

Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки: 15.03.01 «Машиностроение»
 Отделение Материаловедения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Технологическая подготовка производства изготовления детали "Поршень" на станках с ЧПУ

УДК 621.81-2-025.13

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6А	Ляпкин Павел Алексеевич		28.05.2020

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ефременков Е.А.	К.Т.Н.		28.05.2020

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Ефременкова С.К.			28.05.2020

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Кашук И.В.	К.Т.Н.		28.05.2020

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина М.С.			28.05.2020

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Код результата	Результат обучения
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.
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.
P3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
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.
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
P7	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства
P8	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
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
P10	Способность осваивать вводимое новое оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования и конструкций строительно-монтажных объектов, в случае необходимости обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.
P11	Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных и строительно-монтажных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении и строительстве, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.

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

Инженерная школа новых производственных технологий
Направление подготовки: 15.03.01 «Машиностроение»
Отделение материаловедения ИШНПТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) (Дата) Ефременков Е.А.
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
4А6А	Ляпкину Павлу Алексеевичу

Тема работы:

Технологическая подготовка производства детали «Поршень» на станках с ЧПУ	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№59-67/с от 28.02.2020

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2020
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Чертеж; Тип производства
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Анализ технологичности детали. Проектирование альтернативного процесса изготовления заданной детали на современных станках с ЧПУ. Разработка принципиальной схемы автоматизированного станочного приспособления.
Перечень графического материала	Чертеж изделия; Технологические карты; Карты наладки

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Техническая часть	С.К. Ефременкова
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	И.В. Кашук
Социальная ответственность	М.С. Черемискина

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	16.12.2019
---	------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Е.А. Ефременков	К.Т.Н.		16.12.2019
Ст. преподаватель	С.К. Ефременкова			16.12.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6А	Ляпкин Павел Алексеевич		16.12.2019

Реферат

Выпускная квалификационная работа 105 с., 4 рис., 4 табл., 2 использованных источников, 1 прил.

Ключевые слова: ПОРШЕНЬ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА, ИНСТРУМЕНТ, СТАНОК, ЧПУ, РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ, НОРМЫ ВРЕМЕНИ.

Объектом исследования является деталь типа «Поршень»

Цель работы – технологическая подготовка производства детали «Поршень».

Результатом исследования стало проведение анализа конструкции детали, разработка технологического процесса, выбор необходимого оборудования и оснастки для производства детали, разработаны управляющие программы для станков с программным управлением и составлены карты наладки к ним. Проведен контроль точных поверхностей детали путем размерного анализа. Расчет финансовых затрат на выполнение работы. Указаны проблемы и варианты их решения экологической безопасности. Установлены нормы и условия безопасности сотрудников на рабочих местах и методы их достижения. Подсчитаны минимальные припуски, режимы резания, нормы времени и экономическая эффективность производства данной детали.

Оглавление

Введение.....	9
1. Технологическая подготовка производства	11
1.1. Основные положения	11
1.2. Классификация технологических процессов	11
2. Проектирование технологического процесса изготовления детали	12
2.1 Анализ технологичности конструкции детали	12
2.2 Обеспечение эксплуатационных свойств детали.	14
2.3 Выбор исходной заготовки	15
2.4. Проектирование технологического маршрута	16
2.4.1 Проектирование технологических операций.....	19
2.5 Расчет припусков на обработку.	25
2.6 Расчет режимов резания.....	31
2.6.1 Расчет режимов резания для отрезной операции 005.....	31
2.6.2 Расчет режимов резания для токарной операции 010	31
2.6.3 Расчет режимов резания для токарной операции 015	33
2.6.4 Расчет режимов резания для фрезерной операции 025	34
2.6.5 Расчет режимов резания для круглошлифовальной операции 035	36
2.7 Расчет норм времени технологического процесса	39
2.7.1 Краткие теоретические сведения	39
2.7.2 Расчет норм времени для операции 005.....	40
2.7.3 Расчет норм времени для операции 010.....	40
2.7.4 Расчет норм времени для операции 015.....	42
2.7.5 Расчет норм времени для операции 025.....	45
2.7.6 Расчет норм времени для операции 035.....	46
2.7.7 Расчет норм времени для операции 040.....	47
2.8 Размерный анализ технологического процесса.	48
2.8.1. Расчет осевых технологических размеров	51
2.8.2 Расчет диаметральных технологических размеров	54
2.9 Проектирование гибкой производственной системы (модуля) ГПМ.....	57
2.10 Разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ	60
2.11 Конструирование приспособления.....	61
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	66
Введение.....	66

3.1 Анализ конкурентных технических решений.....	67
3.2 SWOT-анализ	69
3.3 Планирование научно-исследовательских работ	72
3.3.1 Структура работ в рамках научного исследования	72
3.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ	73
3.3.3 Разработка графика проведения научного исследования.....	75
3.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	78
3.4.1 Расчет материальных затрат НТИ.....	78
3.4.2. Расчет амортизации специального оборудования	79
3.4.3 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы	80
3.4.4 Дополнительная заработная плата	82
3.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	82
3.4.6 Накладные расходы	83
3.4.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	83
3.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.	84
4. Социальная ответственность	90
4.1 Производственная безопасность	93
4.2 Анализ вредных факторов рабочей зоны	93
4.2.1 Отклонение показателей микроклимата в помещении.....	93
4.2.2 Повышенный уровень шума на рабочем месте	95
4.2.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны.....	95
4.2.4 Нервно-психические перегрузки.....	96
4.3 Анализ опасных факторов рабочей зоны	96
4.3.1 Электробезопасность	96
4.3.2 Пожаровзрывобезопасность	98
4.4 Экологическая безопасность	99
4.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	99
Заключение.....	102
Список используемой литературы	103
Приложение А.....	105

Введение

Машиностроение, базовая отрасль экономики производящее новую технику для всех отраслей, которая определяет уровень технического прогресса в стране и оказывает существенное влияние на создание материальной базы любого общества. В связи с этим развитие машиностроения всегда являлось и является приоритетным направлением экономического развития государства.

Промышленность в России постепенно восстанавливается с 90х годов когда её объемы сократились в двое. Индекс промышленного производства России в 2019 году вырос на 2,4% — медленнее, чем в 2018 году (2,9%), сообщил Росстат. В то же время итоговый показатель оказался чуть лучше, чем прогнозировало правительство [23]. По данным VDMA (Объединением немецких машиностроителей и производителей промышленного оборудования), доля России в мировом машиностроении снизилась до 0,6% что означает 23-е место в мире [24].

Во многих отраслях промышленности, в том числе машиностроении самой сложной проблемой является износ технологического оборудования, который достигает 60–80%. Большая часть технологического оборудования не обновлялась более 15–20 лет. Большинство предприятий не в состоянии достаточно инвестировать в свое развитие, что приводит к несвоевременному обновлению оборудования, которое в свою очередь замедляет рост предприятия в целом, что создает замкнутый круг который необходимо разрушить.

У большинства предприятий не хватает финансовых средств для решения этой проблемы. Таким образом имеет место провести более тщательный анализ производства, условий и качества выпускаемой продукции на конкретном предприятии для уменьшения её номенклатуры и увеличение востребованности на рынке. Технологическая подготовка производства позволит выполнить данные требования в полном объеме.

На примере разработки технологического процесса детали «Поршень» произведем анализ производства, условий и методов удешевления, ускорения и сокращения номенклатуры производства для увеличения востребованности на рынке.

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

Технологический процесс – это часть производственного процесса, включающая в себя последовательное изменение размеров, формы, внешнего вида или внутренних свойств предмета производства и их контроль[3].

1.2. Классификация технологических процессов

Согласно ЕСТД (ГОСТ 3.1109-82) различают три вида технологических процессов (ТП): единичный, типовой и групповой.

Единичный ТП - это ТП изготовления или ремонта изделия одного наименования, типоразмера и исполнения независимо от типа производства..

Типовой ТП - это ТП изготовления группы изделий с общими конструктивными и технологическими признаками

Групповой ТП - это ТП изготовления группы изделий с разными конструктивными, но общими технологическими признаками.

2. Проектирование технологического процесса изготовления детали

2.1 Анализ технологичности конструкции детали

Согласно ГОСТ 14.205-83 - Под технологичностью конструкции понимается совокупность её свойств, обеспечивающих в заданных условиях производства и эксплуатации, наименьшие затраты труда, средств, материалов и времени при технологической подготовке производства и изготовлении изделия. Целью анализа технологичности конструкции детали является выявление недостатков, содержащихся в чертежах детали и предъявляемых требованиях, также возможное улучшение технологичности конструкции. Рассмотрим анализ технологичности поршня, выданного в качестве задания.

Поршень изготавливается из стали 40Х ГОСТ 4543-71. Сталь 40Х, в которой содержится 0,40% углерода и около 1% хрома, остальные примеси незначительны, хром – основной легирующий элемент, он затрудняет рост зерна при нагреве, повышает механические свойства стали при статической и ударной нагрузке, повышает жаростойкость, прокаливаемость и стойкость на истирание. Сталь большей прочностью, но меньшей пластичностью. Возможно улучшение механических свойств, повешение поверхностной твердости и износа после поверхностной закалки.

Проведем качественную оценку технологичности конструкции детали.

Достоинства детали:

- простая форма детали, относящиеся к телам вращения;
- возможность обработки в стандартных приспособлениях;
- отверстие в центре простой цилиндрической формы;
- получаемые размеры и свойства поверхности доступны для измерения.
- масса и габариты заготовки позволяют устанавливать её на станках без дополнительных подъемных приспособлений;

- размеры и точность поверхностей возможно обеспечить техническими характеристиками станков;
- материал хорошо поддается механической обработке;
- отсутствие резьбы.

Недостатки с точки зрения технологичности:

- конструктором поставлены базы, которые трудно совместить с технологическими;
- допуски на радиальное и торцевое биение на некоторые поверхности детали составляют 0,04 мм, что вызывает необходимость вести токарную обработку в расточенных кулачках;
- наличие у детали поверхностей 6-7 квалитетов что увеличивает количество операций при обработке и применение более точного инструмента и приспособлений;
- наличие на наружной поверхности детали шероховатости Ra0,40.

2.2 Обеспечение эксплуатационных свойств детали.

Свойства эксплуатации детали, определяются качеством их рабочих поверхностей, обретаемым при изготовлении или восстановлении. Долговечность и надежность деталей в значительной мере зависит от условий эксплуатации и их назначения в целом, при помощи методов математической статистики и теории вероятностей возможно определить их эксплуатационные свойства.

При помощи САЕ-системы выполняется проверка работоспособности конструкции детали. Для детали «Поршень», при помощи программы SolidWorks проведено моделирование и расчет на возникновение напряжений при условиях её эксплуатации.

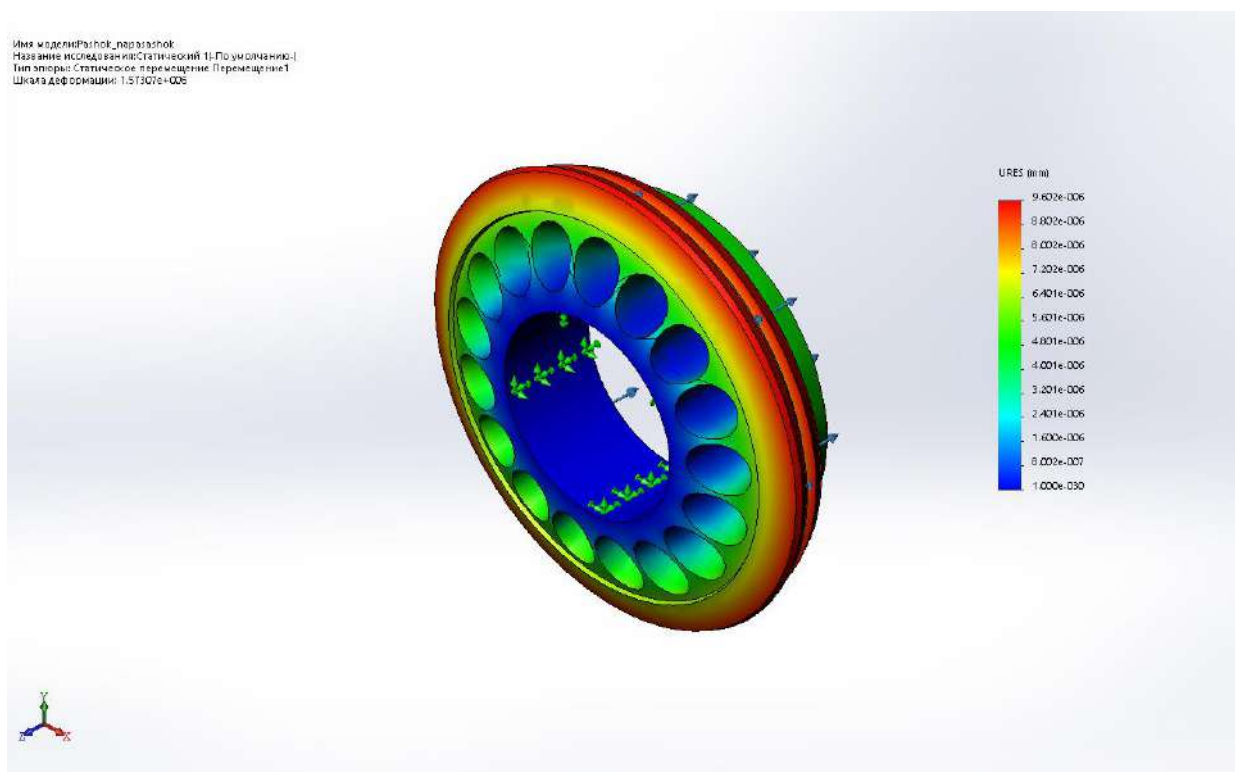


Рис 1. Напряженная модель детали.

Согласно рис 1, самое большое напряжение возникает по наибольшему диаметру, на других местах детали напряжение незначительны.

2.3 Выбор исходной заготовки

Требования для готовой детали, такие как, материал, точность изготовления, назначение и т.д. влияют на выбор получения заготовки. Основные методы получения заготовки – литье, прокатка, штамповка,ковка.

Для выбора заготовки применимой для изготовления данной детали используем сравнительный технико-экономическим анализ.

В мелкосерийном производстве в качестве заготовки для деталей выбирают прокат: труба, круг, швеллер.

Основным критерием по которому можно сказать о правильности выбора заготовки является коэффициент использования материала (КИМ):

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

где q – масса готовой детали, кг; Q – масса заготовки, кг.

$$K = \frac{q}{Q} = \frac{2,05}{7,13} = 0,29$$

В данном расчете выбран сортовой прокат – Круг 160 ГОСТ 2590-2006 из стали 40Х. Из расчета видно, что только 29% металла уйдет в деталь, а остальные 71% в стружку, это говорит о целесообразности выбора заготовки изготавливаемой литьем у которой в свою очередь в среднем КИМ равен 0,75%. Литьем можно получить максимально приближенную по форме заготовку к готовой детали, но чем больше заготовка приближена к форме и размерам готовой детали, тем дороже обходится заготовка т.к. необходимо специальное дорогостоящее оборудование, отдельное помещение и ряд других факторов. В крупносерийном и массовом производстве имеет место применение таких заготовок, в единичном производстве для получения такого вида заготовки достаточно будет только одного металлорежущего станка, что ускоряет и удешевляет процесс производства.

В среднем по машиностроению коэффициент использования материала в единичном производстве составляет 0,5 таким образом наш показатель достаточно близок к среднему значению, что говорит о целесообразности использования данного вида получения заготовок. В данном случае не имеет смысла рассматривать другие способы получения заготовок потому что это – увеличение номенклатуры инструмента используемого при получении данной заготовки, разница в себестоимости не велика, увеличение кол-ва времени на производство одной детали.

2.4. Проектирование технологического маршрута

Технологический маршрут изготовления детали подразумевает последовательное выполнение технологических операций с определением содержания операций, выбором оборудования и технологической оснастки для их выполнения [1].

Технологические маршруты разнообразны ввиду различия конструкций деталей, материалов из которых они сделаны, размеров, необходимой точности, шероховатости, используемого оборудования и др. Однако имеются некоторые общие принципы, на основе которых разрабатывается любой технологический маршрут. Такими являются [1]:

1. Первыми обрабатываются поверхности, которые в дальнейшем будут использоваться как технологические базы на всех либо большинстве операций технологического процесса.

2. Используя чистовые базы, обрабатывают остальные поверхности в последовательности, обратной их степени точности, т.е. чем точнее точность поверхности, тем позже её обрабатывают.

3. Выявляют необходимость разделения процесса изготовления на стадии обработки. При механической обработке такими стадиями являются: черновая, чистовая, тонкая и отделочная.

4. Вспомогательные поверхности типа пазы, мелкие отверстия, фаски и др. обычно обрабатывают на чистовых стадиях обработки.

5. Предварительное содержание операций устанавливают объединением тех переходов на данной стадии обработки, которые могут быть выполнены на одном станке. На данном этапе проектирования устанавливается тип, размеры и модели оборудования для выполнения основных операций технологического процесса в зависимости от типа, габаритных размеров детали и заданного масштаба выпуска.

6. Операции механической обработки увязывают с операциями термической и химико-термической обработки.

7. В маршрутный технологический процесс включают второстепенные операции, а также контрольные операции.

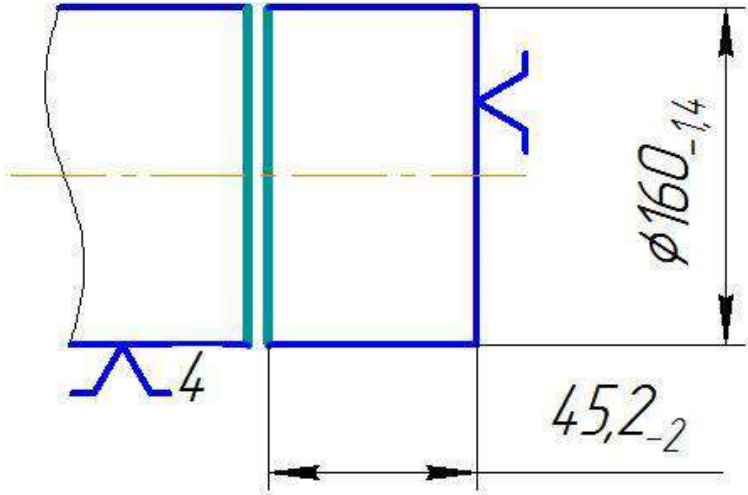
На основании анализа технологичности, выбора способа получения заготовки и изученной подобной технологии изготовления детали в условиях мелкосерийного разработаем технологический маршрут изготовления детали.

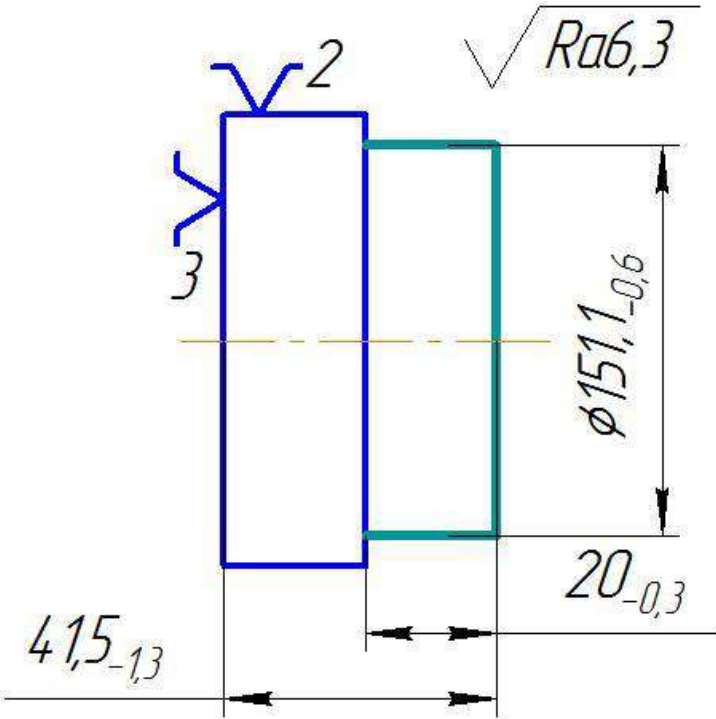
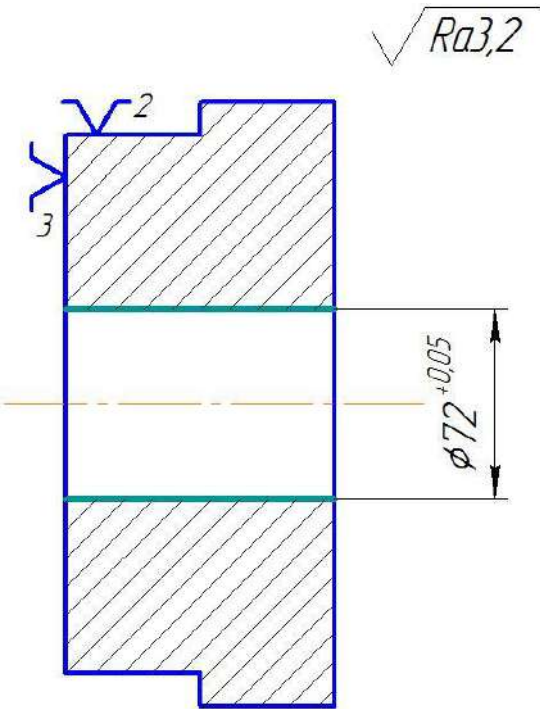
Обработка происходит в следующей последовательности:

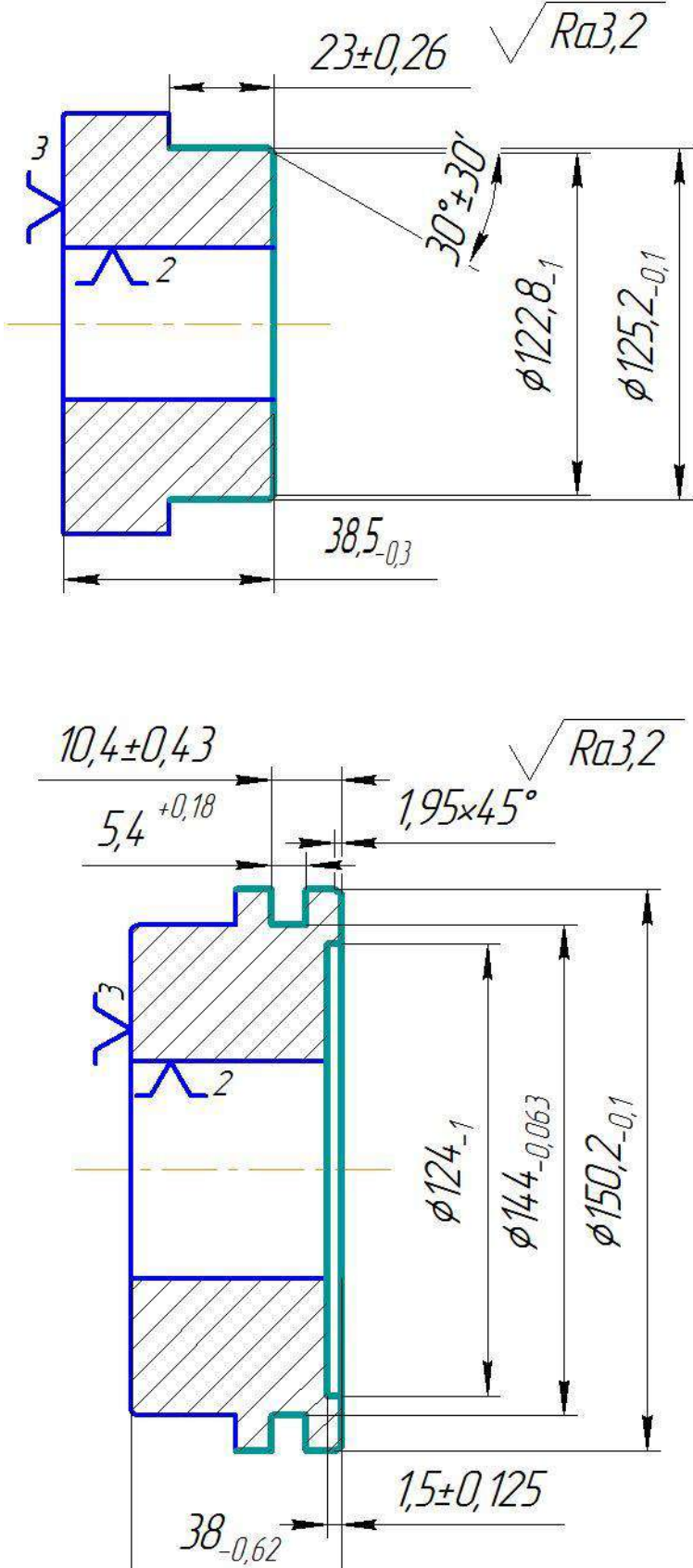
1. Заготовительная
2. Токарная
3. Токарная с ЧПУ
4. Контрольная
5. Фрезерная с ЧПУ
6. Слесарная
7. Контрольная
8. Термическая
9. Круглошлифовальная
10. Полировочная
11. Слесарная
12. Промывочная
13. Контрольная
14. Консервация

2.4.1 Проектирование технологических операций

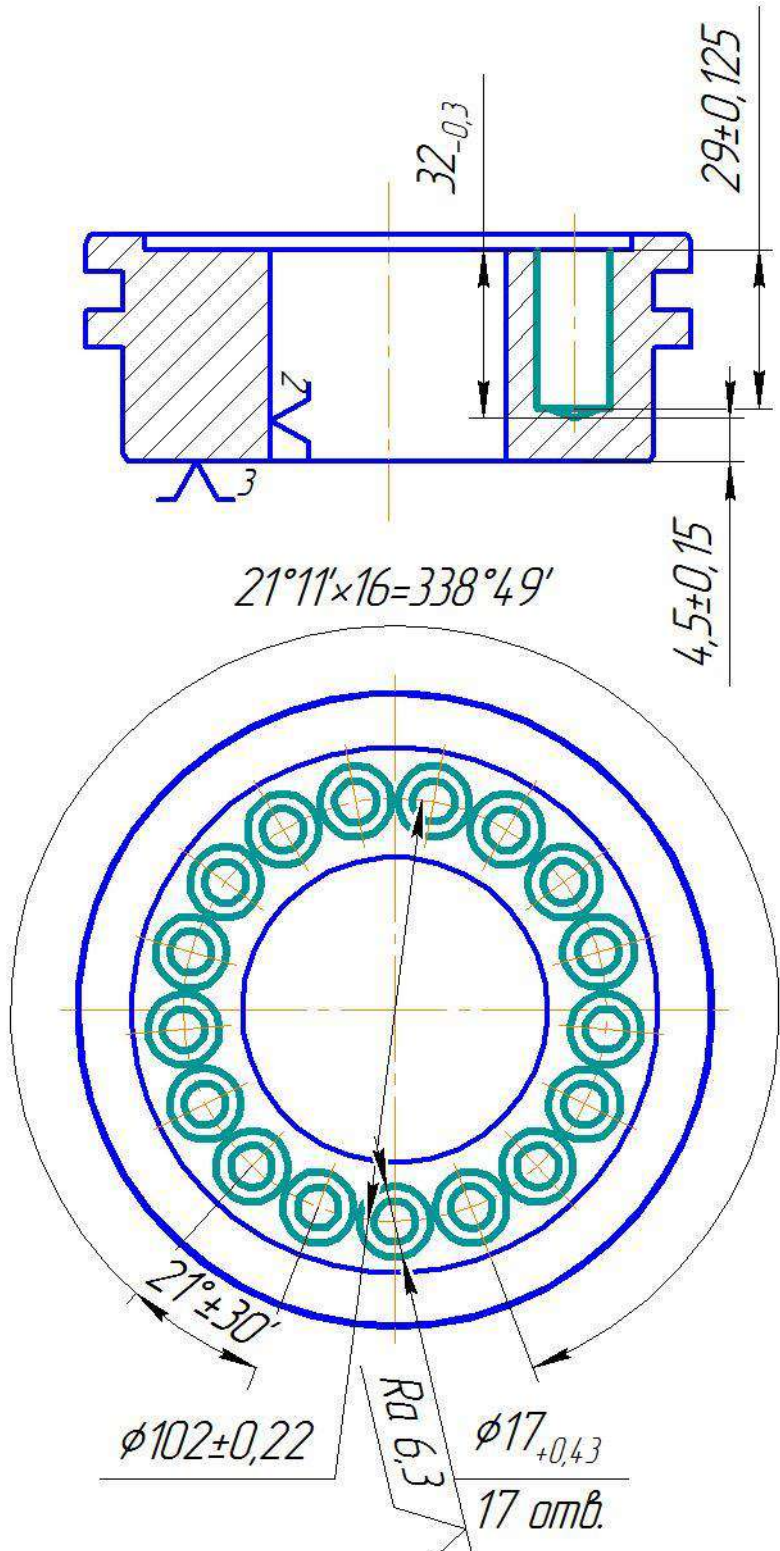
Таблица 1 – Технологический процесс изготовления детали «Поршень»

