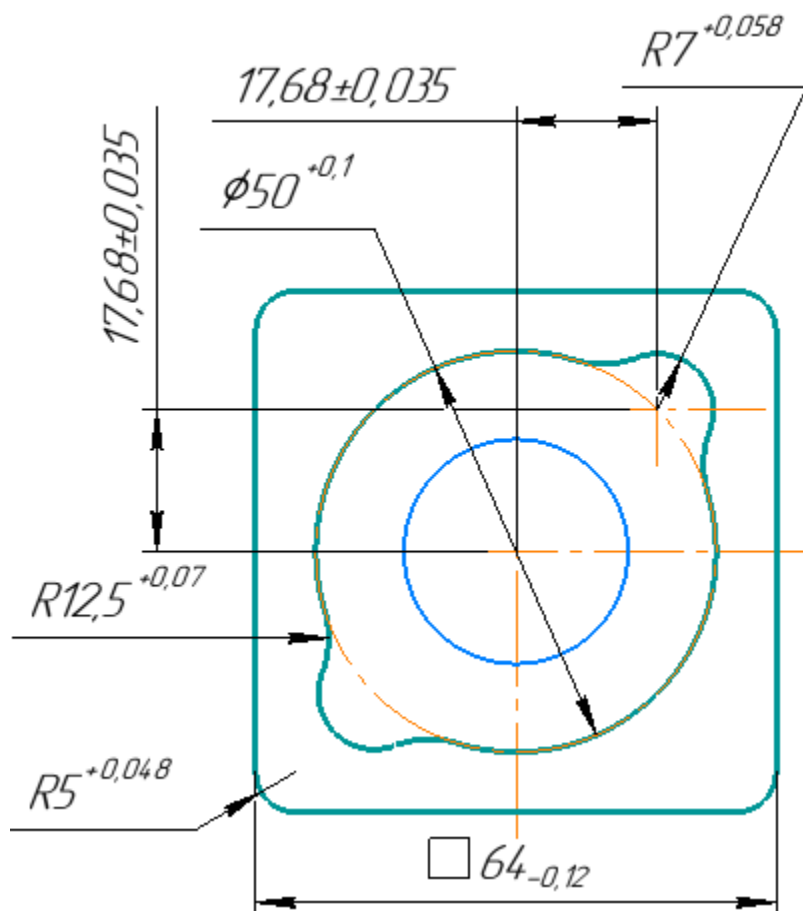
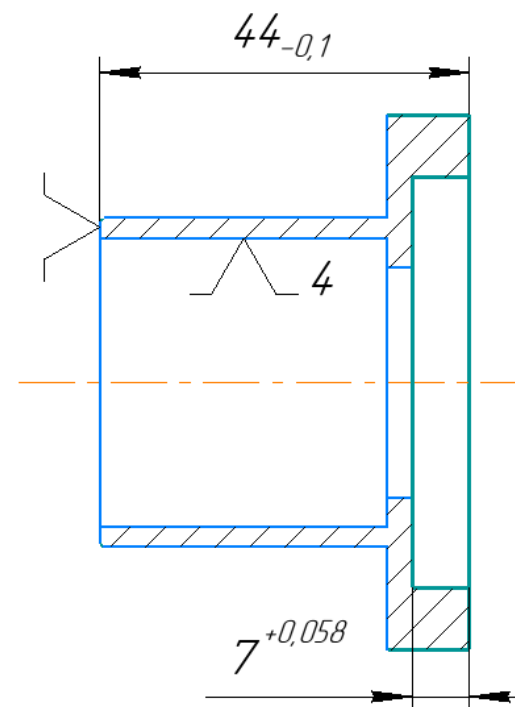
[illegible]

3

[illegible]

