

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование технологического процесса изготовления детали «Вал-шестерня»
УДК 621.833.002:658.612

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4A51	Раскидко М.А.		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сорокова С.Н.	к.ф.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

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 (специальность) **15.03.01 машиностроение**

Отделение школы (НОЦ) **Отделение материаловедения**

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

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

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

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

Студенту:

Группа	ФИО
4А51	Раскидко Максим Алексеевич

Тема работы:

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	6.06.2019
--	-----------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Чертеж детали «Вал-шестерня» Тип производства: мелкосерийное
---	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	Технологическая подготовка производства. Проектирование альтернативного процесса изготовления заданной детали на современных станках с ЧПУ. Разработка принципиальной схемы автоматизированного оборудования.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Чертеж изделия. Чертеж приспособления. Комплект документов. Карты наладки.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Технологический	Должиков В.П.
Финансовый	Скаковская Н.В.
Социальная ответственность	Скачкова Л.А.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	25.12.2018
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сорокова С.Н.	К.ф-м.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А51	Раскидко М.А.		

Содержание

Введение	7
1 Технологическая подготовка производства.....	9
1.1 Анализ технологичности конструкции детали.....	9
1.2 Обеспечение эксплуатационных свойств детали	11
1.3 Способ получения заготовки.....	14
2 Проектирование технологического маршрута.....	15
2.1 расчет припусков на обработку.....	16
2.2 Размерный анализ	20
2.3 Проектирование технологических операций.....	25
2.4 Выбор средств технологического оснащения	39
2.5 Выбор и расчет режимов резания	43
3 Разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ	58
4 Проектирование специального приспособления.....	58
4.1 Обоснование выбора схемы приспособления	59
4.2 Расчет требуемых усилий закрепления заготовки	61
4.3 Расчет приспособления на точность.....	65
5 Проектирование гибкой производственной системы (модуля)	71
6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	75
6.1 Анализ конкурентных технических решений	76
6.2 SWOT-анализ	77
6.3 Планирование научно-исследовательских работ	80
6.3.1 Структура работ в рамках научного исследования	80
6.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ	80
6.3.3 Разработка графика проведения научного исследования	82
6.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	86
6.4.1 Расчет материальных затрат НТИ	86
6.4.2 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы	87
6.4.3 Отчисления во внебюджетные фонды	89
6.4.4 Накладные расходы.....	90

6.4.5 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	91
6.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансово, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	91
7 Социальная ответственность	97
7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности...	97
7.1.1 Правовые вопросы обеспечения безопасности	97
7.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны...	98
7.2 Производственная безопасность.....	99
7.2.1 Отклонение показателей микроклимата рабочей зоны.....	100
7.2.2 Недостаточная освещенность рабочей зоны	102
7.2.3 Уровень шума	102
7.2.4 Электрический ток	103
7.3 Экологическая безопасность	104
7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	105
7.5 Выводы	107
Заключение	108

Планируемые результаты обучения	
Код рез.	Результаты обучения
Общекультурные компетенции	
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.
Профессиональные компетенции	
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.

Реферат

Выпускная квалификационная работа в размере 180 с., 14 рис., 32 табл., 18 источников, 1 приложение.

Ключевые слова: технологическая подготовка производства, вал-шестерня, анализ технологичности, проектирование технологического процесса, управляющая программа ЧПУ, гибкий производственный модуль, режимы резания, технологическое оснащение.

Объектом исследования является: деталь типа «Вал-шестерня».

Цель работы: проектирование технологической подготовки производства детали «Вал-шестерня». В результате исследования был проведен анализ технологичности конструкции детали, спроектирован технологический процесс изготовления детали, подобраны средства технологического оснащения, инструменты, рассчитаны режимы резания, разработаны управляющие программы для станков с ЧПУ, спроектирован гибкий производственный модуль, произведены расчеты в области финансового менеджмента.

Степень внедрения: полученные результаты могут применяться в мелкосерийном производстве.

Область применения: машиностроение.

Принятые сокращения

CAE – Computer-aided engineering

ГПМ – Гибкий производственный модуль

ГПС – Гибкая производственная система

ЕСТПП – Единая система технологической подготовки производства

КИМ – Коэффициент использования материала

СП – Станочные приспособления

ТП – Технологический процесс

ТТП – технологическая подготовка производства

ЧПУ – Числовое программное управление

Введение

Состояние машиностроения во многом определяет развитие всех отраслей промышленности (таких как: ракетостроение, авиация, автомобилестроение, станкостроение и многое другое). В различных областях промышленности применяются машины и механизмы с деталями типа вал-шестерня. Данные детали, исходя из высоких требований к технико-экономическим и эксплуатационным показателям машин и механизмов, должны обладать высокой надёжностью, ремонтпригодностью, технологичностью, минимальными габаритами, удобством в эксплуатации. Вал-шестерня представляет собой тело вращения, располагается в корпусе редуктора, работает в зацеплении с другим зубчатым колесом с целью передачи крутящего момента от двигателя к приводам. Подобную деталь можно встретить в таких механизмах: в буровых установках, железнодорожных вагонах, в подъемных кранах, в автомобильных дифференциалах, коробке передач, танках, лебедках, шестеренных гидромашинах – насосах, часах и в прочих механизмах. Следовательно, данная работа актуальна и необходима, так как, деталь вал-шестерня является составной частью редукторов и многих других машин и механизмов в машиностроении

В данной работе будут рассматриваться вопросы проектирования технологического процесса изготовления детали на примере детали типа «Вал-шестерня».