Эскиз	Операция
	<p>005 Заготовительная</p> <p>А. Установить заготовку в призмы.</p> <p>База: наружный диаметр и торец.</p> <p>1. Отрезать заготовку, выдерживая размер 45,2-2 мм</p>

 	<p>010 Токарная</p> <p>А. Установить заготовку в трехкулачковый самоцентрирующий патрон База: наружный диаметр и торец.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подрезать торец, выдерживая размер 41,5_{-1,3} мм. 2. Точить заготовку согласно эскизу выдерживая размеры 20_{-0,3} мм, Ø151,1_{-0,6} мм. <p>Б. Переустановить заготовку</p> <p>База: Обработанный наружный диаметр и торец.</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Центровать торец под сверление. 4. Сверлить сквозное отверстие Ø 20мм. 5. Рассверлить отверстие Ø40мм. 6. Расточить отверстие в размер Ø72_{+0,05} мм.
--	---

 <p>Technical drawing of a stepped shaft. The drawing shows a cross-section with three main steps. The top step has a diameter of $\phi 122,8_{-1}$ and a length of $23 \pm 0,26$. The middle step has a diameter of $\phi 125,2_{-0,1}$ and a length of $38,5_{-0,3}$. The bottom step has a diameter of $\phi 124_{-1}$ and a length of $10,4 \pm 0,43$. The surface finish is specified as $\sqrt{Ra 3,2}$. The drawing also shows a chamfer of $30^\circ \pm 30'$ and a fillet of $1,95 \times 45^\circ$. The drawing is divided into three sections labeled 1, 2, and 3.</p>	<p>015 Токарная с ЧПУ</p> <p>А. Установить заготовку в пневматическую цангу. База: Внутренняя цилиндрическая поверхность и торец.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подрезать торец начисто в размер $38,5_{-0,3}$ 2. Точить наружную поверхность выдерживая размер $\phi 125,2_{-0,1}$, $23 \pm 0,26$. 3. Снять фаску в размер $30^\circ \pm 30'$, $\phi 122,8_{-1}$ <p>Б. Переустановить заготовку База: Внутренняя цилиндрическая поверхность и торец.</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Подрезать торец начисто выдерживая размер $38_{-0,62}$. 5. Точить торец в размер $1,5 \pm 0,125$, $\phi 124_{-1}$. 6. Точить наружную поверхность в размер $\phi 150,2_{-0,1}$ 7. Снять фаску в размер $1,95 \times 45^\circ$. 8. Точить канавку в размер $\phi 144 \pm 0,063$, $10,4 \pm 0,43$, $5,4 \pm 0,18$.
--	---

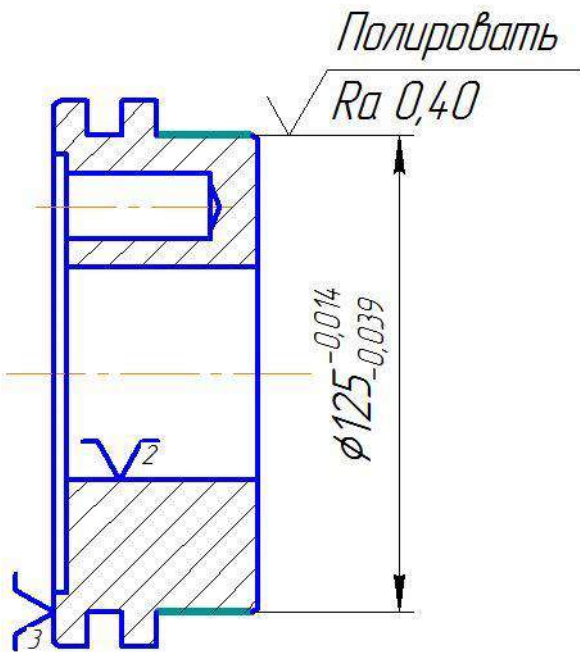
Продолжение таблицы 1

<p>020 Контрольная</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Контроль полученных размеров 2. Контроль шероховатости 	<p>025 Фрезерная с ЧПУ</p> <p>А. Установить заготовку на поворотный стол.</p> <p>Базы: Торец и внутренняя цилиндрическая поверхность.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Центровать 17 отверстий в размер $21^{\circ} \pm 30'$ и $51 \pm 0,22$. 2. Сверлить 17 отверстий в размер $21^{\circ} \pm 30'$, $\varnothing 102 \pm 0,22$, $10^{+0,36}$, $32_{-0,3}$. 3. Фрезеровать 17 отверстий в размер $29 \pm 0,125$, $4,5 \pm 0,15$, $\varnothing 20_{+0,43}$, $\varnothing 17_{+0,43}$.
 <p>32_{-0,3}</p> <p>29±0,125</p> <p>4,5±0,15</p> <p>21°11'×16=338°49'</p> <p>21°±30'</p> <p>ϕ102±0,22</p> <p>Ra 6,3</p> <p>ϕ17_{+0,43}</p> <p>17 отв.</p>	

Продолжение таблицы 1

<p>027 Слесарная</p> <p>1. Снять заусенцы притупить острые кромки</p>	
<p>028 Контрольная</p> <p>1. Контроль полученных размеров</p> <p>2. Контроль шероховатости</p>	
<p>030 Термическая</p> <p>1. ТВЧ 49...53 HRCэ; h 0,8...1,2</p>	
	<p>035 Круглошлифовальная</p> <p>А. Установить заготовку в трехкулачковый самоцентрирующиеся патрон.</p> <p>База: Внутренняя цилиндрическая поверхность и торец.</p> <p>1. Шлифовать диаметр $\varnothing 125_{-0,02}, \varnothing 150_{-0,014}^{-0,039}$.</p>

Продолжение таблицы 1

	<p>040 Полировочная.</p> <p>А. Установить деталь на оправку.</p> <p>База: Внутренняя цилиндрическая поверхность и торец.</p> <p>1. Полировать поверхность согласно эскизу.</p>
<p>042 Слесарная</p> <p>1. Снять заусенцы притупить острые кромки</p>	
<p>045 Промывочная</p> <p>1. Промыть деталь, согласно ТТП 01279-0002 вар.1.</p>	
<p>050 Контрольная</p> <p>1. Контролировать размеры детали в соответствии с чертежом.</p>	
<p>055 Консервация</p> <p>1. Консервировать деталь, согласно ТТП 01279-00001 вар.1.</p>	

2.5 Расчет припусков на обработку.

Из-за высокой стоимости материалов необходимо снизить количество снимаемого материала для получения готовой детали.

Основной способ снижения материалоемкости является уменьшение припуска на обработку.

Припуск – слой удаляемого материала с поверхности обрабатываемой заготовки для обеспечения заданных параметров детали.

Припуск назначают для минимизации погрешностей, возникающих на предыдущих операциях обработки. Для элементарных поверхностей предусмотрены справочные таблицы ГОСТ, по которым назначают припуск на обработку. Также проводится аналитический расчет для определения минимальной необходимой величины припуска на механическую обработку Z_{\min} . Для аналитического расчета требуется установить все составляющие элементы припуска [4].

R_{zi-1} – величина шероховатости поверхности, полученная на предыдущем переходе;

h_{i-1} – толщина дефектного слоя, на предыдущем переходе;

$\Delta \sum_{i-1}$ – суммарные отклонения расположения и формы обрабатываемой поверхности на предшествующем переходе;

ε_i – погрешность установки заготовки на данном.

Расчетные формулы:

для последовательной обработки поверхностей (односторонний припуск):

$$z_{1\min} = (Rz + h)_{i-1} + \Delta \sum_{i-1} + \varepsilon_i \quad (1)$$

При точении наружных и внутренних поверхностей:

$$2z_{1\min} = 2[(Rz + h)_{i-1} + \Delta_{\sum_{i-1}} + \varepsilon_i] \quad (2)$$

Величины R_i и h даны в таблицах справочников [7], и выбираются исходя от способа обработки и вида поверхности заготовки. Величина $\Delta_{\sum_{i-1}}$ определяется как сумма всех возможных отклонений положения. В общем случае величина $\Delta_{\sum_{i-1}}$ определяется как погрешность коробления и погрешность кривизны, ε_i – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе, эти величины предоставлены в таблицах [4].

Произведем расчет припусков на механическую обработку диаметральных размеров внешнего $\varnothing 150_{g6}$ и внутреннего $\varnothing 72$ размеров детали и занесем их в таблицы 2 и 3.

Пространственные погрешности Δ определяются согласно рекомендациям [4].

$$\Delta_D = D \cdot \Delta K$$

$$\Delta_L = L \cdot \Delta K$$

где $D = 160$ - диаметр поверхности, мм;

$L = 45$ – длина заготовки, мм;

$\Delta K = 1$ удельная погрешность заготовки длиной до 120 мм обычной точности без правки, мкм/мм (таблица 5.9 [7]).

Общая пространственная погрешность, рассчитывается как:

$$\Delta = \sqrt{(\Delta_D)^2 + (\Delta_L)^2}$$

Подставив величины имеем:

$$\Delta_D = 160 \cdot 1 = 160 \text{ мкм},$$

$$\Delta_L = 45 \cdot 1 = 45 \text{ мкм}.$$

Тогда общая погрешность для заготовки будет равна:

$$\Delta_1 = \sqrt{(160)^2 + (45)^2} = 166,2 \text{ мкм}.$$

Для последующих переходов, пространственная погрешность меняется в соответствии коэффициента уточнения и определяем по формуле:

$$\Delta_2 = \Delta_1 \cdot K_y,$$

где, $K_y = 0,06$ – коэффициент уточнения для черновой обработки, дан в таблице (5.13) [7].

Тогда общая погрешность для черновой обработки будет равна:

$$\Delta_2 = 166,2 \cdot 0,06 = 9,972 \text{ мкм}$$

Для последующих операций общая пространственная погрешность рассчитывается по подобию.

Определить погрешность установки заготовки ε можно при помощи расчетов и таблиц. Используем расчетный метод.

Погрешности установки ε , мкм, определяем, как:

$$\varepsilon_2 = \sqrt{\varepsilon_3^2 + \varepsilon_p^2}$$

где, $\varepsilon_3^2 = 160^2$ – погрешность, зависящая от диаметра поверхности, мкм;

$$\varepsilon_p^2 = 0,25 \sqrt{T_D^2 + 1}$$

где, $T_D^2 = 1$ – погрешность, зависящая от допуска на диаметр проката, мкм.

В таком случае погрешность установки равна:

$$\varepsilon_2 = \sqrt{160^2 + 0,35^2} = 160 \text{ мкм}$$

Для последующих операций погрешность рассчитывается аналогично.

Далее в расчетной карте указываем технологические переходы в порядке их выполнения при обработке; для каждого перехода записываем значения R_z , h , Δ_Σ , ε и T [4].

Таблица 2 – Припуски на механическую обработку наружной поверхности.

Наименование детали – поршень. Материал – сталь 40х											
Элементарная поверхность для расчета припуска – цилиндр диаметром 150g6											
Элементарная поверхность детали и технологический маршрут ее обработки	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2z_{\min}$, мкм	Расчетный минимальный размер, мм	Допуск на изготовление T_d , мкм	Принятые размеры по переходам, мм		Полученные предельные припуски, мкм	
	R_z	h	Δ	ε				d_{\max}	d_{\min}	$2z_{\max}$	$2z_{\min}$
Сортовой прокат	200	300	166,2	160	-	152	1000	153	152	-	-
Точение:											
Черновое	63	60	9,972	10	1652,4	150,4	400	150,8	150,4	2200	1600
Чистовое	32	30	0,49	-	285,94	150,1	160	150,26	150,1	540	300
Тонкое	6,3	-	0,016	-	125	149,97	63	150,036	149,973	224	127
Шлифование	0,8	-	-	-	12,6	149,96	25	149,986	149,961	50	12
Итого Z_o	Проверка расчета: $Td_s - Td_d = 975 = 2z_{o\max} - 2z_{o\min} = 3014 - 2039$									3014	2039

Следующий шаг - расчет минимального расчетного припуска $2Z_{\min}$ мкм, согласно формуле (2):

$$2z_{1\min} = 2[(Rz + h)_{i-1} + \Delta_{\sum_{i-1}} + \varepsilon_i]$$

Подставив все, уже полученные, данные получим:

для точения чернового

$$2z_{1\min} = 2[200 + 300 + 166,2 + 160] = 2 \cdot 826,2$$

для точения чистового

$$2z_{1\min} = 2[63 + 60 + 9,972 + 10] = 2 \cdot 142,972$$

для точения тонкого

$$2z_{1\min} = 2[32 + 30 + 0,49] = 2 \cdot 62,49$$

для шлифования

$$2z_{1\min} = 2[6,3 + 0,016] = 2 \cdot 6,316$$

Припуск $2Z_{\min}$ для последующих операций рассчитывается по подобию.

Далее определяем предельные промежуточные размеры d_{\min} и d_{\max} по формулам:

$$d_{\min i-1} = d_{\min i} + 2z_{\min i};$$

$$d_{\max i-1} = d_{\min i-1} + T_{di-1}.$$

где $2z_{\min i}$ – минимальный расчетный припуск по диаметру на выполняемый технологический переход; $d_{\min i-1}$, $d_{\max i-1}$ – наименьшие и наибольшие предельные размеры, полученные на предшествующем переходе; $d_{\min i}$ – наименьший предельный размер на выполняемом переходе; T_{di-1} допуск на предшествующем переходе.

Начинаем расчет от диаметра который требуется получить $\varnothing 150g6$ т.к. для него уже известны предельные размеры по заданию d_{\min} и d_{\max} .

Подставив расчетные и известные данные в формулы получим:

d_{\min} : для шлифования

$$d_{\min} = 149,961 + 0,012 = 149,973;$$

для тонкого точения

$$d_{\min} = 149,973 + 0,125 = 150,098;$$

для чистового точения

$$d_{\min} = 150,098 + 0,286 = 150,384;$$

для чернового точения

$$d_{\min} = 150,384 + 1,652 = 152,036;$$

для d_{\max} производим аналогичный расчет и заносим результаты в таблицу.

Производим расчет фактических предельных значений припусков $2z_{\max}$ как разность наибольших размеров и $2z_{\min}$ как разность наименьших предельных размеров на предшествующем и выполняемым переходом [4].

Рассчитываем общие припуски $2z_{O\max}$ и $2z_{O\min}$ как суммы предельных припусков $2z_{\max}$ и $2z_{\min}$ соответственно, результаты заносим в таблицу.

Для проверки правильности расчетов воспользуемся формулой:

$$Td_z - Td_d = 2z_{O\max} - 2z_{O\min}$$

где Td_z - допуск заготовки; Td_d - допуск детали; $2z_{O\max}$ - общий максимальный предельный припуск; $2z_{O\min}$ - общий минимальный предельный припуск.

Подставив значения в формулу получим:

$$Td_z - Td_d = 975 = 2z_{O\max} - 2z_{O\min} = 3014 - 2039$$

Равенство соблюдается значит расчеты выполнены верно.

Для внутреннего $\varnothing 72$ производим аналогичный расчет и заносим результаты в таблицу, коэффициенты задаются по справочным таблицам [7].

Таблица 3. Припуски на механическую обработку внутренней поверхности

Наименование детали – поршень. Материал – сталь 40х											
Элементарная поверхность для расчета припуска – внутренний диаметр $\varnothing 72^{+0,05}$											
Элементарная поверхность детали и технологический маршрут ее обработки	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2z_{\min}$, мкм	Расчетный минимальный размер, мм	Допуск на изготовление Td , мкм	Принятые размеры по переходам, мм		Полученные предельные припуски, мкм	
	R_z	h	Δ	ε				d_{\max}	d_{\min}	$2z_{\max}$	$2z_{\min}$
Расточка:											
Черновая	40	50	7,3	-	194,6	70,016	300	71,953	71,653	-	-
Получистовая	20	20	0,36	-	81	70	120	72,034	71,914	261	81
Чистовая	3,2	5	-	-	16,4	70	50	72,05	72	86	16
Итого Z_o	Проверка расчета: $Td_z - Td_d = 250 = 2z_{O\max} - 2z_{O\min} = 347 - 97$									347	97

2.6 Расчет режимов резания

2.6.1 Расчет режимов резания для отрезной операции 005

Выбираем отрезной станок 8725

Полотно ножовочное 2800-0047 ГОСТ 6645-86

Обрабатываемый материал: Сталь 40Х

Для отрезной операции режимы резания выбираем из справочника[4].

1) Задаем скорость резания: $V = 26 \frac{м}{мин}$

2) Задаем подачу: $s_m = 25 \frac{мм}{мин}$

3) Задаем подачу на зуб: $s_z = 0,1мм$

4) глубина резания: $t = s_z \cdot z = 0,1 \cdot 15 = 1,5мм$

Выбираем отрезной станок 8725

Обрабатываемый материал: Сталь 40Х

2.6.2 Расчет режимов резания для токарной операции 010

Выбираем станок 16К20

$N_{ст} = 12кВт$ – номинальная мощность станка 16К20.

Инструменты: проходной резец с СМП из твердого сплава Т15К6 с углом наклона головки резца 45° (Резец проходной 2100-1958 ГОСТ 26611-85; Пластина 01331-160408 ГОСТ 19045-80-Т15К6).

Приведенный пример расчета представлен для проходного резца, остальные результаты расчетов внесены в операционную карту.

Обрабатываемый материал: Сталь 40Х

1. Точение.

1) Задаем глубину резания: $t = 1мм$

2) Задаем подачу: $s = 0,32 \text{ мм / об.}$

3) Рассчитываем скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} \cdot K_v = \frac{290}{45^{0,2} \cdot 0,32^{0,35} \cdot 1^{0,15}} \cdot 3,11 = 131 \text{ м / мин.}$$

где $C_v = 290$, $m = 0,2$, $x = 0,35$, $y = 0,15$ – коэффициент и показатели степени при обработке резцами с твердым сплавом Т15К6 [4];

$T = 45$ мин. – значение стойкости при одноинструментальной обработке.

$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv} = 3,11$ – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки $K_{mv} = 3,46$ (табл. 1), состояние поверхности $K_{nv} = 0,9$ (табл. 5), материала инструмента $K_{uv} = 1$ (табл. 6).

4) Рассчитываем силу резания:

$$P = 10 C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,32^{0,75} \cdot 480^{-0,15} \cdot 0,5 = 455 \text{ кН.}$$

Где $C_p = 300$, $n = -0,15$, $x = 1$, $y = 0,75$ – коэффициент и показатели степени при точении [4];

$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{rp} K_{lp} K_{tp} = 0,5$ – коэффициент, учитывающий фактические условия резания [4].

5) Вычисляем мощность резания:

$$N = \frac{PV}{1020 \cdot 60} = \frac{455 \cdot 480}{1020 \cdot 60} = 3,6 \text{ кВт.}$$

2. Сверление

Инструменты: Сверло спиральное $\varnothing 20$ мм. 2300-5597-А1 ГОСТ 4010-77.

Расчет и режимы резания рассчитаны для сверла $\varnothing 20$ мм, остальные режимы приведены в операционных картах.

Обрабатываемый материал: Сталь 40Х

1) Задаем глубину резания: $t = 10 \text{ мм.}$

2) Задаем подачу: $s = 0,43 \text{ мм / об.}$

3) Рассчитываем скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{9,8 \cdot 20^{0,4}}{45^{0,2} \cdot 0,43^{0,5}} \cdot 3,98 = 15 \text{ м / мин.}$$

Где $C_v = 9,8$, $m = 0,2$, $q = 0,4$, $y = 0,5$ – коэффициент и показатели степени при обработке сверлами Р6М5 (табл. 17);

$T = 45$ мин. – значение стойкости при одноинструментальной обработке.

$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv} = 3,98$ – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки $K_{mv} = 3,46$ (табл.1), состояние поверхности $K_{nv} = 1,15$ (табл. 5), материала инструмента $K_{uv} = 1$ (табл. 6).

Частота вращения инструмента

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{15 \cdot 1000}{3,14 \cdot 20} = 250 \text{ об / мин.}$$

4) Рассчитываем крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 C_m \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 20^2 \cdot 0,43^{0,8} \cdot 0,43 = 243 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

Где $C_m = 0,0345$, $q = 2$, $y = 0,8$ – коэффициент и показатели степени при точении (табл. 22);

$K_p = K_{mp} K_{\phi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 3,98$ – коэффициент, учитывающий фактические условия резания (табл.9,10 и 23).

5) Вычисляем мощность резания:

$$N = \frac{M_{кр} n}{9750} = \frac{243 \cdot 250}{9750} = 6,2 \text{ кВт.}$$

2.6.3 Расчет режимов резания для токарной операции 015

Выбираем станок СТХ 310 esoline

$N_{ст} = 11 \text{ кВт}$ – номинальная мощность станка СТХ 310 esoline.

Инструмент: проходной резец с СМП из твердого сплава Т15К6 с углом наклона головки резца 45° (Резец проходной 2100-1958 ГОСТ 26611-85; Пластина 01331-160408 ГОСТ 19045-80-Т15К6

Радиус при вершине 0,4 мм по ГОСТ 18880 – 73.

Обрабатываемый материал: Сталь 40Х

Приведенный пример расчета представлен для проходного резца Т15К6, остальные результаты расчетов внесены в операционную карту.

1. Точение.

1) Задаем глубину резания: $t = 2 \text{ мм}$.

2) Задаем подачу: $s = 0,2 \text{ мм / об}$.

3) Рассчитываем скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} \cdot K_v = \frac{290}{45^{0,2} \cdot 0,32^{0,35} \cdot 1^{0,15}} \cdot 3,11 = 240 \text{ м / мин.}$$

Где $C_v = 290$, $m = 0,2$, $x = 0,35$, $y = 0,15$ – коэффициент и показатели степени при обработке резцами с твердым сплавом Т15К6 (табл. 17) [2].;

$T = 45$ мин. – значение стойкости при одноинструментальной обработке.

$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv} = 3,11$ – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки $K_{mv} = 3,46$ (табл.1), состояние поверхности $K_{nv} = 0,9$ (табл. 5), материала инструмента $K_{uv} = 1$ (табл. 6).

4) Рассчитываем силу резания:

$$P = 10 C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,32^{0,75} \cdot 240^{-0,15} \cdot 0,5 = 455 \text{ кН.}$$

Где $C_p = 300$, $n = -0,15$, $x = 1$, $y = 0,75$ – коэффициент и показатели степени при точении (табл. 22);

$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{rp} K_{lp} K_{tp} = 0,5$ – коэффициент, учитывающий фактические условия резания (табл.9,10 и 23).

5) Вычисляем мощность резания:

$$N = \frac{PV}{1020 \cdot 60} = \frac{455 \cdot 480}{1020 \cdot 60} = 3,6 \text{ кВт.}$$

2.6.4 Расчет режимов резания для фрезерной операции 025

Выбираем станок обрабатывающий центр с ЧПУ HAAS VF-3

$N_{ст} = 22,4 \text{ кВт}$ – номинальная мощность станка HAAS VF-3.

Инструмент: Фреза $\varnothing 12$, 2220-0271, ВК8 ГОСТ 18372-73.

Обрабатываемый материал: Сталь 40Х

Приведенный пример расчета представлен для фрезы ВК8, остальные результаты расчетов внесены в операционную карту.

1) Задаем глубину резания: $t = 0,3 \text{ мм}$.

2) Задаем подачу на зуб по табл. 35 : $s_z = 0,03 \text{ мм / об.}$ $z = 4$.

3) Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} \cdot K_v = \frac{234 \cdot 12^{0,44}}{120^{0,37} \cdot 0,3^{0,24} \cdot 0,03^{0,26} \cdot 9^{0,1} \cdot 4^{0,13}} \cdot 3,11 = 155 \text{ м / мин}$$

Где $C_v = 234$, $m = 0,37$, $y = 0,26$, $q = 0,44$, $x = 0,24$, $u = 0,1$, $p = 0,13$ – коэффициент и показатели степени при фрезеровании (табл. 81);

$T = 120$ мин. – среднее значение стойкости при фрезеровании (табл.82).

$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{iv} = 3,11$ – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки $K_{mv} = 3,46$ (табл.1), ширину фрезерования $K_{iv} = 0,9$ (табл. 5), материала инструмента $K_{nv} = 1$ (табл. 6).

Частота вращения инструмента

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{155 \cdot 1000}{3,14 \cdot 12} = 4600 \text{ об / мин.}$$

4) Сила резания:

$$P = \frac{10 C_p \cdot t^x s_z^y B^n z}{D^q n^w} \cdot K_{mp} = \frac{10 \cdot 12,5 \cdot 1^{0,85} \cdot 0,8^{0,75} \cdot 3 \cdot 4}{8^{0,73} \cdot 4600^{-0,13}} \cdot 0,39 = 330 \text{ Н.}$$

Где $C_p = 12,5$, $y = 0,75$, $q = 0,73$, $x = 0,85$, $u = 1$, $w = -0,13$ – коэффициент и показатели степени при фрезеровании (табл. 83);

5) Мощность резания

$$N = \frac{PV}{1020 \cdot 60} = \frac{155 \cdot 330}{1020 \cdot 60} = 0,84 \text{ кВт.}$$

2.6.5 Расчет режимов резания для круглошлифовальной операции 035

$N_{ст} = 21,5 \text{ кВт}$ — номинальная мощность универсального круглошлифовального станка 3М175.

Инструмент: Шлифовальный круг ПП 500х50х203 25А 10-П С2 7 К1А 35м/с
А 1кл ГОСТ 2424-83

1) По табл. 55 [4] назначаем режимы резания:

$$V_{\text{Круга}} = 35 \text{ м / с}, V_{\text{заготовки}} = 25 \text{ м / мин}, t = 0,01, S_{\text{прод}} = 0,3 \text{ мм / об}, B = 50 \text{ мм}.$$

Где t — глубина шлифования;

B — ширина шлифовального круга.

2) Мощность резания:

$$N = C_N \cdot v^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q \cdot b^z = 1,3 \cdot 25^{0,75} \cdot 0,01^{0,85} \cdot 9^{0,7} \cdot 40^{0,2} \cdot 28 = 7,3 \text{ кВт}.$$

Где $C_N = 1,3, r = 0,7, y = 0,7, x = 0,85$ — коэффициент и показатели степени при шлифовании [4];

Режимы резания для остальных операций рассчитываются по подобию и вносим в таблицу номер 4.

Таблица 4. Режимы резания.