ИШНПТ.1022.00.00.00

015

 $\sqrt{Ra\ 3,2}$ 

										ГОСТ 3.1404-86			Форма 3	
Дубл.														
Взам.														
Подл.														
													1	1
Разраб.	Семёнов Л.О.			НИ ТПУ	ИШНПТ.1022.00.00.00									
Пров.	Шибинский К.Г.													
Н. контр.														015
Наименование операции				Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИ
Фрезерная				Сталь 45 ГОСТ 1050-88		148НВ		кг	0,26	□70x47			1,8	1
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ				
Фрезерный станок с ЧПУ FPV 30G CNC						1,51	0,22	1	3,25					
Р	Содержание перехода			ПИ	D или B		L		t	i	S	n	V	
O01	А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон с использованием разжимной оправки.													
O02	База: Внутренний диаметр и торец.													
T03	Разжимная оправка; 3х кулачковый патрон 7100-034 ГОСТ 2675-80;													
O04	1.Обработать деталь по программе согласно эскизу													
T05	Фреза концевая Ø40 мм. 2223-5661 ГОСТ 24637- 81, материал пластины T15K6; Патрон цанговый 2-30-40-110 ГОСТ 26539-85;													
P06	64 _{-0,12} 64 _{-0,12} 0,341150039,45													
T07	Фреза концевая Ø20 мм. 2223-5644 ГОСТ 24637- 81, материал пластины T15K6; Патрон цанговый 2-30-20-90 ГОСТ 26539-85;													
P08	64 _{-0,12} 50540,04200040													
T09	Фреза концевая Ø8 мм. 2223-5432 ГОСТ 24637- 81, материал пластины T15K6; Патрон цанговый 2-30-8-90 ГОСТ 26539-85;													
P10	64 _{-0,12} 14140,1200040													
T11	Набор радиусных шаблонов №1 ГОСТ 4126-66; Штангенциркуль ШЦ- I-125-0,05 ГОСТ 166-89; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75;													
12														
13														
OK		86												

						ИШНПТ.1022.00.00.00								
														015
				Оборудование, устройство ЧПУ					Особые указания					
				Фрезерный станок с ЧПУ FPV 30G CNC										
				Кодирование информации, содержание кадра					Содержание перехода					
				N20 G54										
				N25 G94 G90 G64										
				N40 T3 D1 M6										
				N60 S2500 M3										
				N70 G01 G54 X93 Y-4.203 F1000										
				N75 Z25.0										
				N80 Z3.0										
				N85 G1 Z-3.0 F500.										
				N90 X86.944 Y-10.626 F500										
				N95 G2 X80.253 Y-17.172 I=AC(11.465) J=AC(59.826)										
				N100 G1 X73.374 Y-38.068										
				N105 X19.947 Y-35.955										
				N110 X35.094 Y-20.0										
				N115 G3 X90.0 Y32.208 I=AC(11.465) J=AC(59.826)										
				N120 G1 X93 Y46.532										
				N125 X67.632 Y93										
				N130 X67.053 Y90.0										
				N135 G2 X74.715 Y59.826 I=AC(11.465) J=AC(59.826)										
				N140 X11.465 Y-3.424 I=AC(11.465) J=AC(59.826)										
				N145 X-20.0 Y4.958 I=AC(11.465) J=AC(59.826)										
				N150 G1 X-42.0 Y4.894										
				N155 X-41.075 Y36.466										
				N160 X-20.0 Y30.152										
				N165 G3 X11.465 Y16.576 I=AC(11.465) J=AC(59.826)										
				N170 X54.715 Y59.826 I=AC(11.465) J=AC(59.826)										
										Разраб.	Семенов Л.О.			
								Консульт.	Шибинский К.Г.					
									Н. контр.					
ККИ			87											