Вал-шестерня устанавливается в корпусе редуктора с помощью двух подшипников. Цилиндрические поверхности Ø60K6 мм являются опорными и служат базовыми поверхностью для установки подшипников качения. Необходимое условие для данных поверхностей - посадка с натягом и шероховатость Ra0,8 мкм, что необходимо для работы редуктора в соответствии с предъявленными ему требованиями.

Цилиндрические канавки 5H15 мм шириной 5 мм - технологические канавки, они служат для выхода рабочего инструмента, что облегчает

обработку заготовки. Необходимая шероховатость Ra3,2 мкм.

Наличие зубчатого венца с эвольвентным профилем обеспечивает зацепление вала-шестерни с зубчатым колесом. Степень точности зубчатого венца существенно влияет на выбор методов получения зубьев. Зубчатый венец, имеющий точность 8-ой степени необходимо подвергать отделочной обработке, что удорожает изготовление вала-шестерни и усложняет маршрут обработки.

Техническое задание

Разработать технологический процесс изготовления детали «Вал-шестерня», чертеж представлен в приложении. Согласно данным технического задания (приложение 1) деталь изготавливается из материала «Сталь 40Х ГОСТ 4543-71», годовая программа выпуска 1000 шт. Трехмерная модель детали представлена на рисунке 1.



Рисунок. 1 — Модель детали «Вал-шестерня»

1 Технологическая подготовка производства

1.1 Анализ технологичности конструкции детали

С целью уменьшения трудоемкости и металлоемкости производства детали воспроизводительными методами в первую очередь необходимо провести анализ технологичности детали [1].

Для этого необходимо выполнить следующие этапы:

- Анализ технологичности детали.
- Разработка и выбор станков, необходимых для обработки.
- Подборка и выбор режущих инструментов необходимых для обработки.
- Выбор технологической оснастки.
- Написание программ для токарного станка с ЧПУ.
- Оформление технологической документации [2].

При рассмотрении чертежа детали (см. приложение 1) можно выявить некоторые особенности. Во-первых, деталь имеет несколько сквозных отверстий. Во-вторых, на чертеже указана минимальная шероховатость Ra 0,8, которую можно получить при шлифовке. Присутствует наличие канавки.

Анализируя деталь с точки зрения технологичности можно выделить положительные моменты:

1. Размеры и точности обработки поверхностей находятся в пределах возможностей станков.
2. Материал хорошо поддается механической обработке.
3. Присутствуют размеры по 14-му качеству.

К отрицательным относятся:

1. Наличие квадратного отверстия по 7-му качеству и шероховатостью Ra 1,25;

2. Наличие размеров по 6-му, 7-му, 8-му, 11-му квалитетам;
3. Шероховатость поверхностей Ra 0,8 Ra 1,25, Ra 2,5;
4. Допуски отклонения формы: радиальное биение относительно базовых поверхностей, не превышающее 0,08 мм на внешней поверхности и 0,05 мм на внутренней.

При обработке детали используется точение, сверление, протягивание, зубофрезерование, термическая обработка, шлифование.

В качестве заготовки принимаем стальной горячекатаный прокат круглого сечения Ø125мм по ГОСТ 2590-88 [3]. Массы детали и заготовки рассчитаны с помощью «SOLIDWORKS», исходя из материала и твердотельных моделей и составили $m_{\text{детали}}=2,131$ кг, $m_{\text{заготовки}}=9,140$ кг.

Химический состав заготовки представлен в таблице 1.

Таблица 1. Химический состав Сталь 40Х ГОСТ 4543-71 [4]

Элемент	Содержание, %
Углерод С	0,36-0,44
Кремний Si	0,17-0,37
Марганец Mn	0,5-0,8
Никель Ni	до 0,3
Сера S	до 0,035
Фосфор P	до 0,035
Хром Cr	0,8-1,1
Медь Cu	до 0,3
Железо Fe	~97

Исходя из выше приведенных данных делаем вывод, что форма заготовки обеспечивает свободный доступ инструмента, что повышает

технологичность. Габариты и масса заготовки не требуют дополнительных подъемных приспособлений.

При обработке применяются зажимные устройства, такие как трехкулачковый самоцентрирующийся патрон, прижимы, центра, приспособление.