Номер операции	Инструмент	Глубина t, мм	Подача s, мм/об	Скорость V, м/мин	Стойкость T, мин
005 Заготовительная	Полотно ножовочное 2800-0047 ГОСТ 6645-86	1,5	25	26	123
010 Токарная					
Подрезка торца 41,5(-1,3) мм	Резец проходной 2100-1958 ГОСТ 26611-85; Пластина 01331-160408 ГОСТ 19045-80-T15K6	1	0,32	131	45
Наружное точение диаметра $\varnothing 151,1(-0,6)$ мм	Резец проходной 2100-1958 ГОСТ 26611-85; Пластина 01331-160408 ГОСТ 19045-80-T15K6	2	0,32	131	45
Центровка отверстия	Сверло центровочное $\varnothing 5$ мм 2317-0107 ГОСТ 14952-75 P6M5	2,5	0,43	15	30
Сверление сквозного отверстия $\varnothing 20$ мм	Сверло спиральное $\varnothing 20$ мм 2300-5597-A1 ГОСТ 4010-77	1	0,43	15	60
Рассверливание отверстия $\varnothing 40$ мм	Сверло $\varnothing 40$ мм 2300-5597-A1 ГОСТ 4010-77	1	0,43	15	75
Растачивание отверстия $\varnothing 72(+0,02)$ мм	Резец расточной 2141-6162 ГОСТ 20872-80, Пластина 08116-190610 ГОСТ 19062-80-T15K6	0,5	0,32	131	45
015 Токарная с ЧПУ					
Подрезать торец 38,5(-0,3) мм	Резец 2100-2069 ГОСТ 26611-85; Пластина 01331-160408 ГОСТ 19045-80-T15K6	1	0,2	240	45
Точить наружный диаметр $\varnothing 125,2(-0,1)$ мм	Резец проходной 2100-1958 ГОСТ 26611-85; Пластина 01331-160408 ГОСТ 19045-80-T15K6	2	4	240	60
Подрезать торец 38(-0,62) мм	Резец 2100-2069 ГОСТ 26611-85; Пластина 01331-160408 ГОСТ 19045-80-T15K6	1	0,2	131	45
Точить торец $\varnothing 124(-1)$; 1,5($\pm 0,125$) мм	Резец проходной 2100-1958 ГОСТ 26611-85; Пластина 01331-160408 ГОСТ 19045-80-T15K6	2	0,3	131	60

Продолжение таблицы 4.

Точить наружный диаметр Ø150,2(-0,1) мм	Резец проходной 2100-1958 ГОСТ 26611-85; Пластина 01331-160408 ГОСТ 19045-80-T15K6	0,3	0,1	131	60
Точить канавку Ø144(+0,063) мм	Резец канавочный 2100-1958 ГОСТ 18874-73	1	0,32	480	60
025 Фрезерная с ЧПУ					
Центровать 17 отверстий	Сверло центровочное Ø5 мм 2317-0107 ГОСТ 14952-75 P6M5	0,3	0,43	30	20
Сверлить 17 отверстий Ø102±0,22 мм	Сверло 2300-5597-A1 ГОСТ 4010-77	0,3	0,32	15	60
Фрезеровать 17 отверстий Ø102±0,22 мм	Фреза 2220-0271 BK8 ГОСТ 18372-73	0,3	0,32	155	90
035 Круглошлифовальная					
Шлифовать наружный диаметр	Круг шлифовальный ПП 500х50х203 25А 10-П С2 7 К1А 35м/с А 1кл ГОСТ 2424-83	0,01	90	240	

2.7 Расчет норм времени технологического процесса

2.7.1 Краткие теоретические сведения

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

$$t_{шк} = t_O + t_B + t_{обс} + t_{л} + t_{пз} / n;$$

Где t_O – основное время обработки;

t_B – вспомогательное время;

$t_{обс}$ – время обслуживания рабочего места;

$t_{л}$ – время на личные потребности рабочего;

$t_{пз}$ – подготовительно – заключительное время;

$n = 1500$ дет. – годовая программа выпуска деталей, выбирается согласно рекомендациям [25] для выполнения расчета.

Основное время определяется как:

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

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

$$t_B = 0,15 t_O.$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{обс} = t_T + t_{орз};$$

Где t_T – время технического обслуживания (6% от $t_{оп}$);

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

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

Подготовительно – заключительное время ($t_{пз} = t_{смены} = 8ч.$).

2.7.2 Расчет норм времени для операции 005

1) Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{ПОД}} + l_{\text{СХ}} + t \cdot \text{ctg} \varphi = 160 + 1,5 + 1 + 1 = 163,5 \text{ мм.}$$

2) Определяем минутную подачу:

$$S_M = 25 \text{ мм / мин}$$

3) Число рабочих ходов $i=1$.

4) Тогда основное время $t_O = 6,54 \text{ мин}$

2. Вспомогательное время операции:

$$t_B = 0,15 t_O = 0,981 \text{ мин}$$

3. Расчет оперативного времени:

$$t_{\text{ОП}} = t_O + t_B = 7,52 \text{ мин}$$

4. Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{Обс}} = t_T + t_{\text{ОРГ}} = 0,06 t_{\text{ОП}} + 0,08 t_{\text{ОП}} = 0,45 + 0,6 = 1,05 \text{ мин}$$

5. Расчет времени на личные потребности:

$$t_{\text{П}} = 0,025 t_O = 0,164 \text{ мин}$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{\text{ШК05}} = t_O + t_B + t_{\text{Обс}} + t_{\text{П}} + t_{\text{ПЗ}} / n = 6,54 + 0,981 + 1,05 + 0,164 + 480 / 1500 = 9,055 \text{ мин.}$$

2.7.3 Расчет норм времени для операции 010

1. Подрезка торца

1) Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{ПОД}} + l_{\text{БР}} + l_{\text{СХ}} = 82,5 + 1 + 1 + 1 = 85,5 \text{ мм.}$$

2) Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,32 \cdot 764 = 256 \text{ мм / мин}$$

3) Число рабочих ходов $i=3$.

4) Тогда основное время $t_O = 1 \text{ мин}$

2. Точение наружной поверхности

1) Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{ПОД}} + l_{\text{БР}} + l_{\text{СХ}} = 20 + 1 + 1 + 1 = 23 \text{ мм.}$$

2) Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,32 \cdot 764 = 256 \text{ мм / мин}$$

3) Число рабочих ходов $i=5$.

4) Тогда основное время $t_o = 0,5 \text{ мин}$

3. Центровка отверстия

1) Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{ПОД}} + l_{\text{БР}} + l_{\text{СХ}} = 6 + 1 + 1 + 1 = 9 \text{ мм.}$$

2) Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,43 \cdot 600 = 240 \text{ мм / мин}$$

3) Число рабочих ходов $i=1$.

4) Тогда основное время $t_o = 0,04 \text{ мин}$

4. Сверление отверстия

1) Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{ПОД}} + l_{\text{БР}} + l_{\text{СХ}} = 41,5 + 10 + 1 + 1 = 53,5 \text{ мм.}$$

2) Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,43 \cdot 1466 = 630 \text{ мм / мин}$$

3) Число рабочих ходов $i=1$.

4) Тогда основное время $t_o = 0,1 \text{ мин}$

5. Сверление отверстия

1) Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{ПОД}} + l_{\text{БР}} + l_{\text{СХ}} = 41,5 + 10 + 1 + 1 = 53,5 \text{ мм.}$$

2) Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,43 \cdot 250 = 120 \text{ мм / мин}$$

3) Число рабочих ходов $i=1$.

4) Тогда основное время $t_o = 0,5 \text{ мин}$

6. Расточка отверстия

1) Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{ПОД}} + l_{\text{БР}} + l_{\text{СХ}} = 41,5 + 1 + 1 + 1 = 44,5 \text{ мм.}$$

2) Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,32 \cdot 800 = 256 \text{ мм / мин}$$

3) Число рабочих ходов $i=30$.

4) Тогда основное время $t_O = 2,78 \text{ мин}$

7. Общее основное время:

$$\begin{aligned} t_O &= t_{O1} + t_{O2} + t_{O3} + t_{O4} + t_{O5} + t_{O6} = \\ &= 1 + 0,5 + 0,04 + 0,1 + 0,5 + 2,78 = 4,92 \text{ мин} \end{aligned}$$

8. Вспомогательное время операции:

$$t_B = 0,15 t_O = 0,738 \text{ мин}$$

9. Расчет оперативного времени:

$$t_{OP} = t_O + t_B = 5,658 \text{ мин}$$

10. Время обслуживания рабочего места:

$$t_{Oбс} = t_T + t_{ОРГ} = 0,06 t_{OP} + 0,08 t_{OP} = 0,8 \text{ мин}$$

11. Расчет времени на личные потребности:

$$t_{\Pi} = 0,025 t_O = 0,123 \text{ мин}$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{\text{ШК010}} = t_O + t_B + t_{Oбс} + t_{\Pi} + t_{\PiЗ} / n = 4,92 + 0,738 + 0,8 + 0,123 + 480 / 1000 = 7,1 \text{ мин.}$$

2.7.4 Расчет норм времени для операции 015

1. Подрезка торца

1) Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{ПОД}} + l_{\text{БР}} + l_{\text{СХ}} = 44 + 1 + 1 + 1 = 47 \text{ мм.}$$

2) Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,2 \cdot 1300 = 260 \text{ мм / мин}$$

3) Число рабочих ходов $i=2$.

4) Тогда основное время $t_o = 0,36 \text{ мин}$

2. Точение наружной поверхности

1) Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{ПОД}} + l_{\text{ВР}} + l_{\text{СХ}} = 23,3 + 1 + 1 + 1 = 26,3 \text{ мм.}$$

2) Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,2 \cdot 1300 = 260 \text{ мм / мин}$$

3) Число рабочих ходов $i=4$.

4) Тогда основное время $t_o = 0,4 \text{ мин}$

3. Подрезка торца

1) Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{ПОД}} + l_{\text{ВР}} + l_{\text{СХ}} = 39,5 + 1 + 1 + 1 = 42,5 \text{ мм.}$$

2) Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,2 \cdot 1300 = 260 \text{ мм / мин}$$

3) Число рабочих ходов $i=2$.

4) Тогда основное время $t_o = 0,33 \text{ мин}$

4. Расточка.

1) Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{ПОД}} + l_{\text{ВР}} + l_{\text{СХ}} = 26 + 1 + 1 + 1 = 29 \text{ мм.}$$

2) Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,3 \cdot 700 = 210 \text{ мм / мин}$$

3) Число рабочих ходов $i=6$.

4) Тогда основное время $t_o = 0,83 \text{ мин}$

5. Точить наружную поверхность.

1) Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{ПОД}} + l_{\text{ВР}} + l_{\text{СХ}} = 15 + 1 + 1 + 1 = 18 \text{ мм.}$$

2) Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,32 \cdot 800 = 256 \text{ мм / мин}$$

3) Число рабочих ходов $i=4$.

4) Тогда основное время $t_O = 0,28 \text{ мин}$

6. Точить канавку.

1) Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{ПОД}} + l_{\text{БР}} + l_{\text{СХ}} = 11,4 + 1 + 1 + 1 = 14,4 \text{ мм.}$$

2) Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,32 \cdot 800 = 256 \text{ мм / мин}$$

3) Число рабочих ходов $i=4$.

4) Тогда основное время $t_O = 0,225 \text{ мин}$

7. Общее основное время:

$$\begin{aligned} t_O &= t_{O1} + t_{O2} + t_{O3} + t_{O4} + t_{O5} + t_{O6} + t_{O7} = \\ &= 0,36 + 0,4 + 0,33 + 0,83 + 0,28 + 0,225 = 2,425 \text{ мин} \end{aligned}$$

8. Вспомогательное время операции:

$$t_B = 0,15 t_O = 0,37 \text{ мин}$$

9. Расчет оперативного времени:

$$t_{OP} = t_O + t_B = 2,8 \text{ мин}$$

10. Время обслуживания рабочего места:

$$t_{Обс} = t_T + t_{ОРГ} = 0,06 t_{OP} + 0,08 t_{OP} = 0,392 \text{ мин}$$

11. Расчет времени на личные потребности:

$$t_{\Pi} = 0,025 t_O = 0,06 \text{ мин}$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{\text{ШКО10}} = t_O + t_B + t_{Обс} + t_{\Pi} + t_{ПЗ} / n = 2,425 + 0,37 + 0,392 + 0,06 + 480 / 1000 = 3,73 \text{ мин.}$$

2.7.5 Расчет норм времени для операции 025

1. Центровка отверстий.

1) Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{ПОД}} + l_{\text{ВР}} + l_{\text{СХ}} = 6 + 1 + 1 + 1 = 9 \text{ мм.}$$

2) Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,43 \cdot 800 = 400 \text{ мм / мин}$$

3) Число рабочих ходов $i=17$.

4) Тогда основное время $t_O = 0,39 \text{ мин}$

2. Сверлить отверстия.

1) Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{ПОД}} + l_{\text{ВР}} + l_{\text{СХ}} = 32 + 1 + 1 + 1 = 35 \text{ мм.}$$

2) Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,32 \cdot 300 = 90 \text{ мм / мин}$$

3) Число рабочих ходов $i=17$.

4) Тогда основное время $t_O = 6,6 \text{ мин}$

3. Фрезеровка.

1) Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{ПОД}} + l_{\text{ВР}} + l_{\text{СХ}} = 29 + 1 + 1 + 1 = 32 \text{ мм.}$$

2) Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,32 \cdot 2763 = 880 \text{ мм / мин}$$

3) Число рабочих ходов $i=17$.

4) Тогда основное время $t_O = 0,62 \text{ мин}$

7. Общее основное время:

$$\begin{aligned} t_O &= t_{O1} + t_{O2} + t_{O3} = \\ &= 0,39 + 6,6 + 0,62 = 7,61 \text{ мин} \end{aligned}$$

8. Вспомогательное время операции:

$$t_B = 0,15 t_O = 1,14 \text{ мин}$$

9. Расчет оперативного времени:

$$t_{OP} = t_O + t_B = 8,75 \text{ мин}$$

10. Время обслуживания рабочего места:

$$t_{Обс} = t_T + t_{ОРГ} = 0,06t_{OP} + 0,08t_{OP} = 1,225 \text{ мин}$$

11. Время на личные потребности:

$$t_{П} = 0,025t_O = 0,2 \text{ мин}$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{ШК010} = t_O + t_B + t_{Обс} + t_{П} + t_{ПЗ} / n = 7,61 + 1,14 + 1,225 + 0,2 + 480 / 1000 = 10,655 \text{ мин.}$$

2.7.6 Расчет норм времени для операции 035

1. Круглошлифовальная

1) Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{ПОД} + l_{БР} + l_{СХ} = 38 + 1 + 1 + 1 = 41 \text{ мм.}$$

2) Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,3 \cdot 278 = 83,4 \text{ мм / мин}$$

3) Число рабочих ходов $i=12$.

4) Тогда основное время $t_O = 6 \text{ мин}$

2. Вспомогательное время операции:

$$t_B = 0,15t_O = 0,9 \text{ мин}$$

3. Оперативное время:

$$t_{OP} = t_O + t_B = 6,9 \text{ мин}$$

4. Время обслуживания рабочего места:

$$t_{Обс} = t_T + t_{ОРГ} = 0,06t_{OP} + 0,08t_{OP} = 0,97 \text{ мин}$$

5. Расчет времени на личные потребности:

$$t_{П} = 0,025t_O = 0,15 \text{ мин}$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{ШК010} = t_O + t_B + t_{Обс} + t_{П} + t_{ПЗ} / n = 6 + 0,9 + 0,97 + 0,15 + 480 / 1000 = 8,5 \text{ мин}$$

2.7.7 Расчет норм времени для операции 040

1. Полировка.

1) Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{ПОД}} + l_{\text{БР}} + l_{\text{СХ}} = 23 + 1 + 1 + 1 = 26 \text{ мм.}$$

2) Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,1 \cdot 1466 = 146,6 \text{ мм / мин}$$

3) Число рабочих ходов $i=20$.

4) Тогда основное время

$$t_O = 3,5 \text{ мин}$$

2. Вспомогательное время операции:

$$t_B = 0,15 t_O = 0,53 \text{ мин}$$

3. Расчет оперативного времени:

$$t_{\text{ОП}} = t_O + t_B = 4,03 \text{ мин}$$

10. Время на обслуживание рабочего места:

$$t_{\text{Обс}} = t_T + t_{\text{ОРГ}} = 0,06 t_{\text{ОП}} + 0,08 t_{\text{ОП}} = 0,56 \text{ мин}$$

11. Расчет времени на личные потребности:

$$t_{\text{Л}} = 0,025 t_O = 0,09 \text{ мин}$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{\text{ШК010}} = t_O + t_B + t_{\text{Обс}} + t_{\text{Л}} + t_{\text{ПЗ}} / n = 3,5 + 0,53 + 0,56 + 0,09 + 480 / 1000 = 5,16 \text{ мин.}$$

Таким образом, полное время изготовления детали составляет сумма

значений штучно-калькуляционного времени всех операций и оно равно 44,2 мин.

2.8 Размерный анализ технологического процесса.

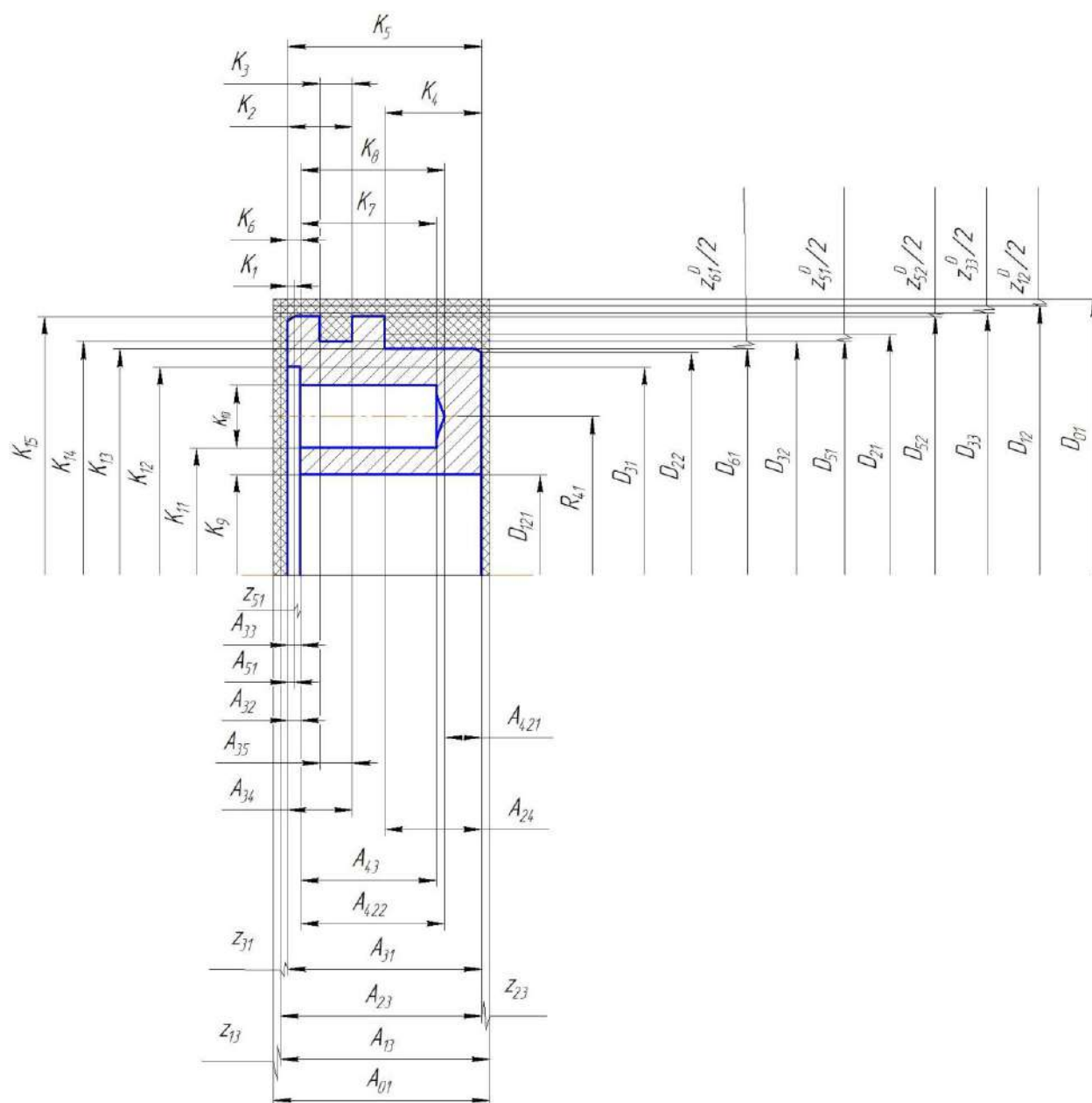


Рис. 2 - Размерная схема изготовления детали

1. Назначение допусков на осевые технологические размеры:

1) Размер A_{01} :

$$TA_{01} = \omega_c + \rho_0 = 2 \text{ мм}$$

где ω_c –статистическая погрешность обработки на универсальном токарном станке;

ρ_0 – погрешность формы, полученная на предыдущей операции.

2) Размер A_{13} :

$$TA_{13} = \omega_c + \rho_0 = 0,3 + 1 = 1,3 \text{ мм}$$

где ω_c – статистическая погрешность обработки на станке;

ρ_0 – погрешность формы, полученная на предыдущей операции.

3) Размер A_{11} :

$$TA_{11} = \omega_c + 0,06\rho_0 = 0,3 \text{ мм}$$

4) Размер A_{23} :

$$TA_{23} = \omega_c + 0,06\rho_0 = 0,3 \text{ мм}$$

5) Размер A_{24} :

$$TA_{24} = \omega_c + 0,06\rho_0 = 0,52 \text{ мм}$$

6) Размер A_{31} :

$$TA_{31} = TK_5 = 0,62 \text{ мм}$$

7) Размер A_{32} :

$$TA_{32} = TK_6 = 0,25 \text{ мм}$$

8) Размер A_{33} :

$$TA_{33} = \omega_c = 0,3 \text{ мм}$$

9) Размер A_{34} :

$$TA_{34} = TK_2 = 0,43 \text{ мм}$$

10) Размер A_{35} :

$$TA_{35} = TK_3 = 0,18 \text{ мм}$$

11) Размер A_{422} :

$$TA_{422} = TK_8 = 0,62 \text{ мм}$$

11) Размер A_{43} :

$$TA_{43} = TK_7 = 0,25\text{мм}$$

12) Размер A_{421} :

$$TA_{421} = \omega_c + 0,06\rho_0 = 0,3\text{мм}$$

13) Размер A_{51} :

$$TA_{51} = TK_1 = 0,02\text{мм}$$

2. Назначение допусков на диаметральные технологические размеры

1) Размер D_{01} :

$$TD_{01} = 1,4\text{мм}$$

2) Размер D_{12} :

$$TD_{12} = \omega_c + p_0 = 1,3\text{мм}$$

где ω_c – статистическая погрешность обработки на станке;

ρ_0 – погрешность формы, полученная на заготовительной операции.

3) Размер D_{121} :

$$TD_{121} = TK_9 = 0,1\text{мм}$$

4) Размер D_{22} :

$$TD_{22} = \omega_c = 0,6\text{мм}$$

5) Размер D_{21} :

$$TD_{21} = \omega_c = 0,6\text{мм}$$

6) Размер D_{31} :

$$TD_{31} = TK_{12} = 1\text{мм}$$

7) Размер D_{32} :

$$TD_{32} = TK_{14} = 0,063\text{мм}$$

8) Размер D_{33} :

$$TD_{33} = \omega_c = 0,6\text{мм}$$

9) Размер R_{41} :

$$TR_{41} = TK_{11} = 0,44\text{мм}$$

10) Размер D_{52} :

$$TD_{22} = TK_{15} = 0,025\text{мм}$$

11) Размер D_{51} :

$$TD_{51} = \omega_c = 0,02\text{мм}$$

12) Размер D_{61} :

$$TD_{51} = TK_{13} = 0,025\text{мм} .$$

2.8.1. Расчет осевых технологических размеров

Расчет ведется методом среднего значения поля допуска.

1) Размер A_{32} :

$$A_{32} = K_6 = 1,5 \pm 0,125\text{мм}.$$

2) Размер A_{35} :

$$A_{35} = K_3 = 5,4^{+0,18}\text{мм}.$$

3) Размер A_{24} :

$$A_{24} = K_4 = 23 \pm 0,26\text{мм}.$$

4) Размер A_{51} :

$$A_{51} = K_1 = 1,5 + 0,1\text{мм}.$$

5) Размер A_{34} :

$$A_{34} = K_2 = 10,4 \pm 0,43\text{мм}.$$

6) Размер A_{33} :

Рассчитываем среднее значение припуска z_{51CP}

$$z_{51CP} = z_{51min} + \frac{TA_{51} + TA_{33}}{2} = 0,14 + \frac{0,3 + 0,25}{2} = 0,42 \text{ мм.}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера A_{33} :

$$A_{33CP} = A_{51CP} + Z_{51CP} = 1,5 + 0,42 = 1,92 \text{ мм.}$$

Округляем значение технологического размера $A_{33} = 1,95 \pm 0,15 \text{ мм.}$

$$Z_{51} = A_{33} - A_{51} = 1,92 \pm 0,15 - 1,5 \pm 0,125 = 0,42 \pm 0,275 \text{ мм.}$$

7) Размер A_{43} :

$$A_{43} = K_7 = 29 \pm 0,125 \text{ мм.}$$

8) Размер A_{422} :

$$A_{422} = K_8 = 32_{-0,3} \text{ мм.}$$

9) Размер A_{31} :

$$A_{31} = K_5 = 38_{-0,62} \text{ мм.}$$

10) Размер A_{23} :

Рассчитываем среднее значение припуска z_{31CP}

$$z_{31CP} = z_{31min} + \frac{TA_{31} + TA_{23}}{2} = 0,14 + \frac{0,62 + 0,3}{2} = 0,6 \text{ мм.}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера A_{23} :

$$A_{23CP} = A_{31CP} + Z_{31CP} = 37,69 + 0,6 = 38,29 \text{ мм.}$$

Округляем значение технологического размера $A_{23} = 38,5_{-0,3} \text{ мм.}$

$$Z_{31} = A_{23} - A_{31} = 38,5_{-0,3} - 38_{-0,62} = 0,5^{+0,62}_{-0,3} \text{ мм.}$$

11) Размер A_{13} :

Рассчитываем среднее значение припуска z_{23CP}

$$z_{23CP} = z_{23min} + \frac{TA_{13} + TA_{23}}{2} = 1,7 + \frac{1,3 + 0,3}{2} = 2,5 \text{ мм.}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера A_{13} :

$$A_{33CP} = A_{23CP} + Z_{31cp} = 38,35 + 2,5 = 40,85 \text{ мм.}$$

Округляем значение технологического размера $A_{33} = 41,5_{-1,3} \text{ мм.}$

$$Z_{23} = A_{13} - A_{23} = 41,5_{-1,3} - 38,5_{-0,3} = 3^{+0,3}_{-1,3} \text{ мм.}$$

12) Размер A_{01} :

Рассчитываем среднее значение припуска z_{13CP}

$$z_{13CP} = z_{13\min} + \frac{TA_{13} + TA_{01}}{2} = 1,7 + \frac{1,3 + 2}{2} = 3,35 \text{ мм.}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера A_{01} :

$$A_{01CP} = A_{13CP} + Z_{13cp} = 40,85 + 3,35 = 44,2 \text{ мм.}$$

Округляем значение технологического размера $A_{01} = 45,2_{-2} \text{ мм.}$

$$Z_{13} = A_{01} - A_{13} = 45,2_{-2} - 41,5_{-1,3} = 3,7^{+1,3}_{-2} \text{ мм.}$$

13) Размер A_{421} :

Рассчитываем среднее значение технологического размера A_{421} :

$$A_{421CP} = K_{5CP} - A_{32cp} - A_{422cp} = 37,69 - 1,5 - 31,85 = 4,34 \text{ мм.}$$

Округляем значение технологического размера $A_{41} = 4,5 \pm 0,15 \text{ мм.}$

2.8.2 Расчет диаметральных технологических размеров

1) Размер D_{121} :

$$D_{121} = K_9 = 72^{+0,1} \text{ мм.}$$

2) Размер R_{41} :

$$D_{121} = K_9 = 51 \pm 0,22 \text{ мм.}$$

3) Размер D_{22} :

$$D_{22} = K_{16} = 122,8_{-1} \text{ мм.}$$

4) Размер D_{61} :

$$D_{22} = K_{13} = 125^{+0,014}_{-0,039} \text{ мм.}$$

5) Размер D_{51} :