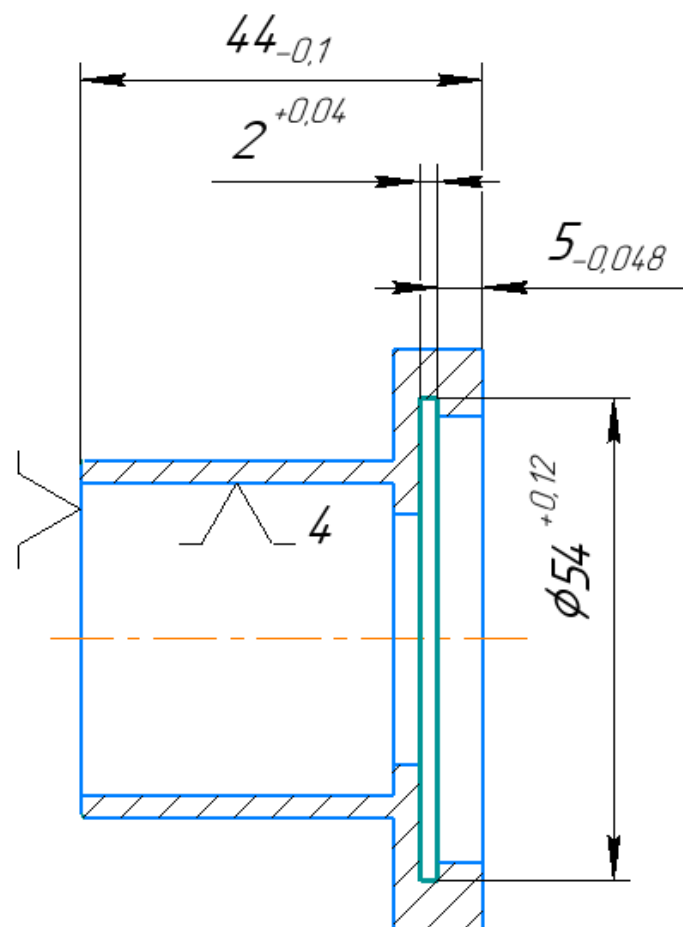
										ОСТ 3.1404-86			Форма 3			
Дубл.																
Взам.																
Подл.																
													1	1		
Разраб.	Семёнов Л.О.			НИ ТПУ	ИШНПТ.1022.00.00.00											
Пров.	Шибинский К.Г.															
Н. контр.																020
Наименование операции				Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИ	
Слесарная				Сталь 45 ГОСТ 1050-88			148НВ		кг	0,26	□70x47			1,8	1	
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы			То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ					
Верстак слесарный ГОСТ 19917-93							1	1	2	4						
Р	Содержание перехода			ПИ	D или B		L		t	i	S	n	V			
001	Притупить острые кромки, снять заусенцы.															
T02	Напильник 2821-0001 ГОСТ 1465-80, Надфиль 2827-0136 ГОСТ 1513-77															
OK		92														

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

4

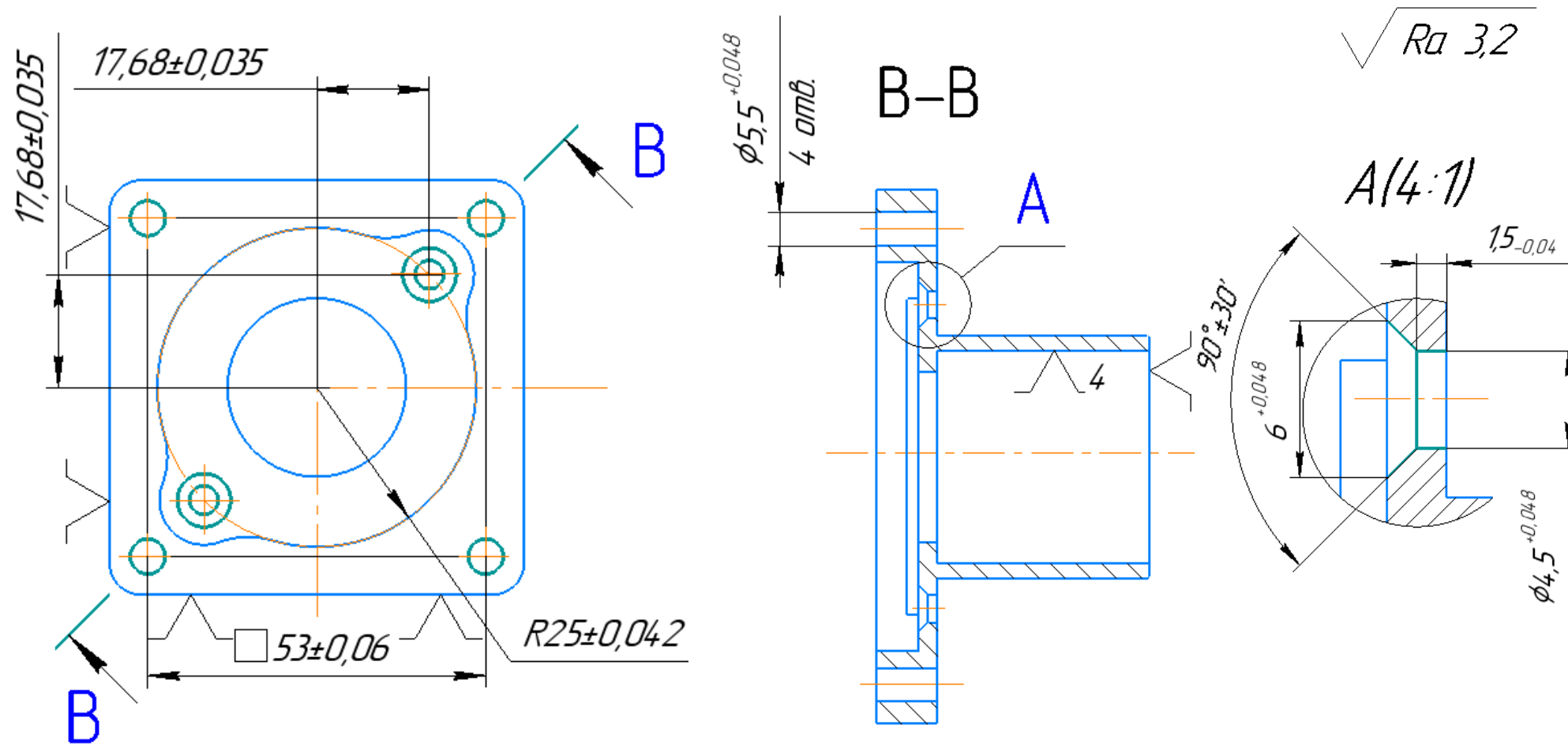
ИШНПТ.1022.00.00.00

030

 $\sqrt{Ra\ 3,2}$

										ГОСТ 3.1404-86				Форма 3		
													1	1		
Разраб.		Семёнов Л.О.		НИ ТПУ		ИШНПТ.1022.00.00.00										
Пров.		Шибинский К.Г.														
Н. контр.																030
Наименование операции				Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ		КОИ	
Токарная				Сталь 45 ГОСТ 1050-88		148НВ		кг	0,26	□70x47			1,8		1	
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ						
Станок токарно-винторезный ИЖ-250						1,27	0,19	0,3	0,52							
Р	Содержание перехода			ПИ	D или B		L		t	i	S	n	V			
O01	А. Установить заготовку на разжимную оправку в трехкулачковый патрон.															
O02	База: Внутренний диаметр и торец.															
T03	Разжимная оправка; 3х кулачковый патрон 7100-034 ГОСТ 2675-80.															
O04	Расточить канавку диаметром $\varnothing 54^{+0,12}$ и глубиной $2^{+0,04}$															
T05	Резец Канавочный внутренний 16x16x170, Резцедержатель с перпендикулярным пазом 294.341.12;															
T06	Штангенциркуль 20-170 0,01, для внутренних канав. элек. ЧИЗ; Нутромер 18-50 ГОСТ 9244-75;															
P07	$54^{+0,12}$ $5_{-0,048}$ 1 1 0,13 1500 104,6															
OK		95														

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

[illegible][illegible][illegible]