Рассчитываем среднее значение припуска z^D_{61CP}

$$z^D_{61CP} = z^D_{61\min} + \frac{TD_{61} + TD_{32}}{2} = 0,012 + \frac{0,02 + 0,025}{2} = 0,035 \text{ мм.}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера D_{61} :

$$D_{51CP} = D_{61CP} + z^D_{61CP} = 124,97 + 0,03 = 125 \text{ мм.}$$

Округляем значение технологического размера $D_{22} = 125,01_{-0,02} \text{ мм.}$

Вычисляем номинальное значение припуска z^D_{61CP} :

$$z^D_{61} = D_{32} - D_{61} = 125,01_{-0,02} - 125^{+0,014}_{-0,039} = 0,01^{+0,039}_{-0,034} \text{ мм.}$$

6) Размер D_{32} :

$$D_{32} = K_{14} = 144_{-0,063} \text{ мм.}$$

7) Размер D_{21} :

Рассчитываем среднее значение припуска z^D_{51CP}

$$z_{51CP}^D = z_{51min}^D + \frac{TD_{51} + TD_{32}}{2} = 0,08 + \frac{0,1 + 0,02}{2} = 0,13 \text{ мм.}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера D_{21} :

$$D_{21CP} = D_{51CP} + z_{51CP}^D = 125 + 0,1 = 125,1 \text{ мм.}$$

Округляем значение технологического размера $D_{22} = 125,2_{-0,1} \text{ мм.}$

Вычисляем номинальное значение припуска z_{51CP}^D :

$$z_{51}^D = D_{21} - D_{51} = 125,2_{-0,1} - 125,01_{-0,02} = 0,19_{-0,1}^{+0,02} \text{ мм.}$$

8) Размер D_{52} :

$$D_{52} = K_{15} = 150_{-0,039}^{-0,014} \text{ мм.}$$

9) Размер D_{33} :

Рассчитываем среднее значение припуска z_{52CP}^D

$$z_{52CP}^D = z_{52min}^D + \frac{TD_{51} + TD_{32}}{2} = 0,14 + \frac{0,1 + 0,125}{2} = 0,2 \text{ мм.}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера D_{33} :

$$D_{33CP} = D_{52CP} + z_{52CP}^D = 149,97 + 0,2 = 150,2 \text{ мм.}$$

Округляем значение технологического размера $D_{33} = 150,2_{-0,1} \text{ мм.}$

Вычисляем номинальное значение припуска z_{52CP}^D :

$$z_{52}^D = D_{33} - D_{52} = 150,2_{-0,1} - 150_{-0,039}^{-0,014} = 1_{-0,114}^{+0,039} \text{ мм.}$$

10) Размер D_{12} :

Рассчитываем среднее значение припуска z_{33CP}^D

$$z_{33CP}^D = z_{33min}^D + \frac{TD_{51} + TD_{32}}{2} = 0,32 + \frac{0,1 + 0,6}{2} = 0,67 \text{ мм.}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера D_{12} :

$$D_{12CP} = D_{33CP} + z_{33CP}^D = 150,15 + 0,67 = 150,8 \text{ мм.}$$

Округляем значение технологического размера $D_{12} = 151,1_{-0,6} \text{ мм.}$

Вычисляем номинальное значение припуска z_{33CP}^D :

$$z_{33}^D = D_{33} - D_{33} = 151,1_{-0,6} - 150,2_{-0,1} = 0,9_{-0,6}^{+0,1} \text{ мм.}$$

11) Размер D_{01} :

Рассчитываем среднее значение припуска z_{12CP}^D

$$z_{12CP}^D = z_{12\min}^D + \frac{TD_{01} + TD_{12}}{2} = 3,675 + \frac{1,4 + 0,6}{2} = 4,675 \text{ мм.}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера D_{01} :

$$D_{01CP} = D_{12CP} + z_{12CP}^D = 150,8 + 4,675 = 150,8 \text{ мм.}$$

Округляем значение технологического размера $D_{01} = 160_{-1,4} \text{ мм.}$

Вычисляем номинальное значение припуска z_{33CP}^D :

$$z_{12}^D = D_{01} - D_{12} = 160_{-1,4} - 151,1_{-0,6} = 8,9_{-1,4}^{+0,6} \text{ мм.}$$

2.9 Проектирование гибкой производственной системы (модуля) ГПМ

Постоянное усложнение условий эксплуатации деталей требует увеличения их качества. Изделия выпускают как в мелкосерийном так и в единичном производстве. На данный момент примерно 70% всех деталей производится в мелкосерийном производстве. Постоянное изменение производства деталей создает необходимость автоматизировать единичное и мелкосерийное производство. Возникает сложность применения опыта автоматизации в массовом производстве на многономенклатурные производственные процессы мелкосерийного производства не дает желаемого результата.

Основными способами автоматизации производства являются внедрение станков с ЧПУ, многофункциональных роботов одним словом разработка гибкой производственной системы (ГПС).

Согласно ГОСТ 26228–88, ГПС - это совокупность роботизированных технологических комплектов (РТК), оборудования с ЧПУ, гибких производственных модулей (ГПМ), отдельных единиц технологического оборудования и систем обеспечения их функционирования в автоматическом режиме в разных сочетаниях и исполнениях [22].

При производстве детали «Поршень» целесообразно создание РТК для токарной операции с использованием станка с ЧПУ СТХ310 ecoline, для уменьшения времени затрачиваемое на установку, обработку и наладку инструментов.

Основной модуль автоматизации данного комплекса является коллаборативный робот Hanwha HCR-12 с грузоподъемностью 12 кг.



Рис. 3 Коллаборативный робот HCR-12

Коллаборативный робот HCR-12 прост в управлении и гибко реагирует на изменения в производственной схеме, эффективно сокращая инвестиционные и эксплуатационные расходы.

Гибкое развертывание без изменения планировки производства.
Варианты монтажа: пол, стены, потолок.

Высокая точность позиционирования робота позволяет выполнять функцию контроля получаемых размеров на данной операции.

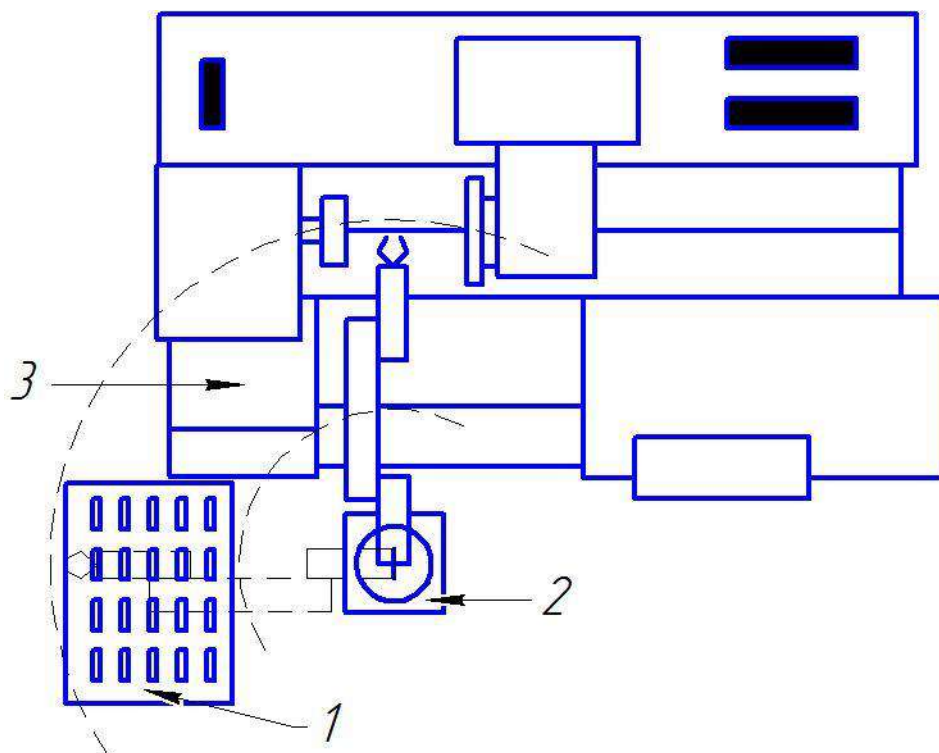


Рис.4 – Схема автоматизированной ячейки токарного станка с ЧПУ

1 – Накопитель-приемник

2 – Коллаборативный робот HCR-12

3 – Токарный станок с ЧПУ CTX 310 ecoline

Штриховыми линиями обозначена зона работы робота.

Данный ГПМ позволяет автоматизировать токарную обработку на станке CTX 310 ecoline, что составляет 1/5 часть от всей возможной автоматизации механообработки [22].

2.10 Разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ

Для создания управляющих программ для станков с ЧПУ воспользуемся САМ-системой FeatureCAM. Программы разрабатываются для операций – токарная с ЧПУ 015 (CTX 310 esoline Fanuc 32i), фрезерная с ЧПУ 025 (Обрабатывающий центр с ЧПУ HAAS VF-3 Fanuc 32i) [21]. Полные коды программ приведены в приложении.

2.11 Конструирование приспособления

Специальное приспособление (пневматическая разжимная цанга) разработано для точения наружной поверхности детали на токарном станке СТХ 310[5].

Для проектирования пневматической разжимной цанги примем:

- 1) Количество лепестков цанговой втулки $z=4$
- 2) Угол конуса лепестка цанги $\alpha = 12^\circ$
- 3) Диаметр рабочей поверхности цанговой втулки $d=72$ мм
- 4) Толщина лепестка цанговой втулки в среднем сечении $h=12$ мм
- 5) Длина лепестка рабочей части цанговой втулки $l=35$ мм
- 6) Половина угла сектора лепестка цанги $\alpha_1 = 12^\circ$
- 7) Модуль упругости материала цанги $E = 2,1 \cdot 10^{11}$ Па
- 8) Коэффициенты трения на поверхностях конуса и рабочей поверхности цанговой разжимной втулки $f_{mp1} = 0,1; f_{mp2} = 0,2$
- 9) Углы трения на внутренней поверхности конуса и на рабочей поверхности цанговой разжимной втулки $\varphi_1 = 5,7^\circ; \varphi_2 = 11,3^\circ$.
- 10) Определяем момент проворота детали на разжимной цанге

$$M_{рез} = P_z \cdot \frac{D}{2} = 455 \cdot 75 = 34 Нм$$

- 11) Определяем необходимую силу закрепления детали на разжимной цанге от лепестка

$$Q = \frac{M_{рез}}{z \cdot f_{mp2} \cdot d / 2} = \frac{34125}{12 \cdot 0,2 \cdot 36} = 395 Н$$

- 12) Определяем силу, на деформацию одного лепестка цанговой втулки для диаметрального зазора $s=0,1$ мм

$$N = \frac{3 \cdot E \cdot J \cdot s}{(2l)^3 \cdot 2} = \frac{3 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 0,62 \cdot 0,1}{7^3 \cdot 10^{-3} \cdot 2} = 5800 Н$$

где J - момент инерции сектора сечения цанги в месте заделки лепестка цанги. Определяется по формуле:

$$J = \frac{d^3 \cdot h}{8} \cdot \left(\alpha + \sin \alpha \cdot \cos \alpha_1 - \frac{2(\sin \alpha)^2}{\alpha_1} \right) =$$

$$= \frac{150^3 \cdot 12}{8} \cdot \left(12 + \sin 30 \cdot \cos 30 - \frac{2(\sin 12)^2}{30} \right) = 0,62 \text{ м}^4$$

- 13) Определяем осевую силу тяги на штоке разжимной оправки

$$W = z \cdot ((Q + N) \cdot (\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + \operatorname{tg} \varphi_2)) =$$

$$= 6((395 + 5800) \cdot (\operatorname{tg} 17,7 + \operatorname{tg} 11,3)) = 19289 \text{ Н}$$

- 14) Определяем силу пружины

$$F_{np} = 1,5 \cdot W = 28934 \text{ Н} = 2893 \text{ кгс}$$

- 15) Определяем жесткость требуемой пружины

$$j_{np} = \frac{F_{np}}{l} = \frac{2893}{40} = 72,3 \frac{\text{кгс}}{\text{мм}}$$

- 16) Подбираем пружину по ГОСТ 18793-80 с диаметром D=42мм и диаметром сечения d=6 мм. Ее жесткость

$$j = \frac{G \cdot d^4}{8 \cdot D_{cp}^3 \cdot n} = \frac{8000 \cdot 42^4}{8 \cdot 36^3 \cdot 5} = 112 \frac{\text{кгс}}{\text{мм}} > j_{np}$$

Тогда $F_{np} = 4480 \text{ Н}$

- 17) Определяем диаметр болта способный выдержать усилия на штоке[25].

$$d_p \geq \sqrt{\frac{4F}{\pi[\sigma_p]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot (28 + 19) \cdot 10^6}{3,14 \cdot 325 \cdot 10^6}} = 4,2 \text{ мм}$$

Из расчета делаем вывод что диаметр резьбы должен быть не менее 5 мм.

Принимаем резьбу 8М.

- 18) Находим параметры пневмокамеры - наружного диаметра и тарелки

$$D + d > \sqrt{\frac{(W + F_{np}) \cdot 16}{\pi \cdot z}} = \sqrt{\frac{72603 \cdot 16}{3,14 \cdot 4}} = 174_{мм}$$

По ГОСТ 2924-45 подбираем наружный диаметр $D=132\text{мм}$, диаметр тарелки $d=80\text{мм}$.

Данное приспособление устанавливается на планшайбу станка СТХ 310, ее посадочный диаметр равен 120мм длиной 35мм, на нем 12 отверстий с резьбой М10 на диаметре 105мм.

Принцип работы приспособления заключается в том что, шланг подачи воздуха подключается к штуцеру 9, и под давлением воздуха происходит смещение диафрагмы 3, которая сжимает пружину 5, и переводит шток в крайнее правое положение что приводит к разжатию цанги 7, в этом положении происходит установка детали на приспособление после чего прекращается подача воздуха и шток сжимает цангу под действием пружины.

Вывод

Проведен анализ технологичности конструкции детали, который выявил ошибки и недочеты чертежа детали и поверхности, получение которых требует дополнительных операций. На основании анализа технологичности, выбора способа получения заготовки и изученной технологии изготовления детали в условиях производства, была намечена допустимая последовательность обработки поверхностей детали. Разработан технологический процесс изготовления детали, требующий минимального количества оборудования и инструмента. Было подобрано оборудование, которое включает в себя станки с ЧПУ, и инструмент для изготовления детали. Проведен расчет и выбор стандартного приспособления. Рассчитаны режимы резания для всех технологических операций. Были рассчитаны нормы времени. Разработаны управляющие программы для токарной и фрезерной операций с ЧПУ в САМ-системе FeatureCAM, спроектировали ГПМ с добавлением в производство коллаборативного робота, сконструировали приспособление для станка с ЧПУ СТХ-310.

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

Студенту:

Группа	ФИО
4А6А	Ляпкин Павел Алексеевич

Школа	ИШНПТ	Отделение школы	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавр	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	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска. Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления во внебюджетные фонды 30 %. (НК РФ)

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ конкурентных технических решений (НИ)	Анализ и оценка конкурентоспособности НИ. SWOT-анализ
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ)	Определение структуры выполнения НИ. Определение трудоемкости работ. Разработка графика проведения исследования.
3. Составление бюджета инженерного проекта (НИ)	Расчет бюджетной стоимости НИ по разработке стенда
4. Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ)	Определение: интегрального финансового показателя; интегрального показателя ресурсоэффективности; интегрального показателя эффективности.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Оценка конкурентоспособности НИ
2. Матрица SWOT
3. Диаграмма Ганта
4. Бюджет НИ
5. Основные показатели эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	13.04.2020
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кащук Ирина Вадимовна	к.т.н, доцент		13.04.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6А	Ляпкин Павел Алексеевич		13.04.2020

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Введение

Основной задачей данного раздела является оценка перспективности разработки и планирование финансовой и коммерческой ценности конечного продукта, предлагаемого в рамках НИ. Коммерческая ценность определяется не только наличием более высоких технических характеристик над конкурентными разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сможет ответить на такие вопросы – будет ли продукт востребован на рынке, какова будет его цена, какой бюджет научного исследования, какое время будет необходимо для продвижения разработанного продукта на рынок.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

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

Цель работы – технологическая подготовка производства детали «Поршень»

Потенциальные потребители результатов исследования

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

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

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

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

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

Таблица 3.1 – Карта сегментирования рынка

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

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

3.1 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим конкурентам. В настоящий момент в Томске можно выделить лишь два наиболее влиятельных предприятий-конкурентов в области производства детали

«Поршень»: ОАО «Томский электромеханический завод им. В.В. Вахрушева» и ООО «Томский машиностроительный завод».

В таблице 3.2 приведена оценочная карта, включающая конкурентные технические разработки в области производства детали.

Таблица 3.2 – Оценочная карта

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 катализатора							
1. Производительность	0,2	4	5	4	0,8	1,5	0,8
2. Срок службы	0,4	4	5	4	1,6	2	1,6
Экономические критерии оценки эффективности							
3. Цена	0,2	5	4	4	1	0,8	0,8
4. Уровень проникновения на рынок	0,1	4	4	4	0,4	0,4	0,4
5. Финансирование научной разработки	0,1	3	5	5	0,3	0,5	0,5
Итого:	1	20	23	21	4,1	5,2	4,1

Б_ф – продукт проведенной исследовательской работы;

Б_{к1} – ОАО «Томский электромеханический завод им. В.В. Вахрушева»;

Б_{к2} – «Томский машиностроительный завод».

Таким образом, на основании таблицы 9 можно сделать вывод, что разработанный в ходе исследовательской работы технологический процесс может составить серьезную конкуренцию уже имеющимся на российском рынке производителям. Главными преимуществами данной разработки является довольно высокая производительность и срок службы при относительно низкой цене.

3.2 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

На основе анализа, проведенного в предыдущих разделах бакалаврской работы был составлен SWOT-анализ научно-исследовательского проекта. Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Матрица первого этапа SWOT-анализа

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1.Высокое качество получаемой продукции С2. Широкая область применения С3. Более низкая стоимость производства С4.Квалифицированный персонал С5. Актуальность проекта	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Требуется два источника питания Сл2. Отсутствие квалифицированного персонала Сл3. Перенастройка оборудования Сл4.Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца
Возможности: В1. Регулирование производительности В2.Получение качественных деталей В3. Повышение стоимости конкурентных разработок		
Угрозы: У1. Появление новых технологий У2. Отсутствие спроса на новые технологии производства У3. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства		

Таблица 3.4 - Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

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

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и возможности: B1C1C2C3C4C5, B2B3C1C2C4C5.

Таблица 3.5 - Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

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

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и возможности: B1Сл1Сл3, B3Сл1.

Таблица 3.6 - Интерактивная матрица угроз и сильных сторон проекта

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

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и угроз: У1C4C5.

Таблица 3.7 - Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта					
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	У1	+	+	+	-
	У2	-	+	-	-
	У3	-	-	-	-
	У4	-	-	-	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и угроз: У1Сл1Сл2Сл3.

Таким образом, можно составить итоговую матрицу SWOT-анализа (таблица 3.8).

Таблица 3.8 – Итоговая матрица SWOT-анализа

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1.Высокое качество получаемой продукции С2. Широкая область применения С3. Более низкая стоимость производства С4.Квалифицированный персонал С5. Актуальность проекта	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Требуется два источника питания Сл2. Отсутствие квалифицированного персонала Сл3. Перенастройка оборудования Сл4.Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца
Возможности: В1. Регулирование производительности В2.Получение качественных сварных соединений В3. Повышение стоимости конкурентных разработок	В результате получения высокого качества продукции возможно регулирования производительности.	Отсутствие квалифицированного персонала влияет на получение качественных сварных соединений
Угрозы: У1. Появление новых технологий У2. Отсутствие спроса на новые технологии производства У3. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства	Когда продукция имеет широкую область применения, спрос на новые технологии производства отсутствует.	Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца влияет на появление новых технологий изготовления детали.

Результаты SWOT-анализа учитываются при разработке структуры работ, выполняемых в рамках научно-исследовательского проекта.

3.3 Планирование научно-исследовательских работ

3.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

Комплекс предполагаемых работ включает в себя следующие задачи:

- определить структуру работ в рамках научно-исследовательского проекта;
- определить участников каждой работы;
- установить продолжительность работ;
- построить график проведения отдельных этапов исследования.

Для выполнения данного научно-исследовательского проекта необходимо сформировать рабочую группу, в состав которой входят руководитель и инженер. Для каждой из запланированных работ, необходимо выбрать исполнителя этой работы.

Перечень основных этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
Создание темы проекта	1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель
	2	Анализ актуальности темы	
Выбор направления исследования	3	Поиск и изучение материала по теме	Инженер
	4	Выбор направления исследований	Научный руководитель, инженер
	5	Календарное планирование работ	

Продолжение таблицы 3.9

Теоретические исследования	6	Изучение литературы по теме	Инженер
	7	Подбор нормативных документов	
	8	Составление технологического процесса изготовления детали «Поршень»	
Оценка полученных результатов	9	Анализ результатов	Научный руководитель, Инженер
	10	Составление документации	Научный руководитель, инженер

3.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

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

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

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i},$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.; $t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн. $Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Результаты расчетов внесены в таблицу 3.10.

Таблица 3.10 — Временные показатели проведения научного исследования

№ этапа	Название работы	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях, $t_{раб}$
		t_{min} , чел.-дни	t_{max} , чел.-дни	$t_{ож}$, раб. дни		
1	Составление и утверждение темы проекта	2	3	2,4	Р	3
2	Анализ актуальности темы	2	3	2,4	И,Р	2
3	Поиск и изучение материала по теме	14	21	16,8	И	17
4	Выбор направления исследований	2	3	2,4	И	3
5	Календарное планирование работ	2	3	2,4	И	3
6	Изучение литературы по теме	7	14	9,8	И	10
7	Подбор нормативных документов	2	5	3,2	И, Р	4
8	Составление технологического процесса изготовления детали «Поршень»	14	21	16,8	И	17

Продолжение таблицы 3.10

9	Анализ результатов	7	14	9,8	И,Р	5
10	Составление документации	7	14	9,8	И	10
Итого:						74

3.3.3 Разработка графика проведения научного исследования

При выполнении дипломных работ студенты в основном становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем. Поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

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

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях; T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях; $k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}},$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году; $T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году; $T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

На основе таблицы 3.10 строится календарный план-график (таблица 3.11). График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени выполнения выпускной квалификационной работы.

Таблица 3.11 – Календарный график работы над проектом

№ работ	Вид работ	Исполнители	T_{ki} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ											
				Февраль		Март			Апрель			Май			Июнь
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
1	Составление и утверждение темы проекта	Руководитель	5												
2	Анализ актуальности темы	Инженер	3												
		Руководитель	3												
3	Поиск и изучение материала по теме	Инженер	26												
4	Выбор направления исследований	Инженер	5												
5	Календарное планирование работ Изучение литературы по теме	Инженер	5												
6	Изучение	Инженер	15												

	литературы по теме														
7	Подбор нормативных документов	Инженер	6												
8	Составление технологического процесса изготовления детали «Поршень» Анализ результатов	Инженер	26												
9	Анализ результатов	Руководи тель	8												
		инженер	8												
10	Составление документации	инженер	26												

3.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с выполнением.

3.4.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$З_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m Ц_i \cdot N_{расхi}$$

где: m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

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

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов.

Таблица 3.12 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З _м), руб.
Бумага	лист	150	2	345
Картридж для принтера	шт.	1	1000	1150
Интернет	М/бит (пакет)	5	350	1750
Итого				3245

3.4.2. Расчет амортизации специального оборудования

Расчёт амортизации производится на находящееся в использовании оборудование. В итоговую стоимость проекта входят отчисления на амортизацию за время использования оборудования в статье накладных расходов. При выполнении научно-исследовательского проекта использовался ноутбук Asus. Срок полезного использования данного ноутбука по паспорту составляет 3 года.

Таблица 3.13 - Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ.

Таблица 3.13 – Затраты на оборудование

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

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации определяется по следующей формуле:

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

где n – срок полезного использования в годах.

Амортизация определяется по следующей формуле:

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

где I – итоговая сумма, тыс. руб.;

m – время использования, мес.

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

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

Общую сумму амортизационных отчислений находим следующим образом:

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

3.4.3 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы

Исходными нормативами заработной платы данных категорий работающих является оклад, определяющий уровень месячной заработной платы в зависимости от объема и ответственности работ.

Величина расходов на заработную плату определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

Месячный должностной оклад работника:

$$З_m = З_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p$$

где $З_{тс}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

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

k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5;

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

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).

Расчет полной заработной платы осуществляется следующим образом:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп},$$

где $З_{осн}$ — основная заработная плата; $З_{доп}$ — дополнительная заработная плата (12-15 % от $З_{осн}$).

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) исполнителя рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p,$$

где $Z_{\text{осн}}$ — основная заработная плата одного работника;

T_p — продолжительность работ, выполняемых работником, раб. д.(таблица 4.4)

$Z_{\text{дн}}$ — среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}$$

где Z_m — месячный должностной оклад работника, руб.;

M — количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d — действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн

Таблица 3.14 - Баланс рабочего времени

Показатель рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	52	52
- праздничные дни	12	12
Потери рабочего времени		
- отпуск	24	24

Продолжение таблицы 3.14

- невыходы по болезни	-	-
Действительный годовой фонд рабочего времени	253	253

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн},$$

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

Таблица 3.15 — Расчёт основной заработной платы

Исполнители	k_t	$Z_{тс}$, руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m , руб	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	1	23264	0,3	0,2	1,3	45365	1865	14	26110
Инженер	1	21696	0,3	0,2	1,3	42307	1739	71	123469
Итого $Z_{осн}$									149579

3.4.4 Дополнительная заработная плата

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

Для руководителя:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 26110 = 3916,5 \text{ руб.}$$

Для инженера:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 123469 = 18520 \text{ руб.,}$$

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

3.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

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

где – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование).

Общая ставка взносов составляет в 2020 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ):

- 22 % – на пенсионное страхование;
- 5,1 % – на медицинское страхование;
- 2,9 % – на социальное страхование.

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

Для руководителя:

$$З_{внеб} = k_{внеб} (З_{осн} + З_{доп}) = 0,3 \cdot (26110 + 3916,5) = 9008 \text{ руб.}$$

Для инженера:

$$З_{внеб} = k_{внеб} (З_{осн} + З_{доп}) = 0,3 \cdot (123469 + 18520) = 42597 \text{ руб.},$$

3.4.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

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

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

$$З_{накл} = 0,2 \cdot 229340,5 = 45868 \text{ руб.}$$

Величину коэффициента накладных расходов $k_{нр}$ допускается взять в размере 20%.

3.4.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 3.16.

Таблица 3.16 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
Материальные затраты	3245
Амортизация	2475
Основная заработная плата	149579
Дополнительная заработная плата	22436,5
Отчисления во внебюджетные фонда	51605
Итог без накладных расходов	229340,5
Накладные расходы	45868
Итого бюджетная стоимость	275208,6

При планировании бюджета было обеспечено полное отражение всех видов возможных расходов, необходимых для его выполнения.