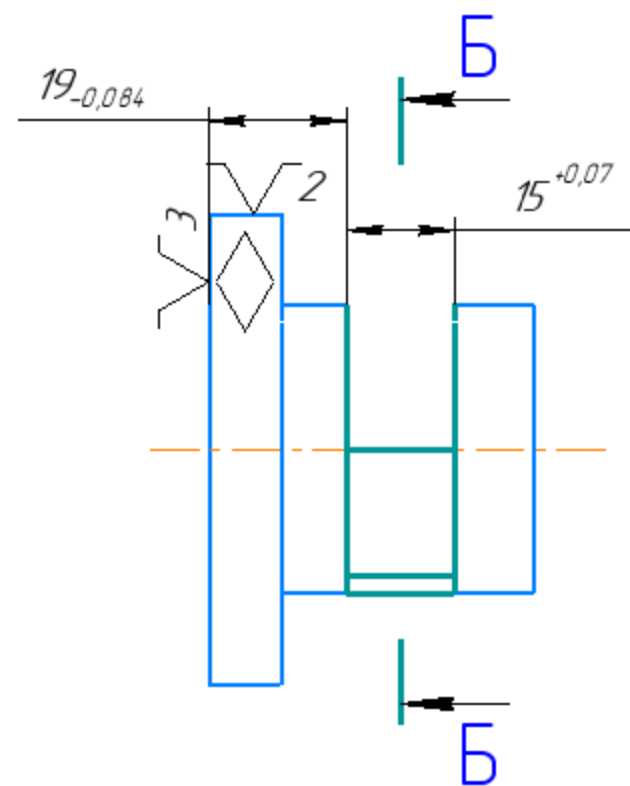
										ГОСТ 3.1404-86				Форма 3		
													1	1		
Разраб.		Семёнов Л.О.		НИ ТПУ		ИШНПТ.1022.00.00.00										
Пров.		Шибинский К.Г.														
Н. контр.																035
Наименование операции				Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ		КОИД	
Сверлильная				Сталь 45 ГОСТ 1050-88		148НВ		кг	0,26	□70x47			1,8		1	
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		То	Тв		Тп.з.		Тшт.		СОЖ			
Сверлильный станок Prota BV-25FB/400						1,32	0,19		0,1		0,7					
P	Содержание перехода			ПИ	D или B		L		t	i	S	n	V			
O01	А. Установить заготовку в тиски.															
O02	База: Боковые стороны и торец.															
T03	Разжимная оправка; 3х кулачковый патрон 7100-034 ГОСТ 2675-80.															
O04	1.Центровать 6 отверстий.															
T05	Сверло центровочное ССЦ 550 Ø2, ГОСТ 14034-74; Патрон 6362-4102-01 ГОСТ 25827-93;															
T06	Штангенциркуль ШЦ-I-0-125-0,1 ГОСТ166-89;															
P07				2	64		1	6	0,12		150		25,12			
O08	2. Сверлить 4 отверстия диаметром 5,5 ^{+0,075} .															
T09	Сверло спиральное с коническим хвостовиком ГОСТ 10903-77 Ø5,5мм; Патрон 6169-4001-01 ГОСТ 25827-93;															
P10				5,5	10		10	4	0,96		320		15			
O11	2. Сверлить 4 отверстия диаметром 4,5 ^{+0,048} .															
T12	Сверло спиральное с коническим хвостовиком ГОСТ 10903-77 Ø4,5мм; Патрон 6167-4001-01 ГОСТ 25827-93;															
P13				4,5	3		3	2	0,2		320		15			
OK															97	

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

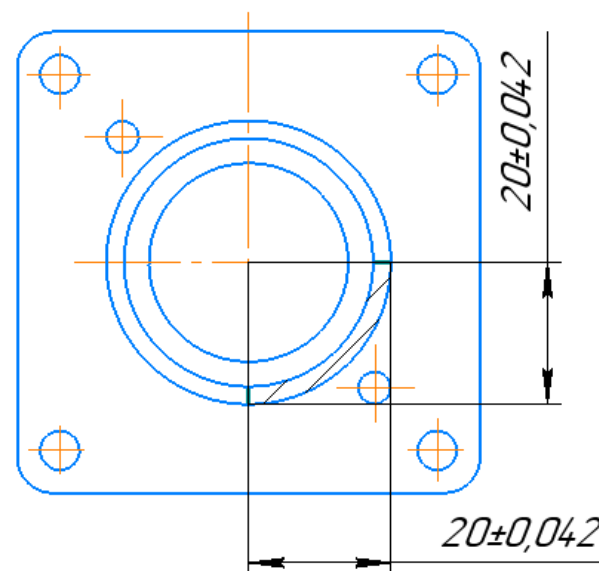
6

ИШНПТ.1022.00.00.00

040



Б-Б

 $\sqrt{Ra\ 3,2}$ 

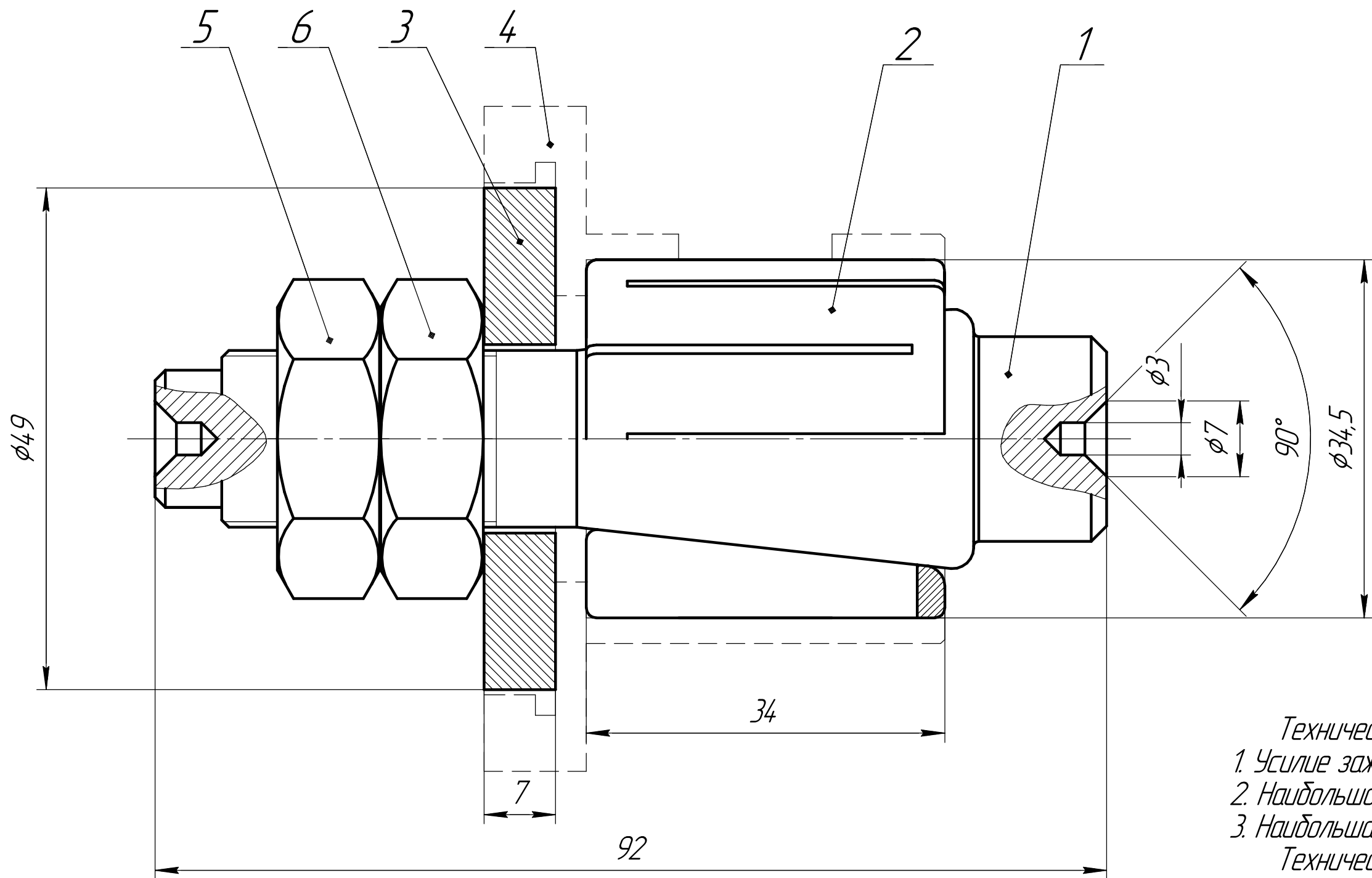
										ГОСТ 3.1404-86				Форма 3		
													1	1		
Разраб.		Семёнов Л.О.		НИ ТПУ		ИШНПТ.1022.00.00.00										
Пров.		Шибинский К.Г.														
Н. контр.																040
Наименование операции				Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ		КОИД	
Фрезерная				Сталь 45 ГОСТ 1050-88		148НВ		кг	0,26	□70x47			1,8		1	
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		То		Тв		Тп.з.		Тшт.		СОЖ		
Вертикальнофрезерный 6P10						1,15		0,17		0,3		0,52				
Р	Содержание перехода			ПИ		D или B		L		t	i	S	n	V		
O01	А. Установить заготовку в тиски.															
O02	База: Наружная поверхность и торец.															
T03	Тиски 7200-0212 ГОСТ 16518,															
O04	Фрезеровать паз в размер 15 ^{+0,07} мм на L= 19 ^{+0,084} мм.															
T05	Фреза дисковая 2254-0642 ГОСТ 2679-93, материал Р6М5; Оправка для дисковой фрезы ГОСТ 27304-87;															
T06	Штангенциркуль ШЦЦ-I-0-150-0,01 ГОСТ166-89; Угломер типа 1-5 ГОСТ 5378-88; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75;															
P07	40,45 _{-0,1} 15 ^{+0,07} 2,5 1 0,08 1500 43															
OK		99														