3.5 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:

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

где $I_{финр}^{исп.i}$ – интегральный финансовый показатель разработки; Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения; Φ_{max} – 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^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Таблица 3.17 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения

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

$$I_{p-исп1} = 5*0,1 + 4*0,15 + 5*0,15 + 4*0,2 + 4*0,25 + 5*0,05 + 4*0,01 = 3,94;$$

$$I_{p-исп2} = 3*0,1 + 2*0,15 + 3*0,15 + 3*0,2 + 4*0,25 + 2*0,05 + 4*0,1 = 3,15;$$

$$I_{p-исп3} = 4*0,1 + 3*0,15 + 3*0,15 + 3*0,2 + 4*0,25 + 4*0,05 + 4*0,1 = 3,5.$$

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

$$I_{исп1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр1}}, I_{исп2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{финр2}} \text{ и т. д.}$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (таблица 3.18) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта (\mathcal{E}_{cp}):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{ucn1}}{I_{ucn2}}$$

Таблица 3.18 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель	0,51	1	0,89
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,4	4,1	4
3	Интегральный показатель эффективности	8,6	4,1	4,5
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	2	0,9	1

Сравнительный анализ интегральных показателей эффективности показывает, что предпочтительным является первый вариант исполнения, так как данный вариант исполнения является наиболее экономичным и ресурсоэффективным.

Вывод: для достижения главной цели раздела решались такие важные задачи, как:

- 1) Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований проводили с помощью рассмотрения целевого рынка и его сегментирования. На основе SWOT-анализа провели выявление сильных сторон и возможностей проект, а также слабых сторон и угроз. Для извлечения дополнительных преимуществ необходимо дальнейшее развитие технологии;
- 2) При планировании научно-исследовательских работ определили общее содержание работы, тему проекта, структуру работы, работу каждого участника, продолжительность работ;
- 3) При планировании бюджета было обеспечено полное отражение всех видов возможных расходов, необходимых для его выполнения. Итоговая сумма бюджета составляет 275208,6 рублей.

При итоговом анализе раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение», можно сделать вывод, что выбранный способ и технология изготовления детали более экономичны и эффективны по сравнению с другими рассмотренными аналогами.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
4А6А	Ляпкин Павел Алексеевич

Институт	ИНШНПТ	Кафедра	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение»

Тема ВКР:

Проектирование технологического процесса изготовления детали «Поршень»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	В качестве объекта исследования выступает технологическое бюро. В технологическом бюро проводится разработка технологического процесса изготовления детали «Поршень». Работа проводится за компьютерной техникой, что влечет за собой ряд вредных и опасных факторов
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018)[15] 2. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.[16] 3. ГОСТ Р ИСО 9241-1-2007. Эргономические требования к проведению офисных работ с использованием видеодисплейных терминалов (VDTs). Часть 1. Общее введение.[17]
2. Производственная безопасность 2.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты; – (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). 2.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты). 	1.1 При исследовании объекта выявлены следующие вредные факторы: <ol style="list-style-type: none"> 1. Микроклимат в помещении. 2. Повышенный уровень шума на рабочем месте. 3. Недостаточная освещенность рабочей зоны. 1.2 Опасные факторы <ol style="list-style-type: none"> 1. Электробезопасность. 2. Пожароопасность.
3. Экологическая безопасность:	Атмосфера: пары ртути, при сжигании

<ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p>образуются токсичные продукты горения</p> <p>Гидросфера: загрязнение воды ртутью</p> <p>Литосфера: попадание ртути, пластика, тяжелых металлов,</p>
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	<p>Перечень возможных ЧС:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Пожар 2. Взрыв 3. Землетрясение <p>Наиболее <u>типичной</u> чрезвычайной ситуацией для технологического бюро является <u>пожар</u>. В целях предотвращения возгорания необходимо соблюдать правила техники безопасности при работе с электрооборудованием.</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	13.04.2020
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина М.С.			13.04.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6А	Ляпкин П.А.		13.04.2020

4. Социальная ответственность

Введение.

При выполнении выпускной квалификационной работы основным видом деятельности являлась разработка технологического процесса изготовления детали «Поршень».

Работа инженера-технолога связана с большими нагрузками как умственными, так и психологическими. Длительная работа в плохо-вентилируемом помещении, с высоким уровнем шума, нестабильной температурой и влажностью воздуха, а также недостаточным уровнем освещения неблагоприятно сказывается на самочувствии работника, следствием чего может явиться снижение производительности труда.

Основным рабочим местом при написании ВКР служило технологическое бюро. В ходе выполнения ВКР основная часть работы производилась за компьютерной техникой, что влечет за собой ряд вредных и опасных факторов. Данный раздел ВКР посвящается анализу факторов, негативно влияющих на рабочего. На основе действующих нормативных документов будут приведены рекомендации по минимизации данного вредного влияния.

Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

В данном подразделе основная статья ТК РФ на которую нам стоит обратить внимание является «Статья 163. Обеспечение нормальных условий работы для выполнения норм выработки» в которой говорится что работодатель обязан обеспечить нормальные условия для выполнения работниками норм выработки. К таким условиям, в частности, относятся:

исправное состояние помещений, сооружений, машин, технологической оснастки и оборудования;

своевременное обеспечение технической и иной необходимой для работы документацией;

надлежащее качество материалов, инструментов, иных средств и предметов, необходимых для выполнения работы, их своевременное предоставление работнику;

условия труда, соответствующие требованиям охраны труда и безопасности производства.

Так же рассмотрим следующие статьи ТК РФ применимые в нашем случае:

Статья 21. Основные права и обязанности работника

Статья 86. Общие требования при обработке персональных данных работника и гарантии их защиты.

Статья 91. Понятие рабочего времени. Нормальная продолжительность рабочего времени.

Статья 131. Формы оплаты труда.

Статья 209. Основные понятия охраны труда

Статья 312.1. Общие положения особенностей регулирования труда дистанционных работников.

Одним из факторов комфортности рабочей среды является организация рабочего места. Рабочее место должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78 [11]. Каждый день в помещениях, в которых располагаются ПК, должна проводиться влажная уборка, а также систематическое проветривание помещения.

Для интерьера помещений рекомендуется использовать материалы пастельных тонов. Окраска ПК и прилегающий к нему техники должны иметь темные цвета с высококонтрастными органами управления и надписями к ним. Аудитория, в которой проводилась работа над ВКР, имеет следующую окраску:

- потолок - белый;

- стены - сплошные, светло-синего цвета;
- пол - бежевый.

Для отделки полов наиболее приемлемыми считаются гладкие, нескользящие материалы, которые имеют антисептические свойства.

При организации рабочих мест необходимо учитывать, что расстояние между боковыми поверхностями мониторов должно составлять не менее 1,2 метров, между экраном монитора и тыльной частью другого – не менее 2 метров. Высота рабочего стола должна составлять 680 – 800 мм.

Режим труда и отдыха работников установлен трудовым кодексом. Согласно трудовому законодательству установлен 8-ми часовой рабочий день. Во время рабочего дня отводится время для перерывов на отдых и питание. Продолжительность перерывов на отдых и питание от 30 до 60 мин. Работающим женщинам с детьми в возрасте до 1,5 года предоставляются помимо перерывов на питание и отдых дополнительные перерывы для кормления ребенка не реже чем каждые 3 часа и не короче 30 мин.

4.1 Производственная безопасность

Таблица 4.1 – Возможные опасные и вредные факторы рабочей зоны

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разра- ботка	Изгото вление	Эксплу атация	
1. Отклонение показателей микроклимата в помещении;	+	+	+	СанПиН 2.2.4-548-96[18] СН 2.2.4/2.1.8.562-96[19] СП 52.13330.2011 [11]
2. Превышение уровня шума;		+	+	СанПиН 2.2.4.1191-03 «Правила устройства электроустановок», утвержденных Госэнергонадзором от 12.04.2003
3. Недостаточная освещенность	+	+	+	ГОСТ 12.1.044-91 «Пожарная безопасность. Общие требования»[9] и ГОСТ 12.010-76 «Взрывоопасность. Общие требования» [10]
4. Нервно – психические перегрузки	+	+	+	
5. Электробезопасность	+	+	+	
6. Пожароопасность	+	+	+	

4.2 Анализ вредных факторов рабочей зоны

4.2.1 Отклонение показателей микроклимата в помещении

Во время работы в помещении на человека оказывает влияние климат внутренней среды этого помещения – микроклимат. В помещениях, предназначенных для работы с компьютерной техникой, должны соблюдаться определенные параметры микроклимата. Основными факторами, характеризующими микроклимат производственной среды, являются температура, подвижность и влажность воздуха. Для поддержания нормальных параметров микроклимата в рабочей зоне применяются устройства систем приточно-вытяжной вентиляции, кондиционирование воздуха и отопление. При нормировании метеорологических условий в производственных помещениях учитывается время года и количество избыточного тепла в помещении. На рабочих местах пользователей

персональных компьютеров должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата в соответствии с СанПин 2.2.4.548-96. Эти нормы устанавливаются в зависимости от времени года, характера трудового процесса и характера производственного помещения (табл. 4.2) [14].

Таблица 4.2 – Параметры микроклимата для помещений, где установлены компьютеры

Период года	Параметр микроклимата	Величина
Холодный и переходный	Температура воздуха в помещении	22 – 24 °С
	Относительная влажность воздуха	40 – 60 %
	Скорость движения воздуха	до 0,1 м/с
Теплый	Температура воздуха в помещении	23 – 25 °С
	Относительная влажность воздуха	40 - 60 %
	Скорость движения воздуха	0,1 - 0,2 м/с

Нормы подачи свежего воздуха в помещения, где расположены компьютеры, приведены в таблице 4.3 [14].

Таблица 4.3 – Нормы подачи свежего воздуха в помещения, где расположены компьютеры

Объем помещения, м ³	Объемный расход подаваемого в помещение свежего воздуха, м ³ /на одного человека в час
до 20	Не менее 30
20–40	Не менее 20
Более 40	Естественная вентиляция

В помещении обеспечиваются следующие параметры: поддержание температуры на уровне 22 - 24°С; относительная влажность в помещении 40-60 %; скорость движения воздуха 0,1 м/с; данные значения поддерживаются автоматической системой кондиционирования.

4.2.2 Повышенный уровень шума на рабочем месте

Длительное воздействие шума на организм человека приводит к неблагоприятным последствиям: снижается острота зрения и слуха, повышается кровяное давление, притупляется внимание.

Здание, в котором расположена лаборатория, удалено от сильных источников шума, таких как центральные улицы, автомобильные и железных дороги и т.д.

Шум на рабочем месте создается внутренними источниками, такими как устройства кондиционирования воздуха и другим техническим оборудованием. Уровень шума на рабочем месте пользователя персонального компьютера не должен превышать значений, установленных СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96 (не должен превышать 50 дБА) [12].

Для снижения уровня шума следует применять рациональное расположение оборудования. Для снижения уровня шума стены и потолок помещений, где установлено оборудование, должны быть облицованы звукопоглощающими материалами. Для стен и потолка коэффициент звукопоглощения таких материалов определяется в области частот 63-8000 Гц.

В технологическом бюро уровень внутренних шумов не превышает предельно допустимого значения, установленного в ГОСТ 12.1.003-2014 [12].

4.2.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны

К освещенности рабочего места инженера проектировщика предъявляются следующие требования:

- освещенность должна соответствовать характеру зрительной работы;
- величина освещенности должна быть постоянна во времени;
- должны отсутствовать пульсации светового потока ИС.

В помещениях, в которых установлены компьютеры, должно быть предусмотрено как искусственное, так и естественное освещение.

Требования, предъявляемые к освещенности, при выполнении работ высокой точности:

- общая освещенность должна составлять 300 лк,
- комбинированная освещенность – 750 лк [9].

При выполнении работ средней точности:

- общая освещенность должна составлять 200 лк,
- комбинированная освещенность – 300 лк [9].

Для обеспечения нормативных значений освещенности в помещениях следует проводить чистку стекол, оконных проемов и светильников не реже двух раз в год и проводить своевременную замену перегоревших ламп.

В качестве источников искусственного освещения на рабочем месте используются люминесцентные лампы, которые попарно объединены в светильники.

4.2.4 Нервно-психические перегрузки

Данный вид вредных факторов возникает в случае неравномерного распределения времени работы и отдыха. В случае, если на отдых отводится недостаточное количество времени, у работника возникают жалобы на головную боль, перенапряжение зрительного аппарата, раздражительность, неудовлетворенность работой. Недостаточное время на отдых при работе с компьютером приводит к ощущениям беспокойства и депрессивным состояниям, вследствие чего возникает проблема со сном, боли в мышцах, шее и пояснице. Снижение трудоспособности напрямую зависит от соблюдения режима работы и отдыха.

4.3 Анализ опасных факторов рабочей зоны

4.3.1 Электробезопасность

Опасным фактором в рабочей зоне инженера-проектировщика можно считать повышенный уровень статического электричества.

Опасность поражения человека электрическим током существует во всех случаях, когда используются электрические установки и оборудование.

Для предотвращения поражения электрическим током необходимо по возможности исключить причины поражения, к которым относятся:

- случайные прикосновения к задней панели системного блока, а также переключение разъемов периферийных устройств работающего компьютера;
- появление напряжения на механических частях электрооборудования (корпусах, кожухах и т.д.) в результате повреждения изоляции или других причин;
- возникновения «шагового» напряжения на поверхности земли или опорной поверхности;
- множества сетевых фильтров и удлинителей превышают уровень электромагнитных полей токов частоты 50 Гц.

Согласно требованиям «Правил устройства электроустановок», утвержденных Госэнергонадзором от 12.04.2003, помещение должно быть оборудовано следующим образом:

- на распределительном щитке имеется рубильник для отключения общей сети электропитания;
- во всех приборах имеются предохранители для защиты от перегрузок в общей сети питания и защиты сети при неисправности прибора.

Эксплуатация приборов должна соответствовать «Правилам технической эксплуатации». Согласно этим правилам необходимо исключить возможность прикосновения человека к токоведущим частям приборов. Для этого проводятся следующие мероприятия:

1. Наличие изоляции на всех токоведущих проводниках;
2. Для подключения приборов должны использоваться только стандартные электрические разъемы;
3. При проведении работ с включенными в сеть приборами строго соблюдается инструкция по технике безопасности;
4. Запрещено использование в работе неисправных приборов.

Технологическое бюро удовлетворяет приведенным выше требованиям, что позволяет отнести ее к помещениям без повышенной

опасности поражения людей электрическим током. Это сухое помещение без повышенного содержания пыли, температура воздуха – нормальная.

4.3.2 Пожаровзрывобезопасность

Основными причинами пожаров являются нарушение технологического режима работы оборудования, неисправность электрооборудования, плохая подготовка оборудования к ремонту, самовозгорание различных материалов и др.

В соответствии с нормативными документами (ГОСТ 12.1.044-91 «Пожарная безопасность. Общие требования»[9] и ГОСТ 12.010-76 «Взрывоопасность. Общие требования» [10]) вероятность возникновения пожара в течение года не должна превышать 10^{-6} .

Так как помещение, в котором установлены компьютеры, по степени пожаровзрывоопасности относится к категории В, т.е. к помещениям с твердыми сгораемыми веществами, необходимо предусмотреть ряд профилактических мероприятий технического и организационного плана.

К техническим мероприятиям относятся: соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, вентиляции, освещения, правильное размещение оборудования.

Организационные мероприятия предусматривают правильную эксплуатацию оборудования, правильное содержание зданий и территорий, противопожарный инструктаж работников, обучение производственного персонала правилам противопожарной безопасности, издание инструкций, плакатов, а также наличие плана эвакуации.

Необходимо предусмотреть ряд мер, направленных на обеспечение тушения пожара. Они включают в себя обеспечение подъездов к зданию; обесточивание электрических кабелей; наличие гидрантов с пожарными рукавами, пожарных щитов и ящиков с песком в коридорах; тепловую сигнализацию и телефонную связь с пожарной охраной. Также необходимым является наличие огнетушителей.

4.4 Экологическая безопасность

Образование отходов является неотъемлемой частью производственных процессов. Отходы загрязняют окружающую среду и образуют высокие концентрации токсичных веществ.

В помещении источником загрязнения окружающей среды являются люминесцентные лампы, с помощью которых реализовано освещение, и электронные схемы от компьютеров. В трубках люминесцентных ламп содержится от 3 до 5 мг ртути. В электронных схемах содержатся такие вредные вещества, как свинец, литий, кадмий, бериллий. Лампы и микросхемы относятся к первому классу токсичных отходов и являются чрезвычайно опасными, они требуют специальной утилизации. Удаление токсических отходов и радиодеталей заключается в демонтаже основных средств, разделении и дроблении элементов, содержащих вредные вещества. Далее применяется переработка отходов радиодеталей химическим процессом.

4.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В процессе проектирования технологического процесса может возникнуть чрезвычайная ситуация техногенного характера. ЧС техногенного характера — это ситуации, которые возникают в результате производственных аварий и катастроф на объектах, пожаров, взрывов на объектах. Аварии и катастрофы на объектах характеризуются внезапным обрушением зданий, сооружений, авариями на энергетических сетях, авариями в коммунальном жизнеобеспечении, авариями на очистных сооружениях, технологических линиях и т.д. [12].

В чрезвычайной обстановке особенно важное значение имеют сроки эвакуации людей за пределы зон разрушений.

Очень важны действия аварийно-технических формирований, которые немедленно должны отключить еще не поврежденные энергетические и коммунально-технические сети для локализации аварии.

В помещении возможной ЧС может быть возникновение пожара.

Пожарная безопасность осуществляется системой предотвращения пожара и системой пожарной защиты. В каждом служебном помещении обязательно должен быть «План эвакуации людей при пожаре», который регламентирует действия персонала в случае возникновения очага возгорания и указывает места расположения пожарной техники.

Необходимые меры для обеспечения тушения пожаров:

1. Обеспечение подъездов к зданию
2. Обесточивание электрических кабелей
3. Наличие пожарных щитков, ящиков с песком в коридорах и гидрантов с пожарными рукавами
4. Наличие тепловой сигнализации
5. Наличие телефонной связи с пожарной охраной
6. Наличие огнетушителей

Порядок действий в случае обнаружения пожара или признаков горения:

1. Немедленно сообщить о пожаре в пожарную охрану по телефону 01 (четко назвать адрес, что горит и чему угрожает).
2. Сообщить о пожаре руководству.
3. Оповестить персонал о пожаре и порядке эвакуации.
4. По возможности принять меры к эвакуации людей, материальных ценностей и одновременно приступить к тушению очага пожара первичными средствами пожаротушения.
5. Организовать встречу пожарных подразделений, сообщить руководителю тушения пожара о наличии оставшихся людей в здании.

Предусмотренные средства пожаротушения (согласно требованиям противопожарной безопасности, СНиП 2.01.02-85 [13]): огнетушитель ручной углекислотный ОУ-5, пожарный кран с рукавом и ящик с песком (в коридоре). Кроме того, каждое помещение оборудовано системой противопожарной сигнализации.

Заключение.

В ходе выполнения раздела ВКР социальная ответственность были рассмотрены все необходимые вопросы как правовые так и организационные для обеспечения максимальной безопасности инженеру при разработке технологических процессов на производстве. Ознакомились с законодательной и исполнительной властью по решению поставленной задачи. Были выявлены и проанализированы всевозможные опасные и вредные факторы рабочей зоны при помощи нормативных документов определяющие их. Проанализированы организационные мероприятия по обеспечению безопасности, экологической безопасности и безопасности в чрезвычайных ситуациях.

Заключение.

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы были проведен анализ технологичности конструкции детали, который выявил ошибки и недочеты чертежа детали и поверхности, получение которых требует дополнительных операций. На основании анализа технологичности, выбора способа получения заготовки и изученной технологии изготовления детали в условиях производства, была намечена допустимая последовательность обработки поверхностей детали. Разработан технологический процесс изготовления детали, требующий минимального количества оборудования и инструмента. Было подобрано оборудование, которое включает в себя станки с ЧПУ, и инструмент для изготовления детали. Проведен расчет и выбор стандартного приспособления. Рассчитаны режимы резания для всех технологических операций. Были рассчитаны нормы времени. Разработаны управляющие программы для токарной и фрезерной операций с ЧПУ в САМ-системе FeatureCAM. Также был выполнен раздел по финансовому менеджменту. В разделе социальной ответственности были проанализированы всевозможные опасные и вредные факторы которые могут возникнуть на производстве, безопасность при чрезвычайных ситуациях, а также экологическая безопасность. Данный раздел показывает, что на производстве необходимо соблюдать инструкции по безопасности, при работе на специализированном оборудовании, а также и при возникновении опасных ситуаций.

Цели выпускной квалификационной работы выполнены в полном объеме. Обработаны данные по производству детали «Поршень». Даны конечные результаты расчетов и проведена технологическая подготовка производства, предусматривающая эффективное использование технологического обеспечения условного предприятия.

Список используемой литературы

1. Гавриш, Анатолий Павлович. Автоматизация технологической подготовки машиностроительного производства / А. П. Гавриш, А. И. Ефремов. — Киев: Техника, 1982. — 215 с.
2. Сачко, Николай Сидорович. Организация и оперативное управление машиностроительным производством : учебник / Н. С. Сачко. — 2-е изд., стер.. — Минск: Новое знание, 2006. — 636 с.: ил.. — Техническое образование. — Библиогр.: с. 630.. — ISBN 985-475-193-7
3. Скворцов В.Ф., Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: учебное пособие / В.Ф. Скворцов. — 2-е изд. — Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. — 91с.
4. Справочник технолога – машиностроителя. В 2-х т. / Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Сулова, А.Г. Косиловой, Р.К, Мещерякова – 5 изд., исправл. – М.: Машиностроение – 1, 2003 г. 944с., ил.
5. Ансёров М.А., Приспособления для металлорежущих станков. Расчеты и конструкции: учебное пособие / М.А. Ансёров. — 3-е изд. — Москва: Изд-во Машиностроение, 1966. — 649с.
6. Должиков В.П., Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: учебное пособие / Под ред. А.К. Мартынов, Р.Д. Игнатова, О.Н. Свинцова – Томск: Изд-во ТПУ, 2003 г. — 328с.
7. Самылов В.А. Определение припусков расчетно-аналитическим методом: Методические указания – Тюмень: изд. ТГНУ, 2004. — 15 с.
8. Федеральный закон РФ №261 от 23 ноября 2009г. «Об энергосбережении и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
9. СП 12.0.003-74 (с измен. № 1, октябрь 1978 г., переиздание 1999 г.)» [X]
10. СП 2.2.1.1312-03 «Гигиенические требования к проектированию вновь

- строящихся и реконструируемых промышленных предприятий».
11. ГОСТ 12.1.003-2014 «Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности».
 12. СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение».
 13. ГОСТ 12.1.044-91 «Пожарная безопасность. Общие требования».
 14. ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования».
 15. СН 181-70 Указания по проектированию цветовой отделки интерьеров производственных зданий промышленных предприятий.
 16. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ
http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/
 17. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования
 18. ГОСТ Р ИСО 9241-1-2007. Эргономические требования к проведению офисных работ с использованием видеодисплейных терминалов (VDTs). Часть 1. Общее введение.
 19. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
 20. СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.
 21. Спецификация станка <https://www.abamet.ru/stanki-pdf/haas/vf/vf-3.pdf>.
 22. Проектирование гибких производственных систем.
<https://docplayer.ru/39448202-Proektirovanie-gibkih-proizvodstvennyh-sistem-vvedenie.html>
 23. <http://www.akm.ru/rus/analyt/analyt/mashin.htm>
 24. <https://www.dw.com/ru/%D1%82%D0%B5%D0%BC%D1%8B-%D0%B4%D0%BD%D1%8F/s-9119>
 25. Баловнев Н.П., Расчет резьбовых соединений и винтовых механизмов. Методические указания курса «Детали машин и основы конструирования» для всех машиностроительных специальностей. М.: МАМИ, 1999. – 39с.

Приложение А

(Обязательное)

Комплект технологической документации

Дубл.										
Взам.										
Подп.										

50

1

ТПУ

ИШНПТ-4А31084

ИШНПТ 4А6А

Поршень

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

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ

На технологический процесс механической обработки

детали «Поршень»

Проверил: руководитель, доцент

Ефременков Е.А.

Выполнил: студент группы 4А6А

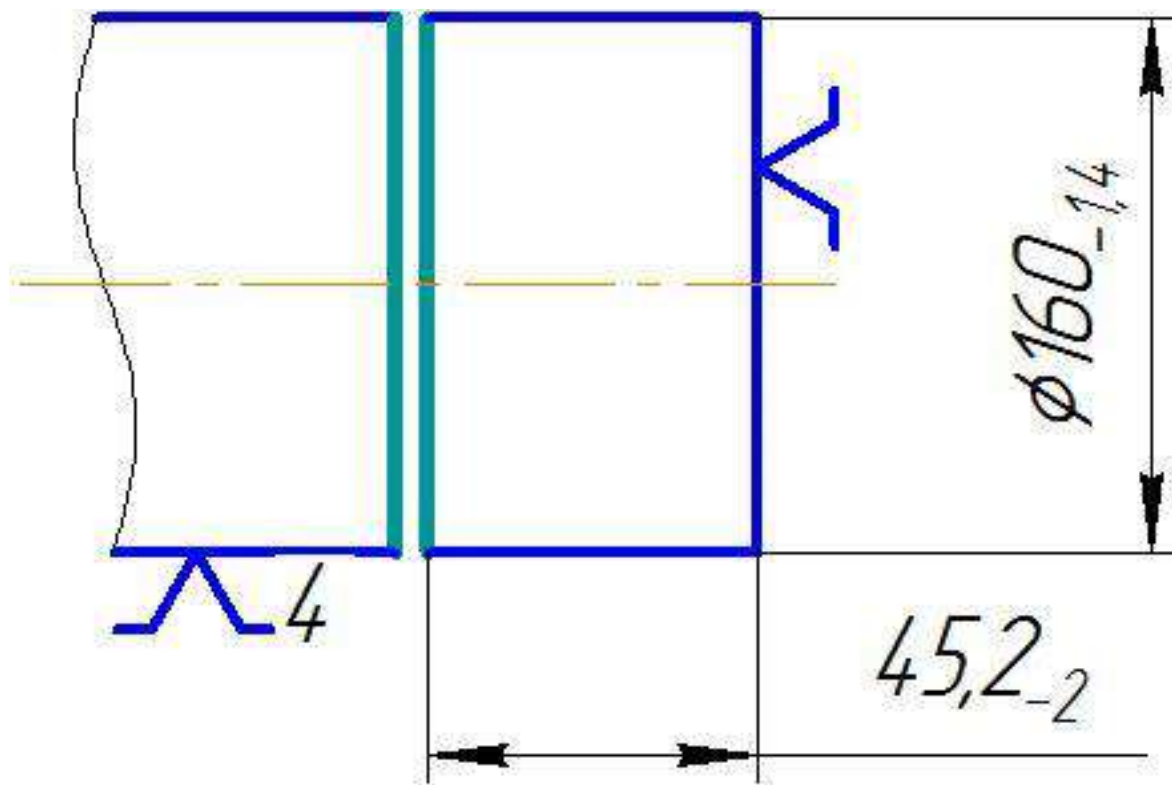
Ляпкин П.А.

										ГОСТ 3.1118 – 82				Форма 1				
Дубл.																		
Взам.																		
Подп.																		
												5		1				
Разраб.	Ляпкин П.А.					ТПУ	ИШНПТ-4А31084											
Провер.	Ефременков Е.А.																	
											Поршень		КДИ					
Н.контр.																		
M01	Круг 160-В ГОСТ 2590-2006/40Х-1 ГОСТ 4543-71																	
M02	Код		ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	КИМ	Вид загот.		Профиль и размеры		КД	МЗ					
			кг	1,87	1			Прокат		Круг Ø160x45		1	7,1					
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.
A03	005 Заготовительная																	
Б04	Станок отрезной 8725							2	3	1	1	1000	1,05	9,055				
O05	010 Токарная																	
A06	Станок токарный 16K20							2	5	1	1	1000	0,8	7,1				
Б07	015 Токарная																	
O08	Станок токарный СТХ 310							2	5	1	1	1000	0,392	3,73				
O09	020 Контрольная																	
A10	025 Фрезерная с ЧПУ																	
Б11	Обрабатывающий центр HAAS VF-3							2	5	1	1	1000	1,225	10,655				
O12	027 Слесарная																	
O13	Стол слесарный ГОСТ 19917-93																	
O14	028 Контрольная																	
O15	030 Термическая							2	3	1	1	1000	12					
O16	ТВЧ установка СПЛИТСТОУН HIS 80-60																	
МК		107																

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

[illegible][illegible]

Разраб.	Ляпкин П.А.			ТПУ	ИШНПТ-4А31084		
Провер.	Ефременков Е.А.						