										ГОСТ 3.1404-86				Форма 3		
													1	1		
Разраб.		Семёнов Л.О.		НИ ТПУ		ИШНПТ.1022.00.00.00										
Пров.		Шибинский К.Г.														
Н. контр.																045
Наименование операции				Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ		КОИД
Слесарная				Сталь 45 ГОСТ 1050-88			148НВ		кг	0,26	□70x47			1,8		1
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы			То	Тв	Тп.з.		Тшт.	СОЖ				
Верстак слесарный ГОСТ 19917-93							1	1	2		4					
Р	Содержание перехода			ПИ	D или B		L		t	i	S	n	V			
001	Притупить острые кромки, снять заусенцы.															
T02	Напильник 2821-0001 ГОСТ 1465-80, Надфиль 2827-0136 ГОСТ 1513-77															
OK		100														

										ГОСТ 3.1404-86				Форма 3		
													1	1		
Разраб.		Семёнов Л.О.		НИ ТПУ		ИШНПТ.1022.00.00.00										
Пров.		Шибинский К.Г.														
Н. контр.																050
Наименование операции				Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ		КОИ	
Круглошлифовальная				Сталь 45 ГОСТ 1050-88		148НВ		кг	0,26	□70x47			1,8		1	
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ						
Круглошлифовальный станок 3С120В						1,39	0,2	0,2	1,4							
Р	Содержание перехода			ПИ	D или B		L		t	i	S	n	V			
001	А. Установить заготовку на разжимную цанговую оправку, закрепленную в центрах.															
002	База: внутренний диаметр и торец.															
Т03	Центра А-1-4-Н ГОСТ 8742-75;															
004	Шлифовать наружный диаметр в размер 45 _{-0,025} мм															
Т05	Шлифовальный круг ПП 240×18×32 45А 10-П С2 7 К4 А 1кл 35м/с ГОСТ 2424-83;															
Т06	Скоба СРП 50 ГОСТ 11098-75; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75;															
Р07	40 _{-0,062} 35 _{-0,1} 0,05 4 0,08 200 35															
OK		102														