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Установ А

Установ Б

Technical drawings of two shafts, Установ А and Установ Б, showing dimensions and surface roughness.

Установ А dimensions:

- Overall length: $41,5_{-1,3}$
- Step length: $20_{-0,3}$
- Outer diameter: $\phi 151_{-1,0,6}$
- Surface roughness: $\sqrt{Ra 6,3}$
- Feature 2: Fillet on the step
- Feature 3: Fillet on the main shaft

Установ Б dimensions:

- Outer diameter: $\phi 72_{+0,05}$
- Surface roughness: $\sqrt{Ra 3,2}$
- Feature 2: Fillet on the step
- Feature 3: Fillet on the main shaft

										ГОСТ 3.1404-86			Форма 3	
Дубл.														
Взам.														
Подл.														
												2	1	
Разраб.	Ляпкин П.А.			ТПУ	ИШНПТ-4А31084									
Пров.	Ефременков Е.А.													
Н. контр.				Поршень									010	
Наименование операции				Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИ
Токарная				Сталь 40Х ГОСТ 4543-71		217		кг	5,4				7,1	1
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		То	Тв		Тп.з.	Тшт.	СОЖ			
16K20						4,92	0,738		0,8	7,1				
Р				ПИ	D или B		L		t	i	S	n	V	
001	А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон													
02	Базы: наружный диаметр и торец													
T03	Патрон 7100-0035 ГОСТ 2675-80													
005	1. Подрезать торец в размер 41,5(-1,3) мм													
T06	Резец проходной 2100-1958 ГОСТ 26611-85; Пластина 01331-160408 ГОСТ 19045-80-T15K6													
P07	160 85,5 1 3 0,32 800 131													
T08	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89													
09														
10														
11														
12														
13														
OK		112												

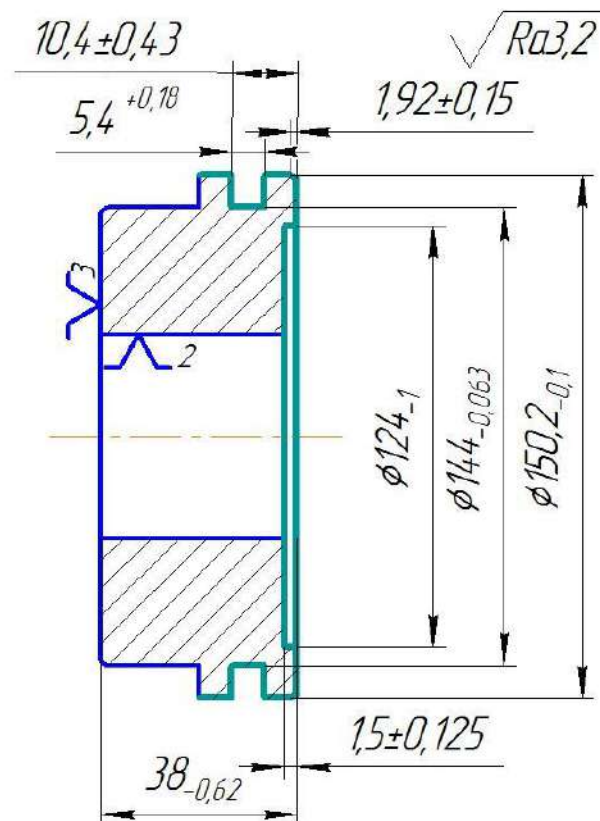
										ГОСТ 3.1404-86				Форма За		
														2		
														010		
Р									ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V
O01	1. Точить наружный диаметр в размеры Ø151,1(-0,6); 20(-0,3)мм															
T02	Резец проходной 2100-1958 ГОСТ 26611-85; Пластина 01331-160408 ГОСТ 19045-80-T15K6															
T03	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1ГОСТ 166-89															
P04									151,1	23	1	9	0,32	800	131	
005	Б. Переустановить заготовку в трехкулачковый патрон															
06	Базы: наружный диаметр и торец															
T07	Патрон 7100-0035 ГОСТ 2675-80															
T08	3. Центровать отверстие															
T09	Сверло центровочное Ø5 мм 2317-0107 ГОСТ 14952-75 P6M5															
T10	Патрон сверлильный 8-B10 ГОСТ 8522-70															
P11									5	10,5	2,5	1	0,43	600	15	
12																
T13	4. Сверлить сквозное отверстие Ø20*мм															
T14	Сверло спиральное Ø20 мм 2300-5597-A1 ГОСТ 4010-77															
T16	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89															
P17									20	53,5	1	1	0,43	1466	15	
18																
OK		113														

										ГОСТ 3.1404-86				Форма За		
														2		
														10		
Р									ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V
O01	5. Сверлить сквозное отверстие Ø40*мм															
T02	Сверло Ø40 мм 2300-5597-А1 ГОСТ 4010-77															
T03	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89															
T04									40	53,5	1	1	0,43	250	15	
P05																
01																
T01	6. Расточить отверстие в размер Ø72(+0,05)мм															
T02	Резец расточной 2141-6162 ГОСТ 20872-80 , Пластина 08116-190610 ГОСТ 19062-80-T15K6															
T03	Нутромер НИ 50-100-1 ГОСТ 868-82															
T04	Профилограф ГОСТ 19299-73															
11									72	44,5	1	30	0,32	800	131	
12																
13																
14																
15																
16																
17																
OK		114														

[illegible]

Разраб.	Ляпкин П.А.			ТПУ	ИШНПТ-4А31084		
Провер.	Ефременков Е.А.						

Установ Б



										ГОСТ 3.1404-86			Форма 3					
													1	1				
Разраб.		Ляпкин П.А.						ТПУ		ИШНПТ-4А31084								
Пров.		Ефременков Е.А.																
								Поршень						015				
Н. контр.																		
Наименование операции				Материал				Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИ			
Токарная с ЧПУ				Сталь 40Х ГОСТ 4543-71				217		кг	2,7			5,4	1			
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы				То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ						
CTX 310 ecoline								2,425	0,37	0,392	3,73	Ecocool Soluble 20						
Р								ПИ	D или B		L		t	i	S	n	V	
O01	А. Установить заготовку в пневматическую цангу																	
02	ИШНПТ-4А31084 Пневматическая цанга																	
03	Базы: наружный диаметр и торец																	
04																		
O05	1, Подрезать торец в размер 38,5(-0,3)мм																	
T06	Резец 2100-2069 ГОСТ 26611-85; Пластина 01331-160408 ГОСТ 19045-80-T15K6																	
P07	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89																	
O08	122,8 47 1 2 0,2 1300 240																	
O09	2, Точить наружный диаметр в размеры Ø125,2(-0,1) мм; 23(±0,26) мм; 30° ±30', Ø122,8(-1) мм.																	
T10	Резец проходной 2100-1958 ГОСТ 26611-85; Пластина 01331-160408 ГОСТ 19045-80-T15K6																	
T11	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89																	
P12	126,2 26,3 2 4 0,2 1300 240																	
OK																	116	

117

[illegible]

										ГОСТ 3.1404-86			Форма 4			
Дубл.																
Взам.																
Подл.																
Разраб.	Ляпкин П.А.					ТПУ	ИШНПТ-4А31084		ИШНПТ							
Пров.	Ефременков Е.А.															
						Поршень										
Н. контр.																
У	Опер.	Обозначение детали, программы, оборудования, устройства ЧПУ														
Т	Пер.	ПИ	Вспомогательный и режущий инструмент (код, наименование)					Наладочные размеры			Коррект. разм.		НК			
01		Токарный станок с ЧПУ СТХ 310 esoline, устройство ЧПУ Fanuc 32i														
02	1	1	Резец расточной 2141-6162 ГОСТ 20872-80, Пластина 08116-190610 ГОСТ 19062-80-T15K6; Держатель осевых резцов C2-30x20 левый VDI30 309.42.20					Wx=110±0,03, Wz=195±0,03			Ø150,2(-0,1)мм Ø125,2(-0,1)мм		1			
03	2	2	Резец 281231-011 ГОСТ 20872-80; Пластина 08116-161670 ГОСТ 19062-80-T15K6; Держатель радиальных резцов левый длинный B6-30x20x40 VDI30 309.36.20					Wx=140±0,03, Wz=90±0,03			Ø124(-1)мм		2			
04	3	3	Резец канавочный 2120-0502 ГОСТ 18874-73; Держатель радиальных резцов левый длинный B6-30x20x40 VDI30 309.36.20					Wx=140±0,03, Wz=72±0,37			Ø144(-0,063)мм		3			
05																
06																
07																
08																
09																
10																
11																
12																
13																
КНИ		119														

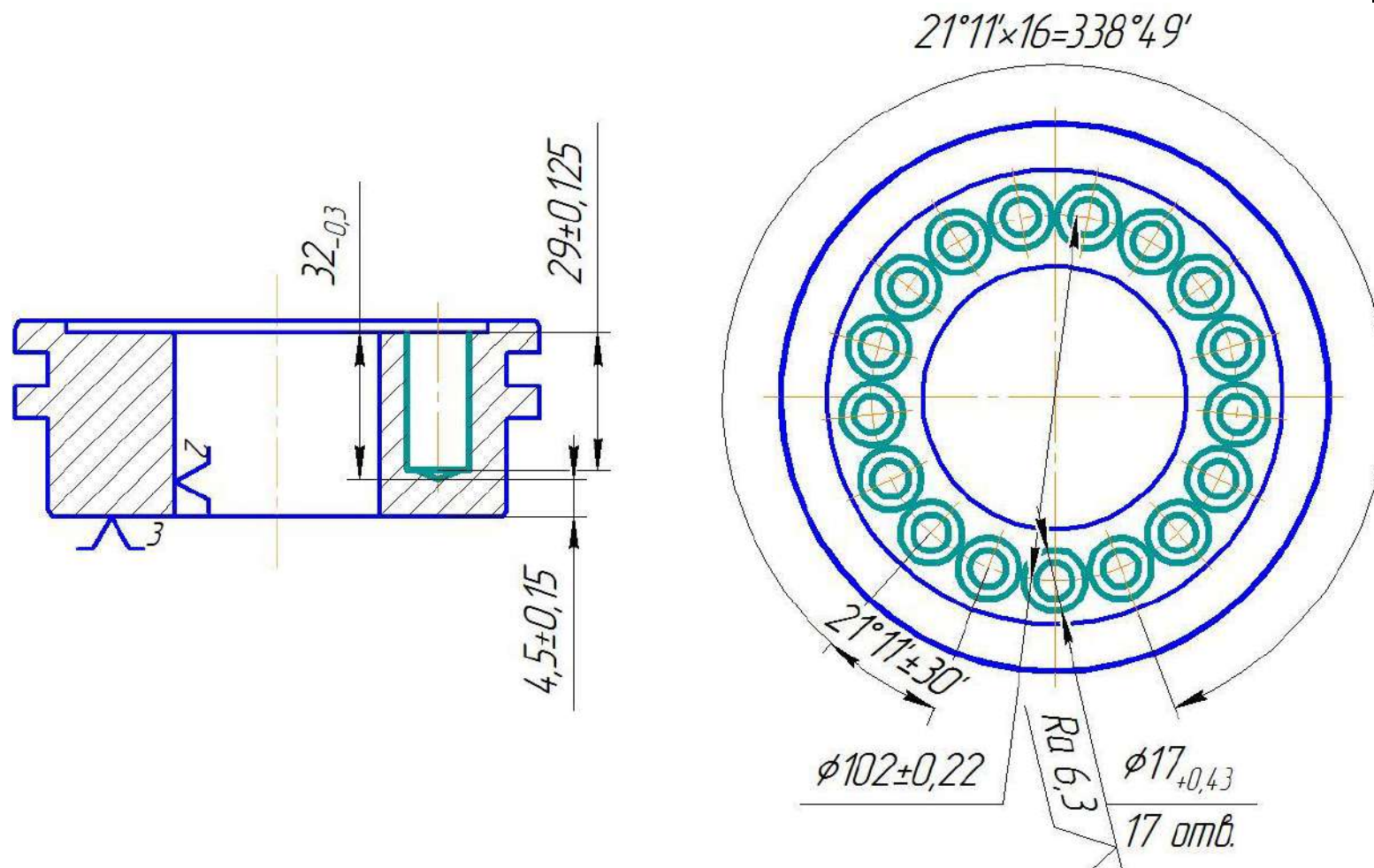
120

121

										ГОСТ 3.1404-86			Форма 3			
													1	1		
Разраб.		Ляпкин П.А.						ТПУ		ИШНПТ-4А31084						
Пров.		Ефременков Е.А.														
										Поршень					20	
Наименование операции				Материал				Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИ
Контрольная				Сталь 40Х ГОСТ 4543-71				217		кг	2,7				2,7	1
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы				То	Тв		Тп.з.		Тшт.	СОЖ		
Р	Контролировать размеры				ПИ		D или B		L		t	i	S	n	V	
О01	72(+0,05) - Центроискатель индикаторный 6201-4003															
	122,8(-1); - Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89															
	Ra 3,2 - Профилограф ГОСТ 19299-73															
Т02	23(±0,26); 1,5(±0,125) - Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89															
Т03	30 °±30' - Угломер УН ГОСТ 5378-66															
Т04	124(-1) - Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89															
Т05	144(-0,063) - Микрометр МВТ 125-150 ГОСТ 4380-93															
06	150,2(-0,1); 125,2(-0,1) - Микрометр МВТ 125-150 ГОСТ 4380-93															
07	38(-0,62) - Микрометр МК50-1 ГОСТ 6507-90															
08	Торцевое биение 0,04; 0,02 - Головка измерительная 1ИГ ГОСТ 18833-73, Стойка С-IV-8-160x100 ГОСТ 10197-70															
09	5,4(+0,18); 10,4(±0,43) - Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89															
10	1,92x45 ° - Угломер УН ГОСТ 5378-66															
11																
ОК		122														

[illegible]1

ΤΠΥ

ИШНПТ-4А31084025

										ГОСТ 3.1404-86				Форма 3			
														1	1		
Разраб.		Ляпкин П.А.						ТПУ		ИШНПТ-4А31084							
Пров.		Ефременков Е.А.															
Н. контр.								Поршень						025			
Наименование операции				Материал				Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИ		
Фрезерная с ЧПУ				Сталь 40Х ГОСТ 4543-71				217		кг	1,87			2,7	1		
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы				То	Тв	Тп.з.		Тшт.	СОЖ				
Обрабатывающий центр с ЧПУ HAAS VF-3				8700-0002				7,61	1,14	1,225		10,655	Ecocool Soluble 20				
Р								ПИ	D или B		L		t	i	S	n	V
O01	А. Установить деталь на поворотное приспособление																
02	База: торец и внешняя цилиндрическая поверхность.																
T03	Патрон 7100-0001 ГОСТ 2675-80																
04																	
O05	1. Центровать 17 отверстий в размер 21 °±30', Ø102±0,22																
T06	Сверло центровочное Ø5 мм 2317-0107 ГОСТ 14952-75 P6M5																
T07	Угломер УН ГОСТ 5378-66																
08	590,3170,4380030																
O09	2. Сверлить 17 отверстий в размер 21 ° 11'±30', Ø102±0,22, 10 ^{+0,36} , 32 _{0,3}																
T10	Сверло 2300-5597-А1 ГОСТ 4010-77																
T11	Угломер УН ГОСТ 5378-66																
T12	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89																
13	10350,3170,3230015																
OK		124															

										ГОСТ 3.1404-86				Форма За		
														2		
														025		
Р									ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V
O01	3. Фрезеровать 17 отверстий в размер 29±0,125, 4,5±0,15, Ø17+0,43															
T02	Фреза 2220-0271 ВК8 ГОСТ 18372-73															
03	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89															
04	Центроискатель индикаторный 6201-4003															
05	17320,3170,324000155															
06																
07																
08																
09																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
OK		125														

										ГОСТ 3.1404-86			Форма 4		
Дубл.															
Взам.															
Подл.															
Разраб.	Ляпкин П.А.					ТПУ	ИШНПТ-4А31084	ИШНПТ							
Пров.	Ефременков Е.А.														
										Поршень					
Н. контр.															
У	Опер.	Обозначение детали, программы, оборудования, устройства ЧПУ													
Т	Пер.	ПИ	Вспомогательный и режущий инструмент (код, наименование)					Наладочные размеры		Коррект. разм.		НК			
01		Обрабатывающий центр с ЧПУ HAAS VF-3, устройство ЧПУ - Fanuc 32i													
02	1	1	Сверло центровочное Ø5 мм 2317-0107 ГОСТ 14952-75; Сверлильный патрон CNC (хвостовик SK 30-0/8-70) по DIN 69871 AD 302.15.08					Wz=150±0,1мм		Ø5(-0,3) мм		1			
03	2	1	Сверло 2300-5597-A1 ГОСТ 4010-77; Сверлильный патрон CNC (хвостовик SK 30-1/13-111) по DIN 69871 AD 302.15.13					Wz=180±0,02мм		Ø10(-0,3) мм		1			
04	3	1	Фреза 2220-0271 BK8 ГОСТ 18372-73; Держатель концевых фрез SK 40-06-50 DIN 69871 AD/B 403.05.06					Wz=150±0,02мм		Ø17(+0,43) мм		1			
05															
06															
07															
08															
09															
10															
11															
12															
13															
КНИ															126

ТПУ ИШНПТ Группа 4А6А		ИШНПТ-4А31084							
Оборудование, устройство ЧПУ				Особые указания					
Обрабатывающий центр с ЧПУ HAAS VF-3 Fanuc 32i									
Кодирование информации, содержание кадра				Кодирование информации, содержание кадра					
G0 (OBRABOTKA OTVERSTIJ) G54G98 M19 T0202 (7.5MM DRILL) G17 G97S200M74				G80 M9 M75 G0G28U0.V0. G0 Z100. M30					
G0 X27.914Y49.053Z10.C0. M37 M8 G98G83 Z-33.5. R-10.5 F200. G0X-9.412Y50.782 G83 Z-33.5. R-10.5 F200. G0X-45.466Y45.653 G83 Z-33.5. R-10.5 F200. G0X-75.378Y34.358 G83 Z-33.5. R-10.5 F200. G0X-95.112Y18.423 G83 Z-33.5. R-10.5 F200. G0X-102.Y0. G83 Z-33.5. R-10.5 F200. G0X-95.112Y-18.423 G83 Z-33.5. R-10.5 F200. G0X-75.378Y-34.358 G83 Z-33.5. R-10.5 F200. G0X-45.466Y-45.653 G83 Z-33.5. R-10.5 F200. G0X-9.412Y-50.782 G83 Z-33.5. R-10.5 F200. G0X27.914Y-49.053. G83 Z-33.5. R-10.5 F200. G0X61.468Y-40.699 G83 Z-33.5. R-10.5 F200. G0X86.722Y-26.848 G83 Z-33.5. R-10.5 F200. G0X100.264Y-9.371 G83 Z-33.5. R-10.5 F200. G0Y9.371 G83 Z-33.5. R-10.5 F200. G0X86.722Y26.848 G83 Z-33.5. R-10.5 F200. G0X61.468Y40.699 G83 Z-33.5. R-10.5 F200.									
				Разраб.		Ляпкин П.А.			
				Пров.		Ефременков Е.А.			
				Н. контр.					
ККИ									

127

[illegible]

129

130

131

[illegible]

133

134

135

[illegible]

ККИ

138

139

[illegible]

141

142

143

144

[illegible]

146

147

148

149

150

151

152

153

[illegible]

[illegible]

156

[illegible]

[illegible]

159

160

161

[illegible]

163

164

165

[illegible]

167

168

[illegible]

[illegible]

171

										ГОСТ 3.1404-86			Форма 3		
Дубл.															
Взам.															
Подл.															
												1	1		
Разраб.	Ляпкин П.А.			ТПУ	ИШНПТ-4А31084										
Пров.	Ефременков Е.А.														
Н. контр.				Поршень									27		
Наименование операции				Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИ	
Слесарная				Сталь 40Х ГОСТ 4543-71		217		кг	1,87				1,87	1	
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		То	Тв		Тп.з.	Тшт.	СОЖ				
Стол слесарный ГОСТ 19917-93															
Р				ПИ	D или B		L		t	i	S	n	V		
O01	А. Установить деталь в тиски														
T02	Тиски 7827-0281ГОСТ 4045-75														
O03	1. Снять заусенцы, притупить острые кромки														
T04	Надфиль 2826-0048 ГОСТ 1513-77														
05															
06															
07															
08															
09															
10															
11															
12															
13															
OK		172													

										ГОСТ 3.1404-86			Форма 3	
Дубл.														
Взам.														
Подл.														
												1	1	
Разраб.	Ляпкин П.А.			ТПУ	ИШНПТ-4А31084									
Пров.	Ефременков Е.А.													
Н. контр.				Поршень										027
Наименование операции				Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИ
Контрольная				Сталь 40Х ГОСТ 4543-71		217		кг	1,87				1,87	1
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		То	Тв		Тп.з.	Тшт.	СОЖ			
Стол слесарный ГОСТ 19917-93										0,75				
Р				ПИ	D или B		L		t	i	S	n	V	
O01	1. Контролировать размеры													
T01	Ra 6.3 – Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75													
T02	Ø102(±0,22), 29(±0,125) - Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89													
T03	Ø17(+0,43) - Центроискатель индикаторный 6201-4003													
T04	21°11' - Угломер УН ГОСТ 5378-66													
05														
06														
07														
08														
09														
10														
11														
12														
ОК		173												

										ГОСТ 3.1404-86			Форма 3		
Дубл.															
Взам.															
Подл.															
													1	1	
Разраб.	Ляпкин П.А.			ТПУ	ИШНПТ-4А31084										
Пров.	Ефременков Е.А.														
Н. контр.				Поршень										030	
Наименование операции				Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИ
Термическая				Сталь 40Х ГОСТ 4543-71			217		кг	1,87				1,87	1
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы			То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ				
ТВЧ установка СПЛИТСТОУН HIS 80-60										12					
Р				ПИ	D или B		L		t	i	S	n	V		
01	Закалить деталь согласно ТПП ГОСТ 17535-77 Режим 2														
02															
03															
04															
05															
06															
07															
08															
09															
10															
11															
12															
13															
OK		174													

										ГОСТ 3.1404-86			Форма 3			
													1	1		
Разраб.		Ляпкин П.А.						ТПУ		ИШНПТ-4А31084						
Пров.		Ефременков Е.А.														
Н. контр.										Поршень				035		
Наименование операции				Материал				Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИ	
Круглошлифовальная				Сталь 40Х ГОСТ 4543-71				217		кг	1,87			1,87	1	
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы				То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ				
3М175								6	0,9	0,97	8,5					
Р							ПИ	D или B		L		t	i	S	n	V
О01	А. Установить деталь на оправке															
02	База: внутренняя поверхность и торец															
Т03	Оправка ИШНПТ-4А31084 Пневматическая цанга															
04																
О05	1. Шлифовать наружный диаметр в размер по эскизу															
Т06	Круг шлифовальный ПП 500х50х203 25А 10-П С2 7 К1А 35м/с А 1кл ГОСТ 2424-83															
Т07	Микрометр МК150-1 ГОСТ 6507-90															
Т08	Профилограф ГОСТ 19299-73															
09	410,01120,3278240															
10																
11																
12																
ОК		176														

										ГОСТ 3.1404-86			Форма 3			
													1	1		
Разраб.		Ляпкин П.А.						ТПУ		ИШНПТ-4А31084						
Пров.		Ефременков Е.А.														
										Поршень					040	
Н. контр.																
Наименование операции				Материал				Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИ
Полировочная				Сталь 40Х ГОСТ 4543-71				217		кг	1,87				1,87	1
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы				То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ				
16K20								3,5	0,53	0,56	5,16					
Р							ПИ	D или B		L		t	i	S	n	V
01	А. Установить деталь на оправку															
02	Базы: Внутренняя цилиндрическая поверхность и торец															
03	Патрон 7100-0035 ГОСТ 2675-80															
04																
05	1. Полировать поверхность согласно эскизу															
06	Круг тонкошерстный ТУ РСТ РСФСР 756-89 с зеленой пастой ГОИ 3мкм															
07	Профилограф ГОСТ 19299-73, Скоба СР 150 ГОСТ 11098-75															
08							125		26		0,001	20	146,6	1466	120	
09																
10																
11																
12																
13																
OK		178														

										ГОСТ 3.1404-86			Форма 3	
Дубл.														
Взам.														
Подл.														
												1	1	
Разраб.	Ляпкин П.А.				ТПУ	ИШНПТ-4А31084								
Пров.	Ефременков Е.А.													
Н. контр.					Поршень									042
Наименование операции				Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИ
Слесарная				Сталь 40Х ГОСТ 4543-71			217		кг	1,87			1,87	1
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы			То	Тв		Тп.з.	Тшт.	СОЖ		
Стол слесарный ГОСТ 19917-93											0,75			
Р				ПИ	D или B		L		t	i	S	n	V	
О01	А. Установить деталь в тиски													
Т02	Тиски 7827-0281ГОСТ 4045-75													
О03	1. Снять заусенцы, притупить острые кромки													
Т04	Надфиль 2826-0048 ГОСТ 1513-77													
05														
06														
07														
08														
09														
10														
11														
12														
13														
OK		179												

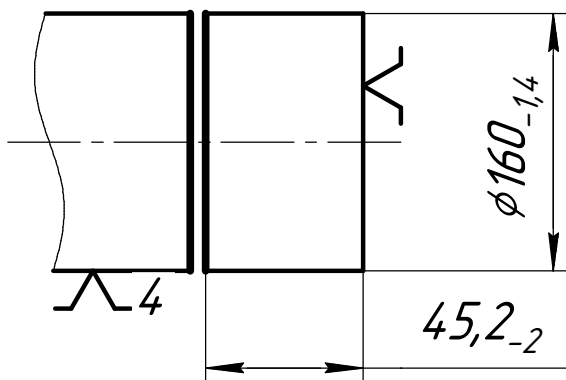
										ГОСТ 3.1404-86			Форма 3			
Дубл.																
Взам.																
Подл.																
Разраб.	Ляпкин П.А.					ТПУ	ИШНПТ-4А31084									
Пров.	Ефременков Е.А.															
Н. контр.						Поршень										045
Наименование операции				Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИ	
Промывочная				Сталь 40Х ГОСТ 4543-71			217		кг	1,87				1,87		
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы			То	Тв		Тп.з.	Тшт.	СОЖ				
Моечная машина Semastir серии ОХ ГОСТ 15150-69																
Р				ПИ	D или B		L		t	i	S	n	V			
001	1. Промыть деталь по ТТП 01279-00002, опер. 1															
Т02	Слабощелочный раствор Кависан-Ультра ГОСТ 10561-80															
Т03	Пистолет продувочный 57330 ГОСТ 51151-98															
04																
05																
06																
07																
08																
09																
10																
11																
12																
13																
ОК		180														

										ГОСТ 3.1404-86				Форма 3		
Дубл.																
Взам.																
Подл.																
Разраб.	Ляпкин П.А.					ТПУ	ИШНПТ-4А31084									
Пров.	Ефременков Е.А.															
Н. контр.						Поршень										50
Наименование операции				Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИ	
Контрольная по чертежу				Сталь 40Х ГОСТ 4543-71			217		кг	1,87				1,87		
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы			То	Тв		Тп.з.	Тшт.	СОЖ				
Р				ПИ	D или B		L		t	i	S	n	V			
O01	1. Контролировать размеры Ø124(+1),Ø122,8(-1)															
T02	Штангенцикуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89															
03																
O04	Контролировать размеры 10,4(+0,43), 23(+0,52), 38(-0,62), 1,5(+0,25), 32(-0,62) мм															
O05	Штангенцикуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89															
T06	Ø72(+0,05)мм - Головка измерительная ИИГ ГОСТ 18833-73, Стойка С-IV-8-160x100 ОСТ 10197-70															
07	R0,8, R0,4, R0,2 – Набор радиусных шаблонов №1 ГОСТ 4126-66															
O08	Контролировать размеры 5,4(+0,18), 29(±0,125) мм															
T09	Штангенцикуль ШЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89															
10																
O11	4. Контролировать размеры 21°11' , 338°49', 1,5x45°, 0,5x45°, 30°, 338 49'															
T12	Угломер УН ГОСТ 5378-66															
13																
OK		181														

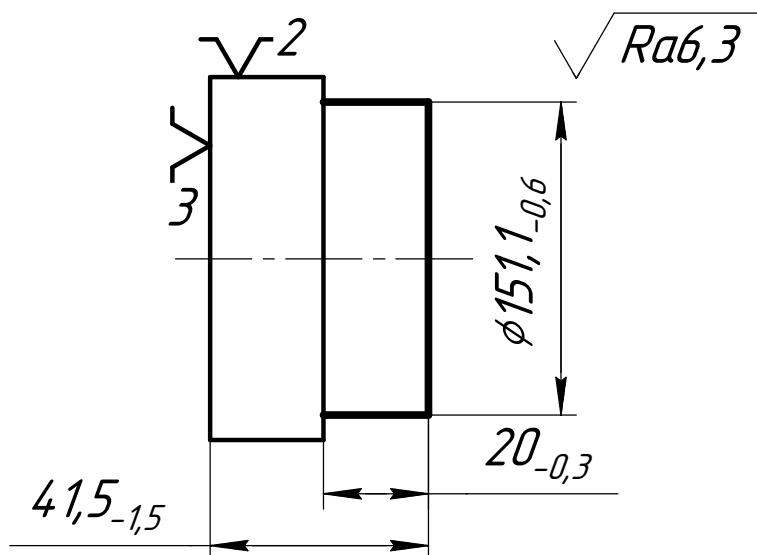
OK

Операционный эскиз

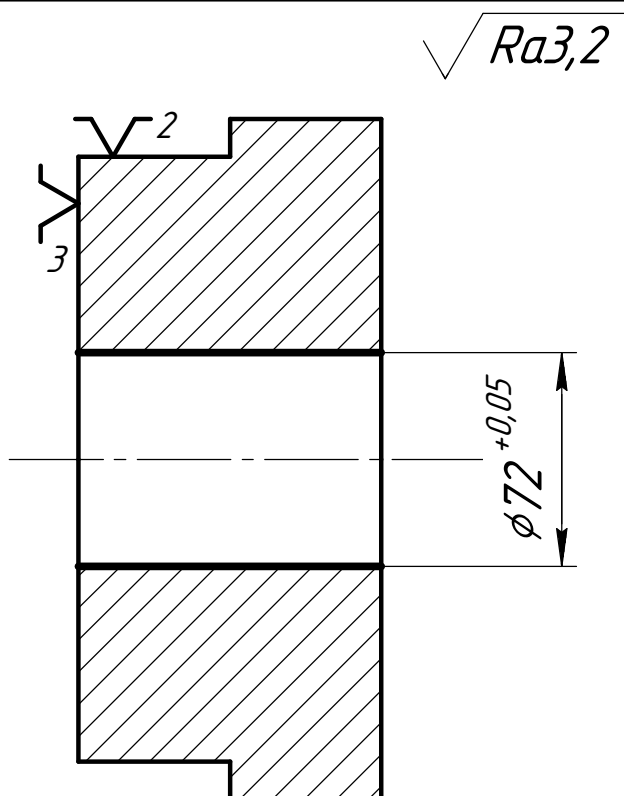
Описание переходов



005 Заготовительная
А. Установить заготовку в призмы.
База: наружный диаметр и торец.
1. Отрезать заготовку, выдерживая размер $45,2_{-2}$ мм.