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

ИШНПТ.1022.00.00.00 СБ



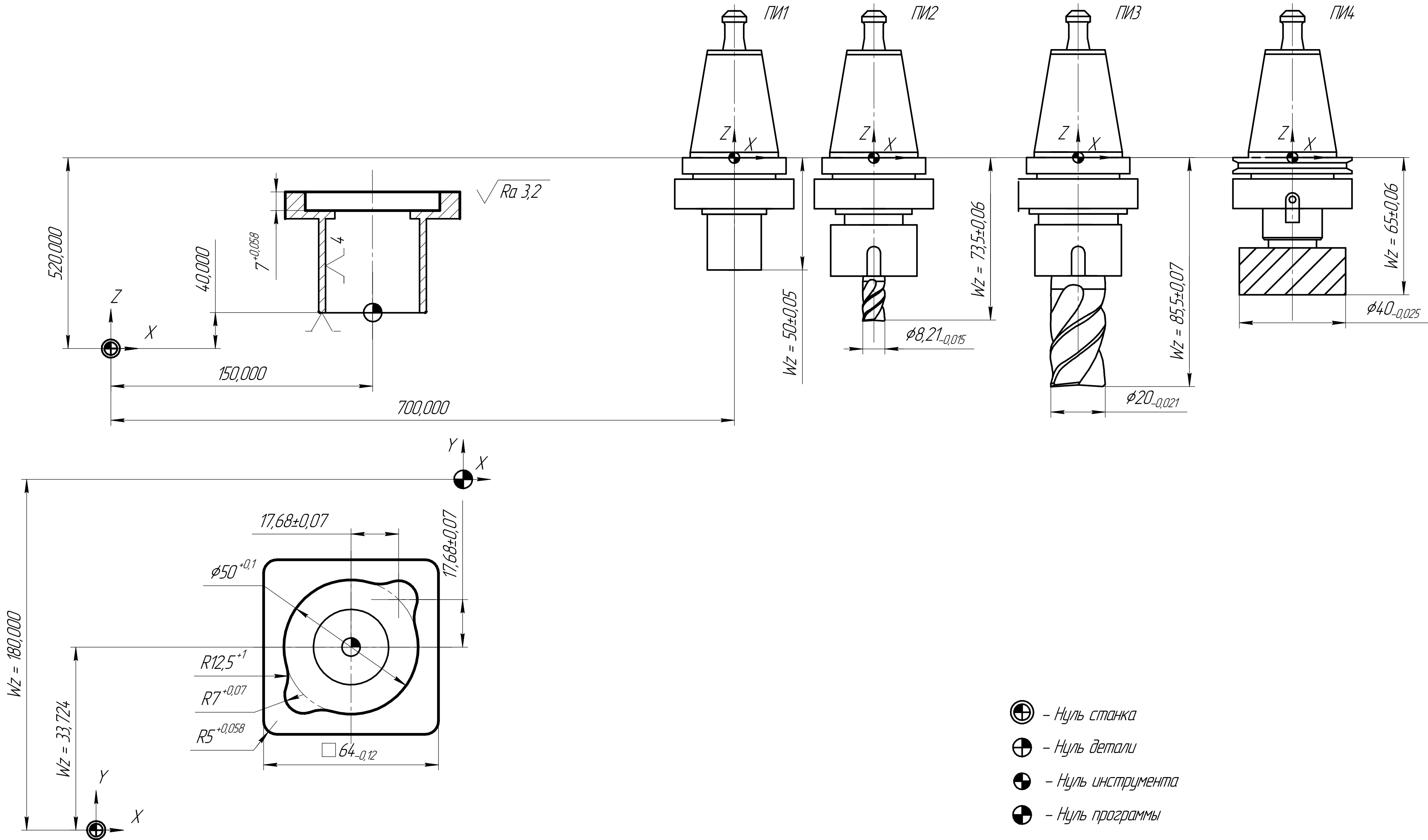
Технические характеристики:
 1. Усилие зажима заготовки 2051 Н.
 2. Наибольшая длина заготовки 44 мм.
 3. Наибольшая ширина заготовки 64 мм.
 Технические требования:
 1. Перед установкой детали убедиться в отсутствии загрязнений и стружки на поверхности установки детали

ИШНПТ.1022.00.00.00 СБ					Специальное приспособление		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Семёнов Л.О.						2,5:1
Пров.	Шибинский К.Г.				Лист	Листов	1
Т.контр.					ТПУ ИШНПТ		
Н.контр.					Группа 4А51		
Утв.					Копировал		
					Формат А3		

Перв. примен.	Справ. №	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание						
Подп. и дата	Инв. №	Взам. инв. №	Инв. №	Инв. №										
Инв. № подл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИШНПТ.1022.00.00.00							
							Разраб.	Семёнов Л.О.			Лит.	Лист	Листов	
							Пров.	Шидинский К.Г.						1
							Н.контр.							
		Утв.												
ИШНПТ.1022.00.00.00							Спецификация			ТТУ ИШНПТ Группа 4А51				
Копировал							Формат А4							

Справ. №	Перв. примен.
----------	---------------

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инд. №	Инд. № дробл.	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	---------------	--------------



ИШНПТ.1022.00.00.00.002				Карта наладки Фрезерной операции		
Изм. / Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Семенов Л.О.					1:1
Проб.	Шидинский К.Г.			Лист	Листов	1
Т.контр.				ТПУ ИШНПТ Группа 4А51		
Н.контр.				Формат А2		
Утв.				Копировал		