010 Токарная
А. Установить заготовку в трехкулачковый самоцентрирующий патрон.
База: наружный диаметр и торец.
1. Подрезать торец, выдерживая размер $41,5_{-1,5}$ мм.
2. Точить заготовку согласно эскизу выдерживая размеры $20_{-0,3}$ мм, $\phi 151,1_{-0,6}$ мм.



Б. Переустановить заготовку.
База: обработанный наружный диаметр и торец.
3. Центровать торец под сверление.
4. Рассверлить отверстие $\phi 20$ мм.
5. Рассверлить отверстие $\phi 40$ мм.
6. Расточить отверстие в размер $\phi 72^{+0,05}$

Подп. и дата

Инд. № д/дл.

Взам. инд. №

Подп. и дата

Инд. № подл.

Изм. Лист

№ докум.

Подп.

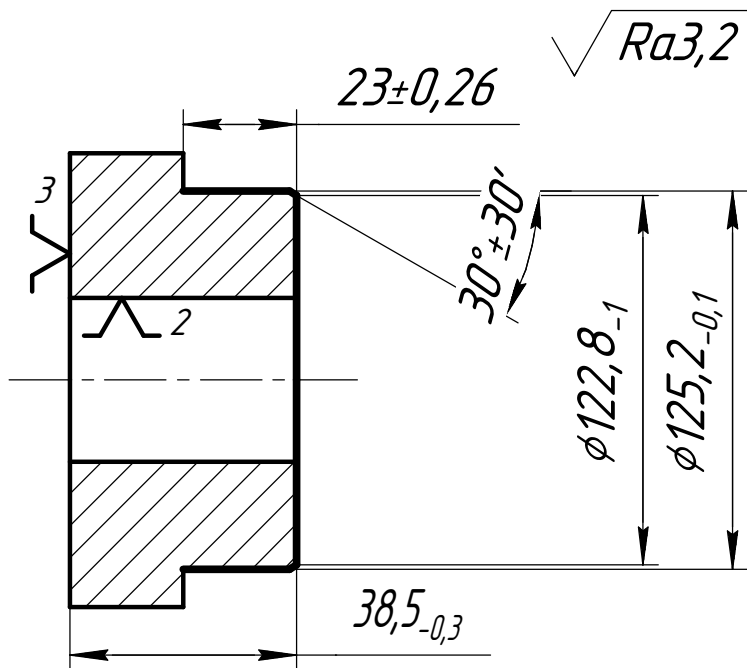
Дата

ТП детали Поршень

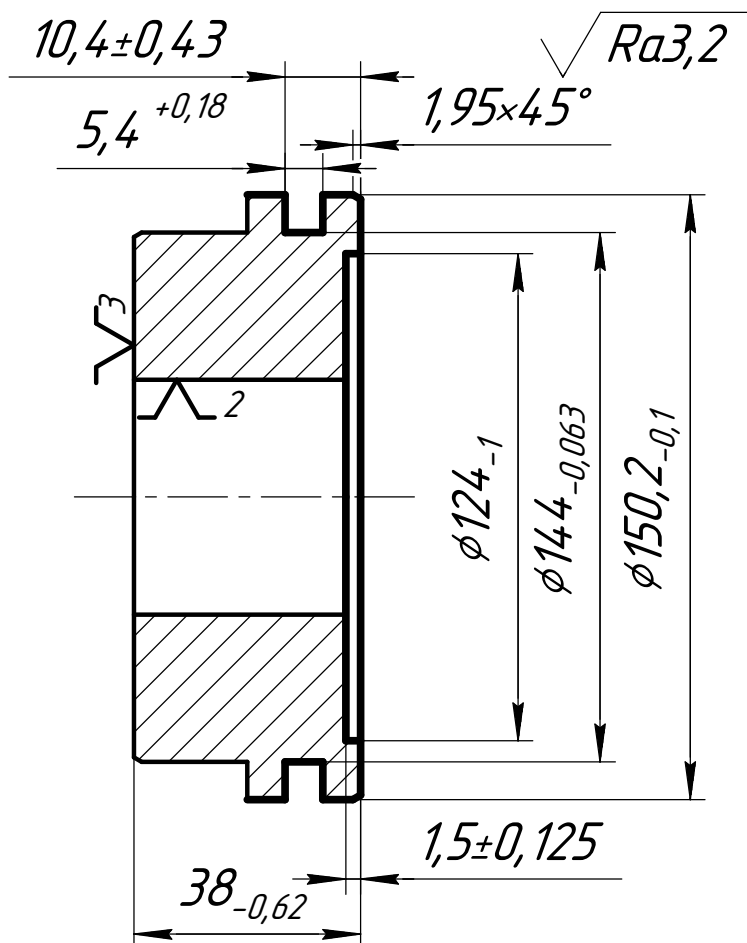
Лист

Операционный эскиз

Описание переходов



015 Токарная с ЧПУ
А. Установить заготовку в пневматическую цангу.
База: Внутренняя цилиндрическая поверхность и торец..
1. Подрезать торец начисто в размер $38,5_{-0,3}$.
2. Точить наружную цилиндрическую поверхность выдерживая размер $125,2_{-0,1}$, $23 \pm 0,26$.
3. Снять фаску в размер $30^\circ \pm 30'$, $122,8_{-0,1}$.



Б. Переустановить заготовку.
База: Внутренняя цилиндрическая поверхность и торец..
4. Подрезать торец начисто выдерживая размер $38_{-0,62}$.
5. Точить торец в размер $1,5 \pm 0,125$, $124_{-0,1}$.
6. Точить наружную поверхность в размер $150,2_{-0,1}$.
7. Снять фаску в размер $1,95 \times 45^\circ$.
8. Точить канавку в размер $144_{-0,063}$, $10,4 \pm 0,43$, $5,4_{+0,18}$.

020 Контрольная.

1. Контроль полученных размеров..

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

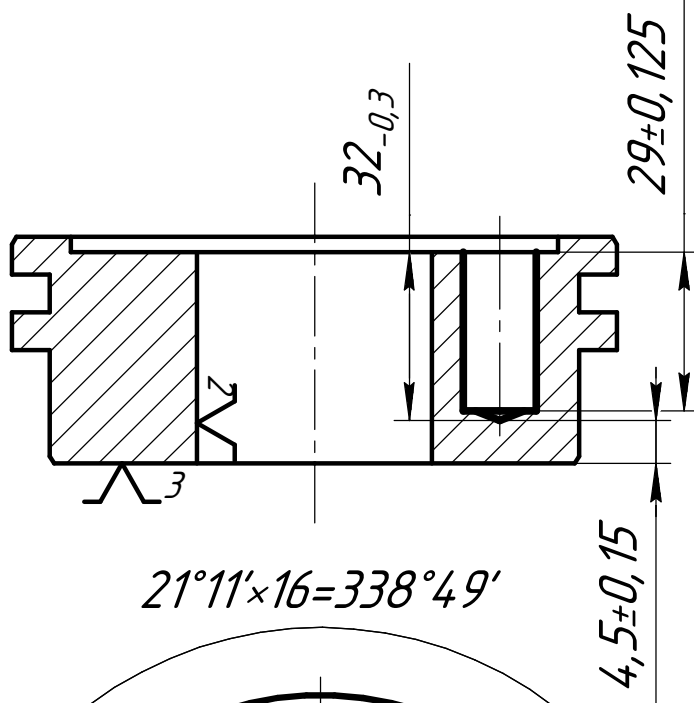
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТП детали Поршень

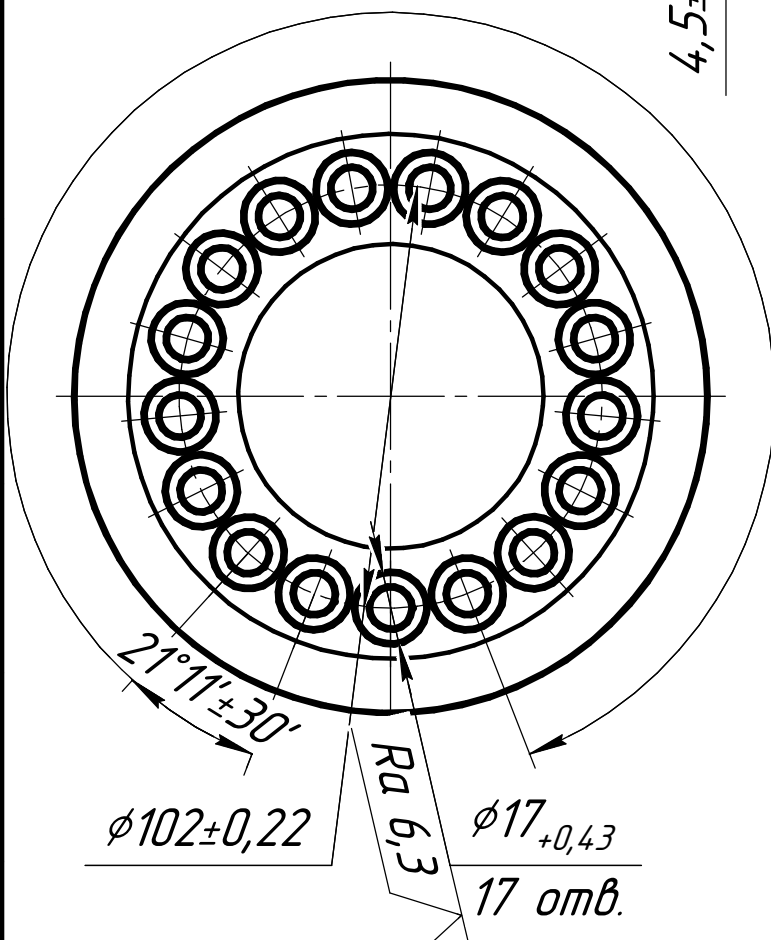
Лист

Операционный эскиз

Описание переходов



$21^{11'} \times 16 = 338^{49'}$



025 Фрезерная с ЧПУ
А. Установить заготовку на поворотный стол.
Базы: Торец и внутренняя цилиндрическая поверхность.
1. Центровать 17 отверстий в размер $21^{11'} \pm 30'$ и $\phi 102_{\pm 0,22}$
2. Сверлить 17 отверстий в размер $21^{11'} \pm 30'$, $\phi 102_{\pm 0,22}$, $\phi 10^{+0,36}$, $32_{-0,3}$.
3. Фрезеровать 17 отверстий в размер $29_{\pm 0,125}$ и $4,5_{\pm 0,15}$, $\phi 17_{+0,43}$

027 Слесарная

1. Снять заусенцы притупить острые кромки

028 Контрольная

1. Контроль полученных размеров

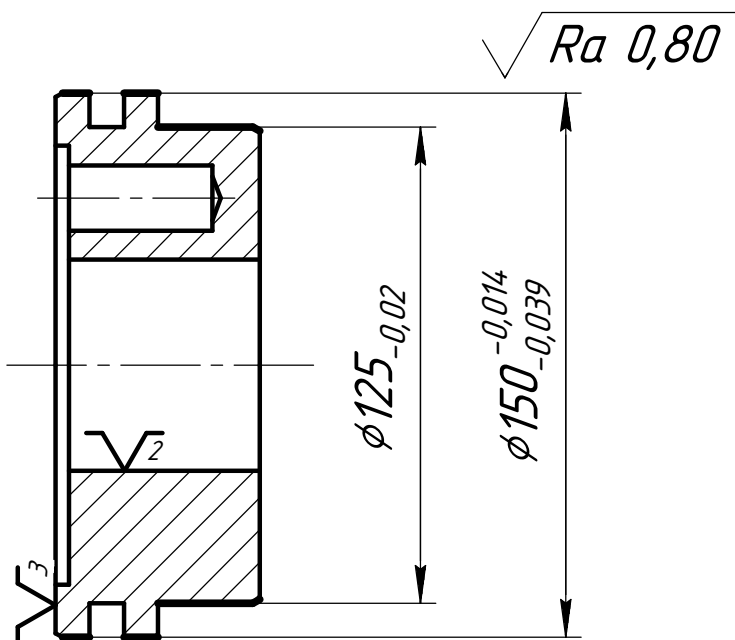
Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дил.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТТ детали Поршень

Лист

030 Термическая
1. ТВЧ 49...53 HRCз; h 0,8...1,2

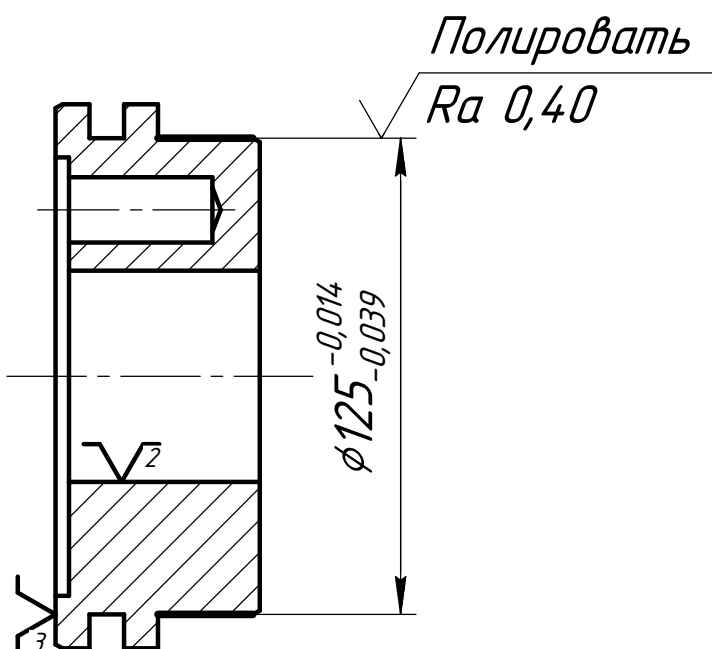


035 Круглошлифовальная.

А. Установить заготовку в
трехкулачковый
самоцентрирующий
патрон.

База: Внутренняя цилиндрическая
поверхность и торец.

1. Шлифовать диаметр $\phi 125_{-0,02}^{+0,014}$,
 $\phi 150_{-0,039}^{+0,014}$.



040 Полировочная.

А. Установить деталь на оправку.

База: Внутренняя
цилиндрическая поверхность и торец.

1. Полировать поверхность
согласно эскизу $\phi 125_{-0,039}^{+0,014}$.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТП детали Поршень				
					Лист				

Описание переходов

1. Снять заусенцы притупить острые кромки

1. Промыть деталь, согласно ТТП 01279-0002 вар.1.

1. Контролировать размеры детали в соответствии с чертежом.

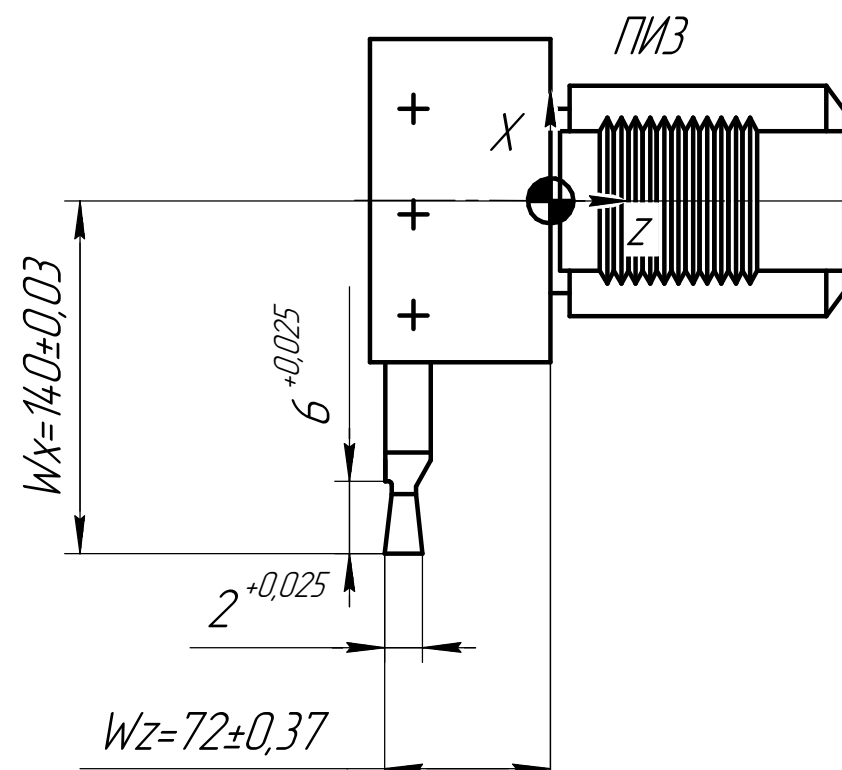
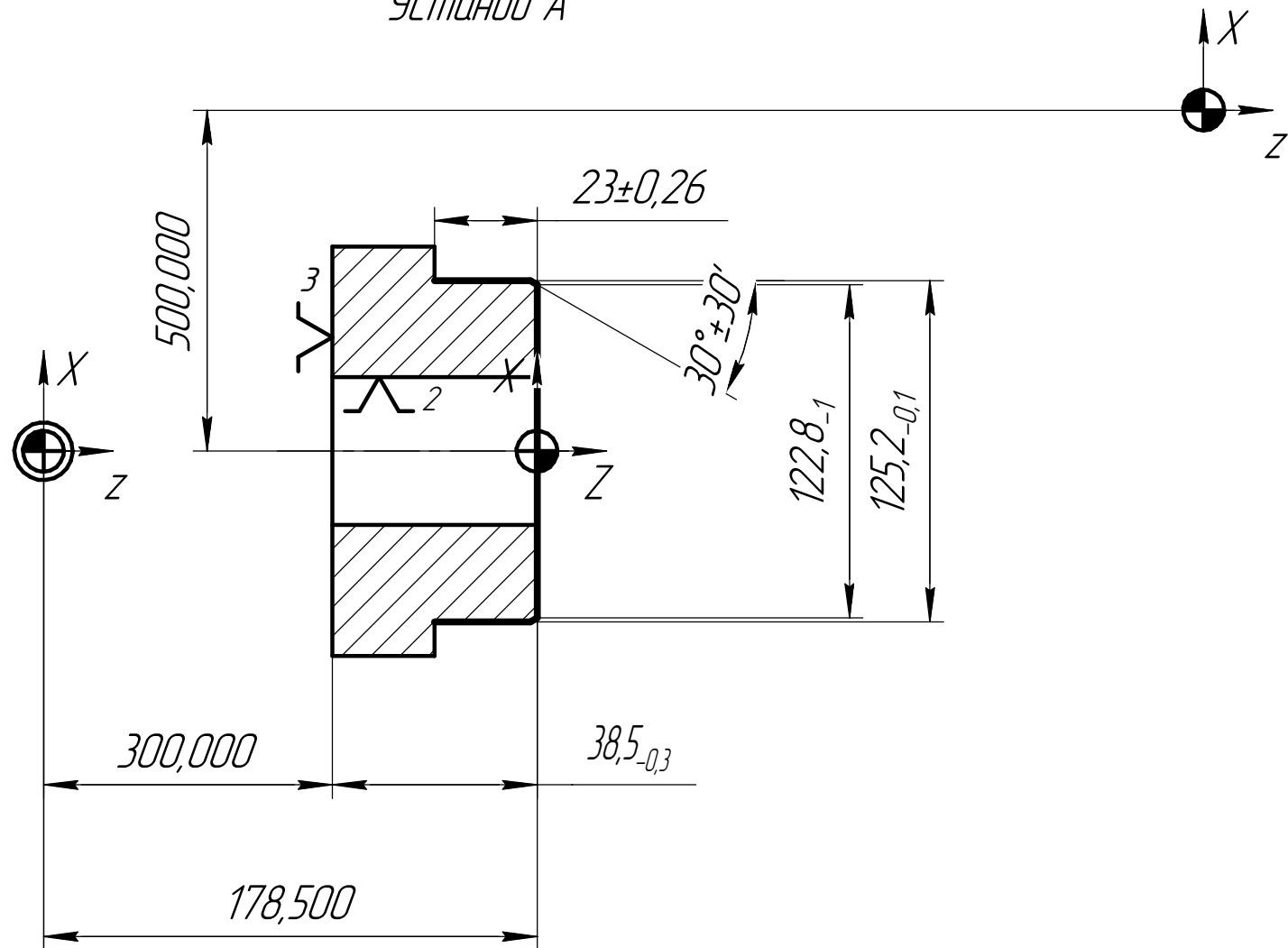
1. Консервировать деталь, согласно ТТП 01279-00001 вар.1.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

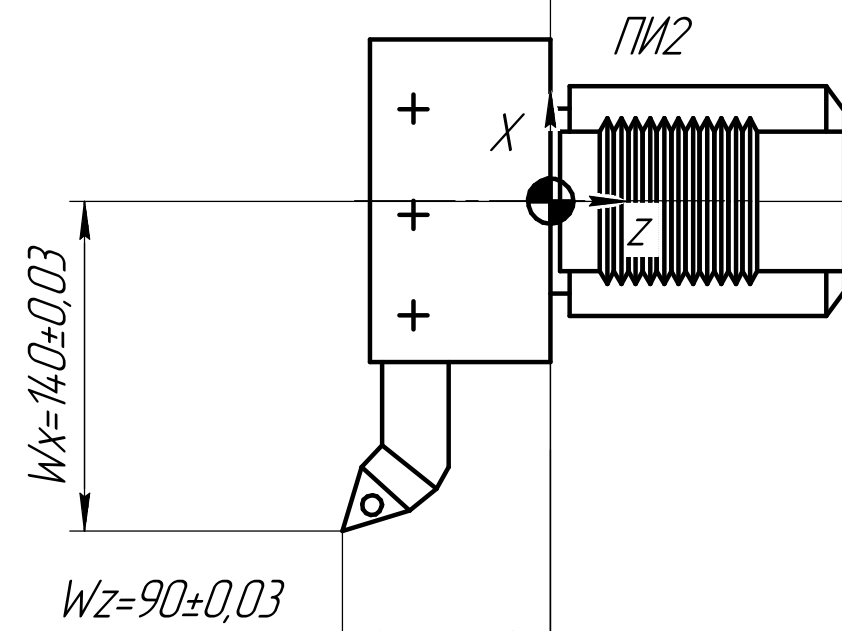
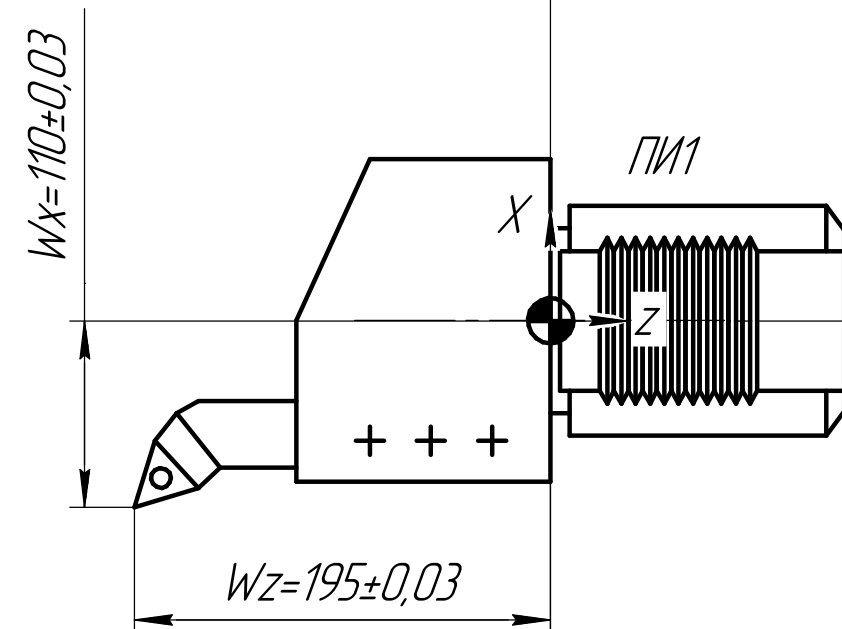
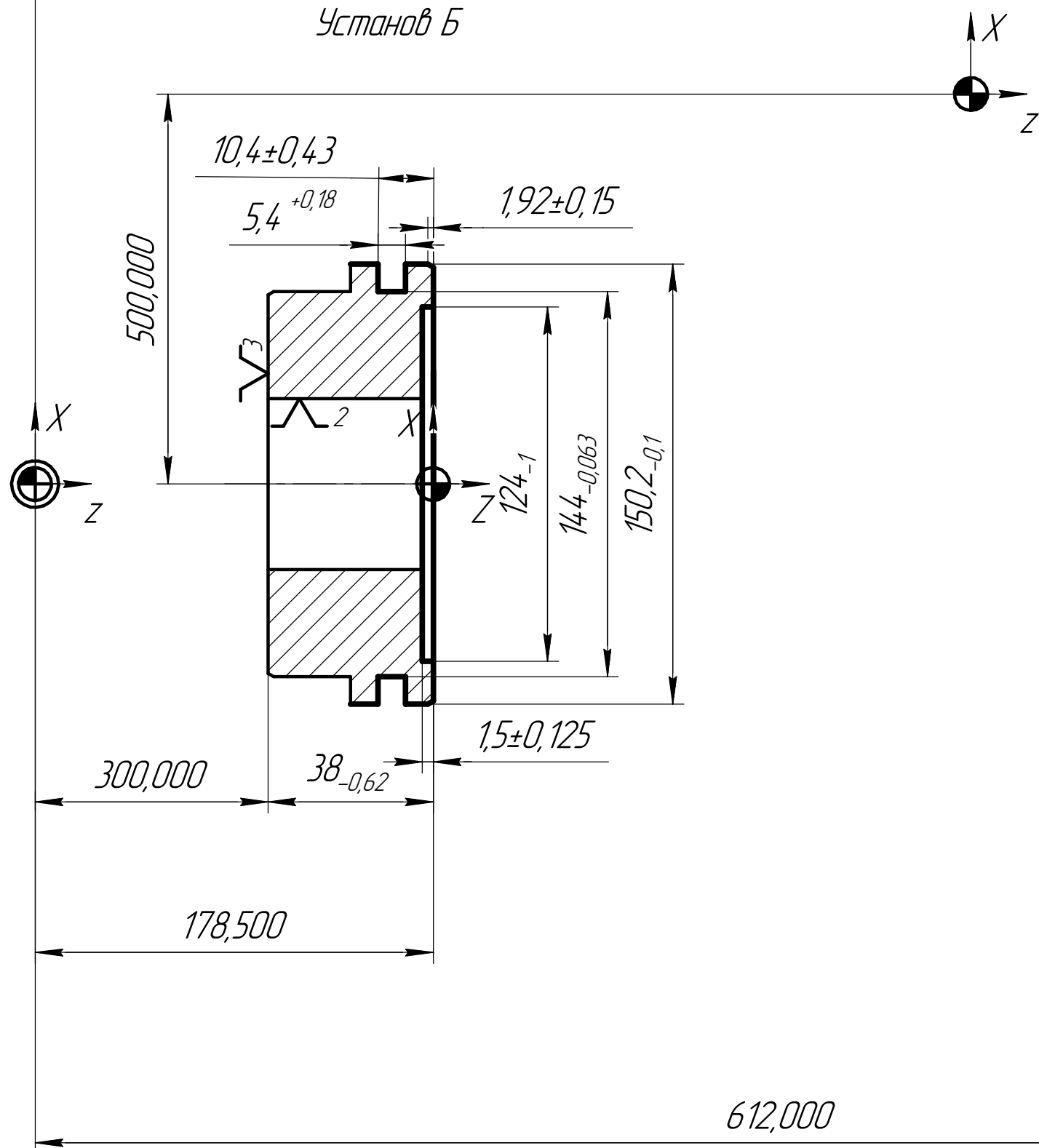
Ауст

Установ А

$\sqrt{Ra3,2}$

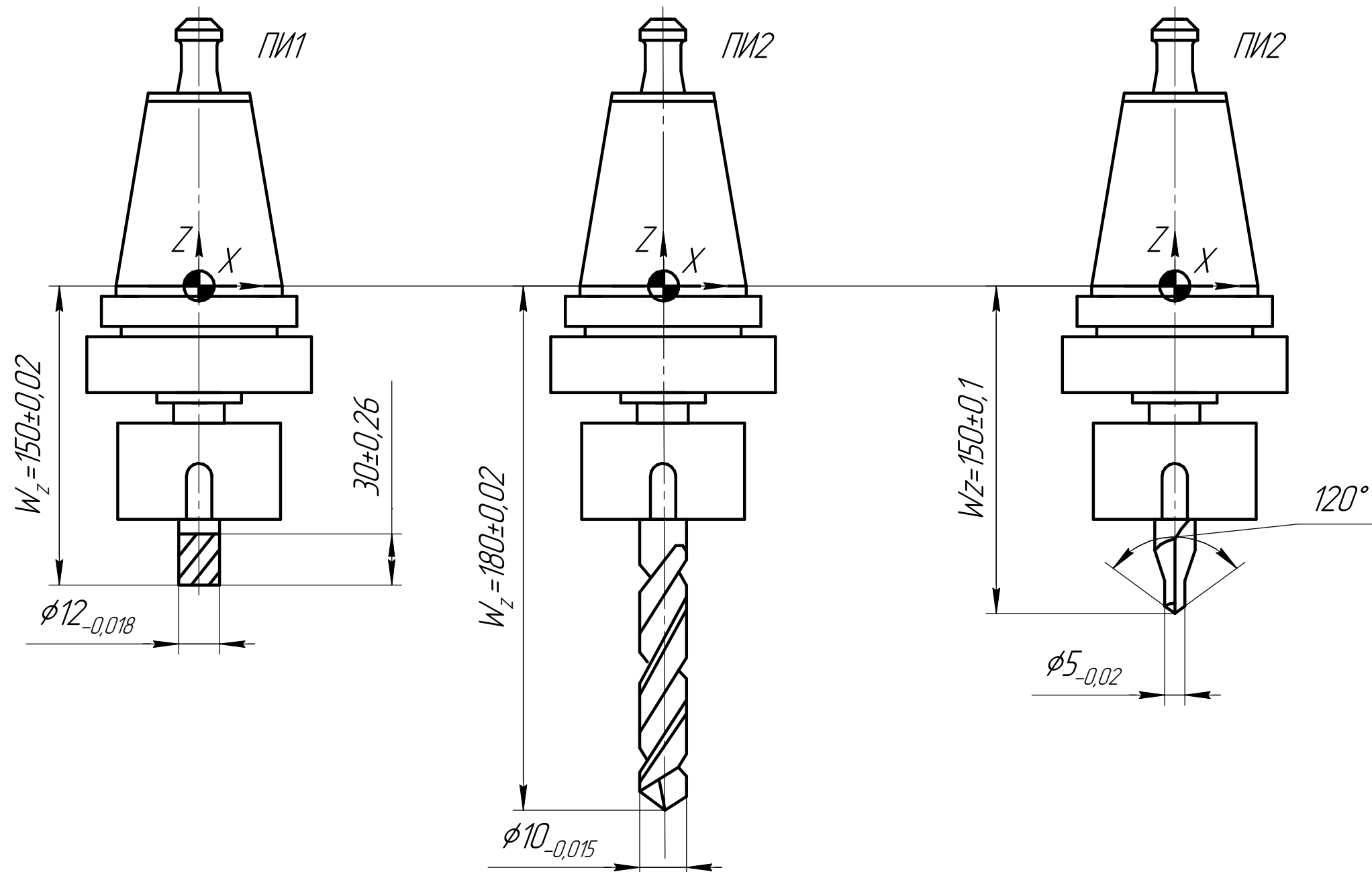
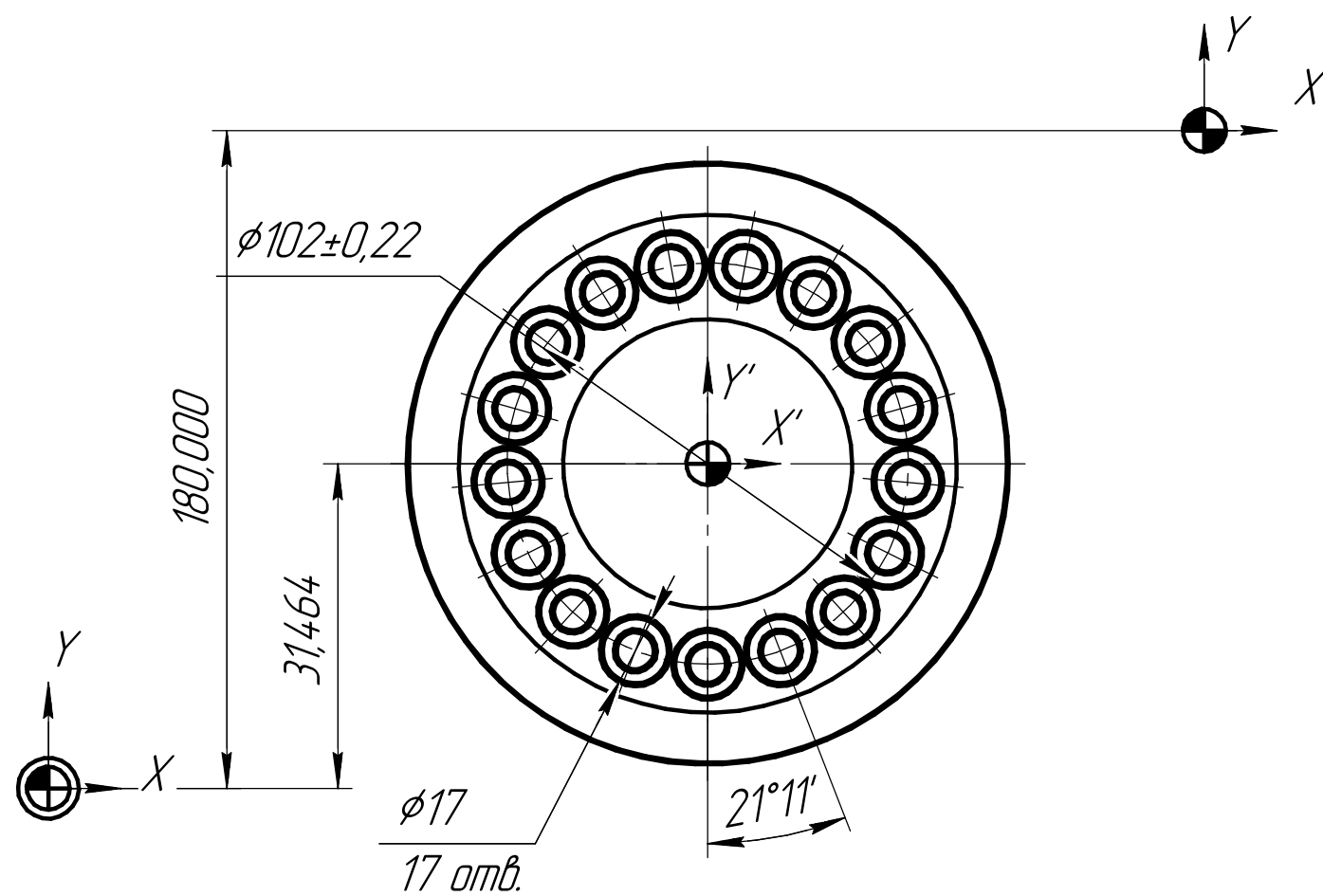
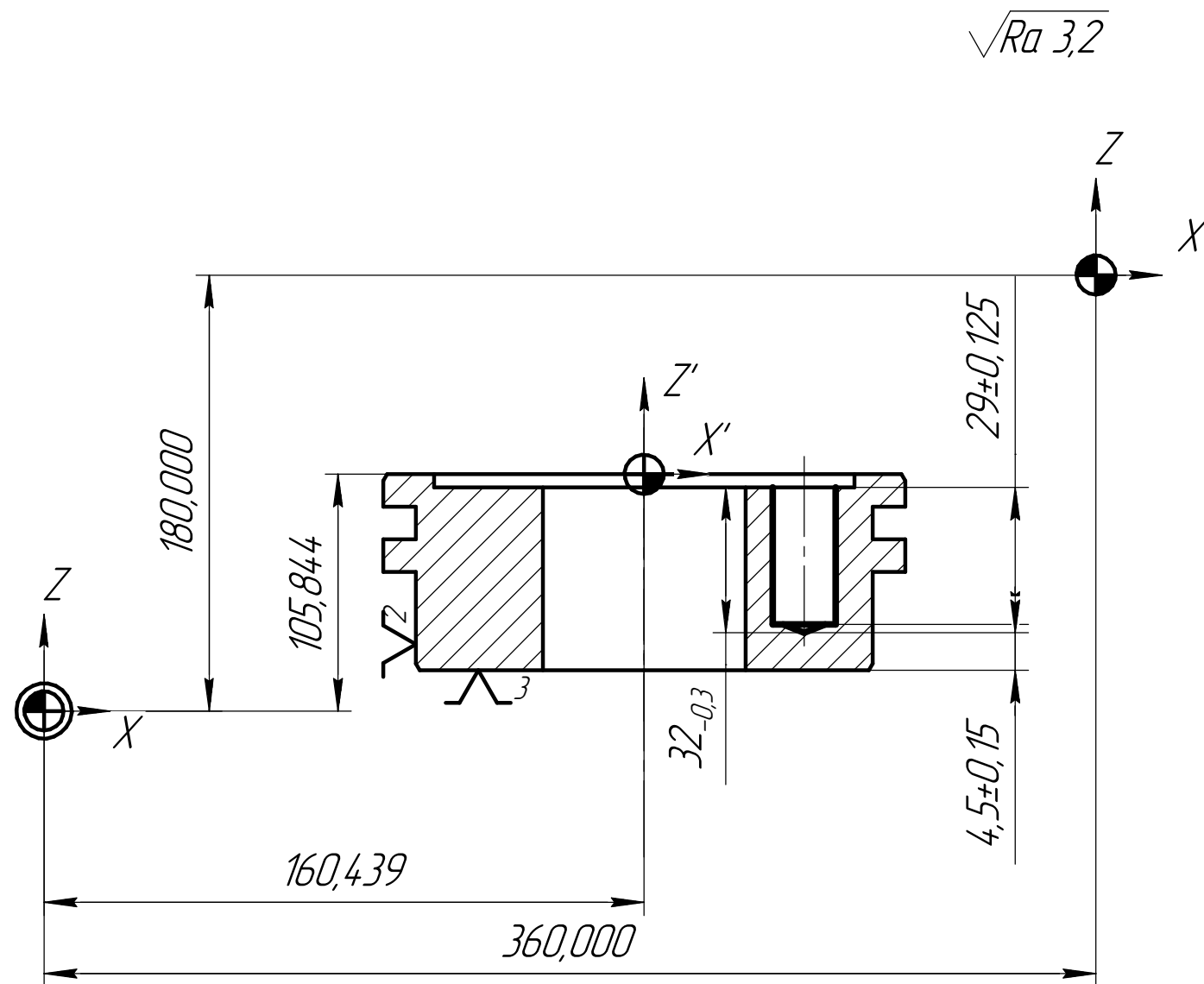


Установ Б



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

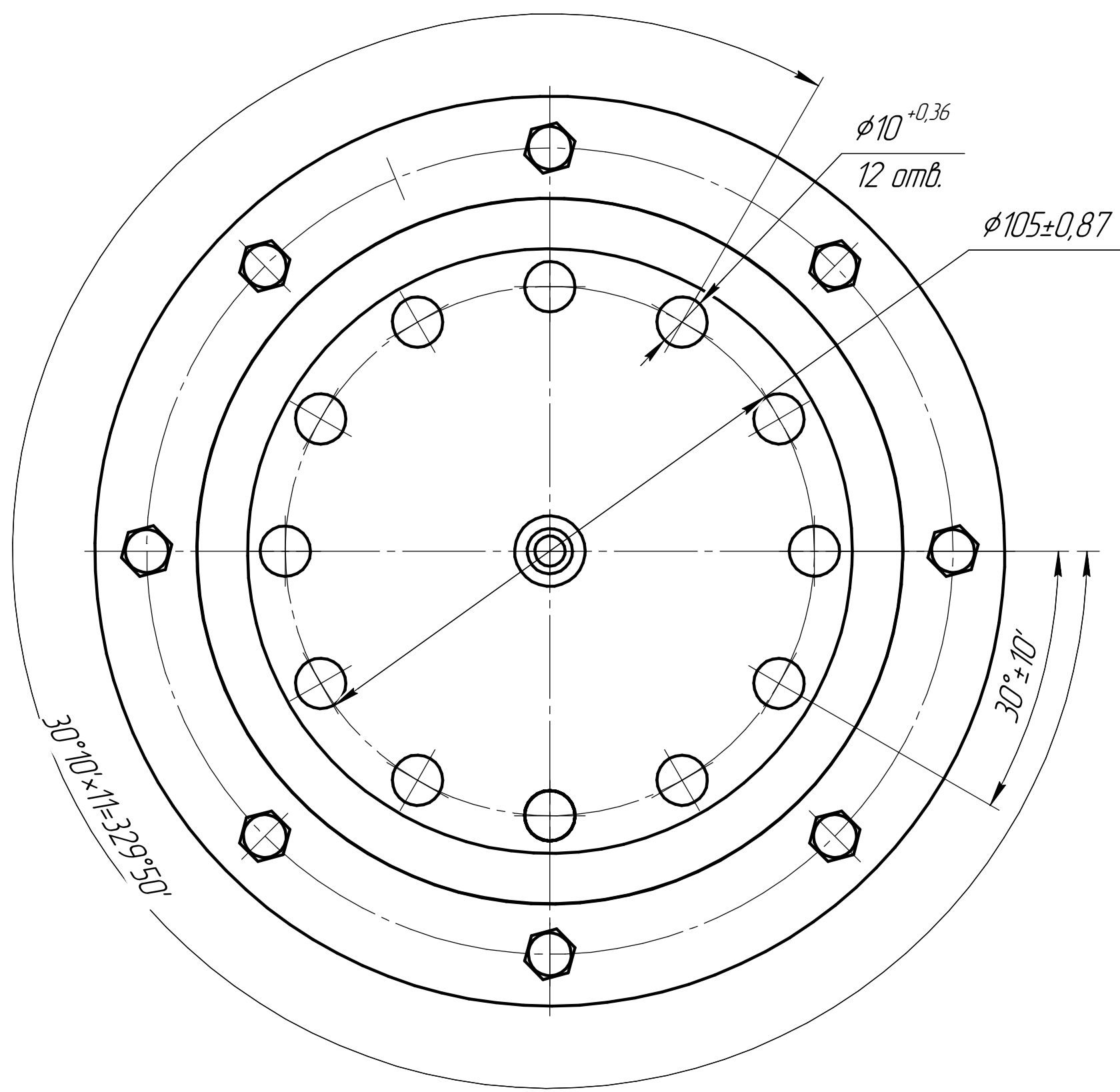
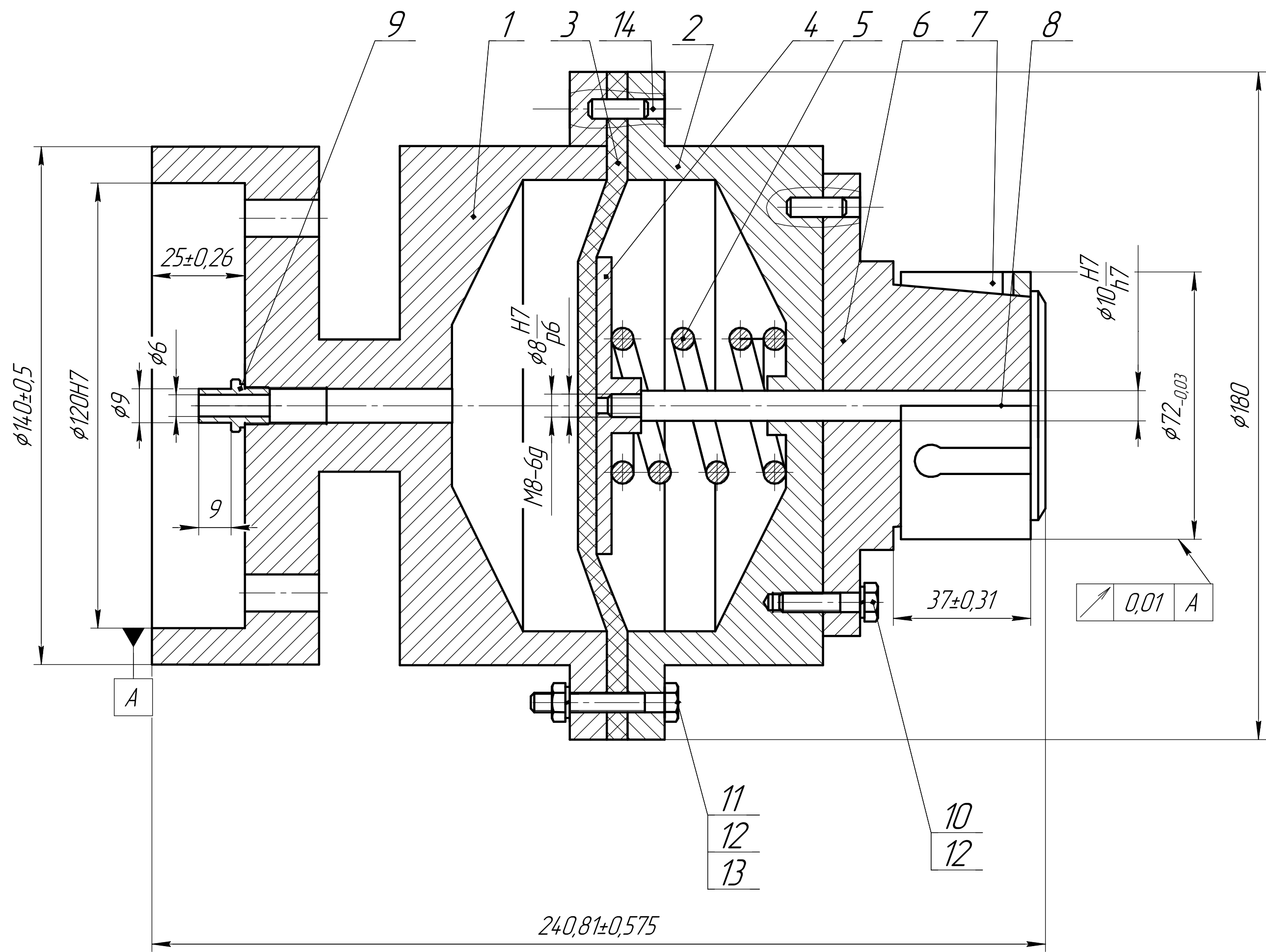
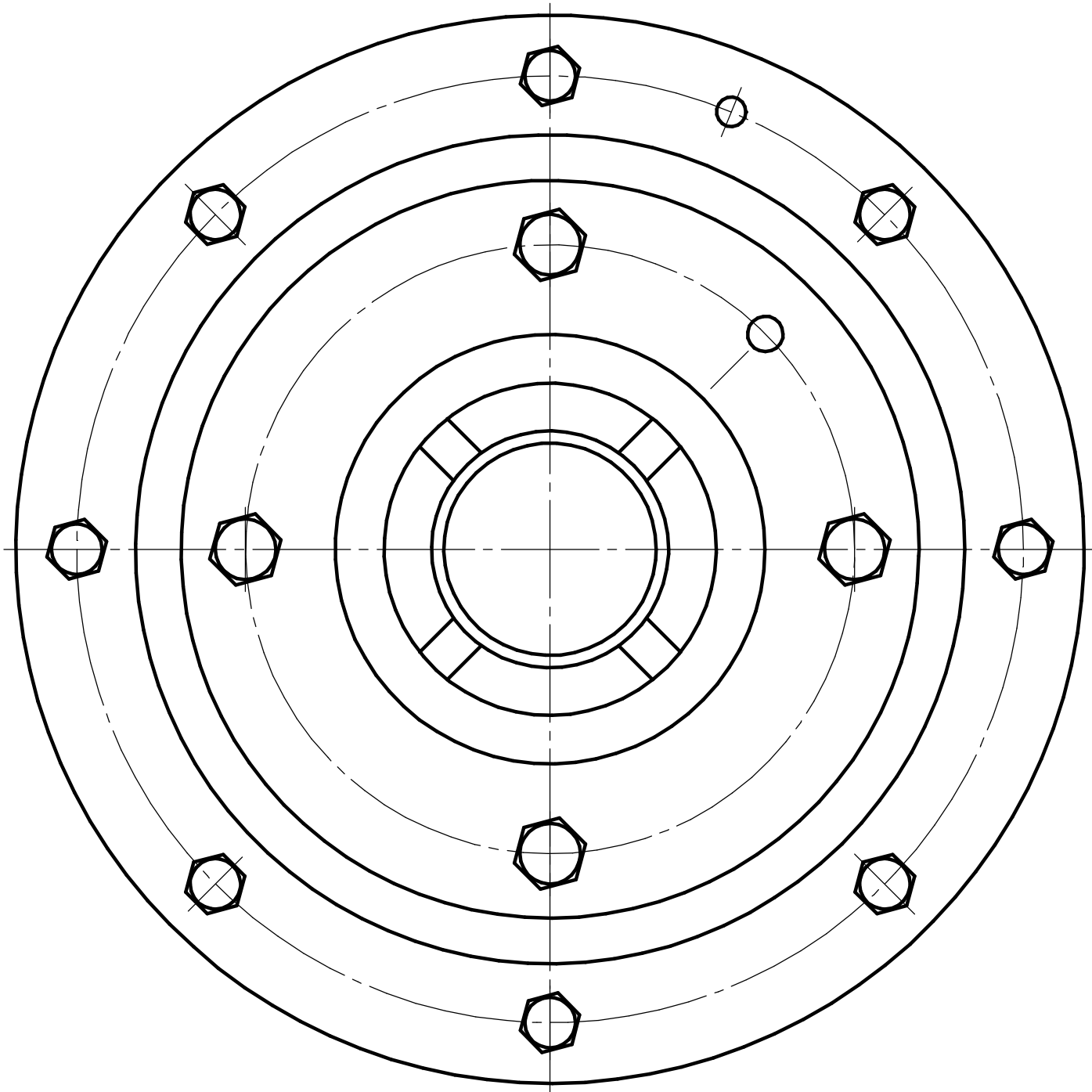
ИШНПТ-4А31084						Карта наладки		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Ляпкин П.А.							1:1
Пров.	Ефременков Е.А.					Лист	Листов	1
Т.контр.						ТПУ ИШНПТ		
Н.контр.						Группа 4А6А		
Утв.						Копировал		
						Формат А2		



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

ИШНПТ-4А31084						Карта наладки		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Ляпкин П.А.						1:1
Пров.		Ефременков Е.А.				Лист	Листов	1
Т.контр.						ТПУ ИШНПТ		
Н.контр.						Группа 4А6А		
Утв.						Копировал		
						Формат А2		

[illegible]



Технические характеристики:

- Номинальное давление, МПа – 0,4;
- Давление холостого хода не более, МПа 0,4;
- Номинальная толкающая сила , Н – 3000;
- Ход штока , мм – 10.

Технические требования:

- Пневмокамеру испытать давлением не менее 0,5 МПа в течении не менее трех минут. Утечки сжатого воздуха не допускается.
- Пневмокамера должна работать на сжатом воздухе, очищенном не грубее класса 10 для эксплуатации при температурах выше 1°С и не грубее класса 9 – для эксплуатации при температурах ниже 1°С по ГОСТ 17433.
- При монтаже зажима канал присоединительного отверстия для подвода воздуха должен быть очищен от загрязнений, а трущиеся поверхности пневмокамеры должны быть смазаны.

				ИШНПТ-4А31084.0100.00.СБ		
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Пневматическая цанга	
	Разраб.	Ляткин П.А.				
	Проб.	Ефременков Е.А.			Сборочный чертеж	
	Т.контр.					
					Лист	Масса
					Листов	Масштаб
					1	1:1
					ТПУ ИШНПТ	
					Группа 4А6А	
					Формат А1	