1.2 Обеспечение эксплуатационных свойств детали

Эксплуатационные свойства детали, как правило, определяются качеством их рабочих поверхностей, формируемыми при изготовлении или восстановлении. Поэтому задача технологического обеспечения качества поверхностного слоя детали является одной из важнейших при решении проблемы повышения надежности. Повышение надежности машин может быть обеспечено за счет применения эффективных технологических процессов изготовления и восстановления деталей, повышающих их износостойкость, усталостную прочность, коррозионную стойкость. Для этих целей применяются технологические процессы, упрочняющие поверхностный слой, придающие ему особые свойства. Сюда относятся как процессы химикотермической обработки, так и упрочняющая обработка, основанная на пластическом деформировании поверхностей. При применении методов поверхностной пластической деформации в результате наклепа в поверхностных слоях видоизменяются форма и размеры кристаллических зерен, повышается твердость, и образуются сжимающие напряжения, способствующие повышению износостойкости и сопротивляемости усталостным разрушениям [1]. Надежность и долговечность изделий в значительной мере зависит от эксплуатационных свойств деталей и их соединений, которые могут быть определены с использованием методом математической статистики и теории вероятностей.

Передача нагрузки в зубчатой передаче происходит в результате соприкосновения боковых профилей сопряженных зубьев. Под действием сил

давления зубья находятся в сложнапряженном состоянии. При этом нагружается и поверхность зубьев (линейный контакт), и весь объем зуба. Поэтому работоспособность передачи оценивается контактной прочностью боковой поверхности зубьев и объемной прочностью зуба при сложном нагружении. Оценка прочности зубьев усложняется действием переменной нагрузки на зуб, изменяющейся по прерывистому пульсирующему циклу. На рисунке 2а представлена схема нагружения зуба.

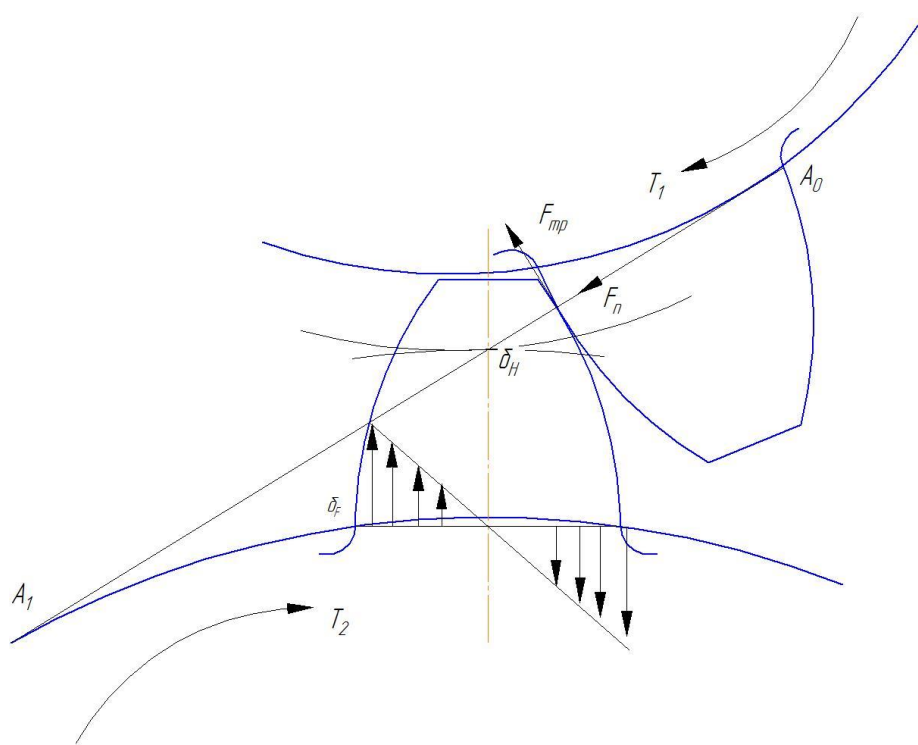


Рисунок.2а Схема нагружения [5]

При недостаточной контактной прочности поверхности зубьев происходит усталостное выкрашивание рабочих поверхностей. Поломки зубьев в основном тоже носят усталостный характер и происходят либо при перегрузках передачи, либо при недостаточной их объемной прочности. При объемном нагружении зубьев главным видом деформации является изгиб. Поэтому оценку объемной прочности зубьев обычно проводят по деформации изгиба. Таким образом, в зубчатых передачах при оценке работоспособности используют два условия:

а) условие контактной прочности поверхности:

$$\sigma_H \leq [\sigma]_H;$$

б) условие объемной прочности при деформации изгиба:

$$\sigma F \leq [\sigma]F.$$

Таким образом, стандартный расчет зубчатых передач на прочность сводится к определению действующих в материалах колес напряжений (контактных и деформации изгиба) и сравнения полученных значений с допускаемыми напряжениями для этих материалов. [5]

Сложность расчетов зубчатых колес на прочность обусловлена характером нагрузки, действующей в зоне контакта колес. Определение величины этой нагрузки, называемой расчетной нагрузкой – наиболее сложная задача, выполняемая при расчетах зубчатых передач. Ответственным этапом при расчетах вызывает правильная оценка допускаемых напряжений в зоне контакта зубьев.

Проверку работоспособности конструкции детали можно выполнить с помощью САЕ-системы. Для данной детали были проведены расчеты на возникновение напряжений при ее эксплуатации ($F_n=100$ Н, $F_{тр}=1,2$ Н). Моделирование и расчеты были выполнены в программе SolidWorks. На рисунке 2б представлено распределение поля напряжения в детали.

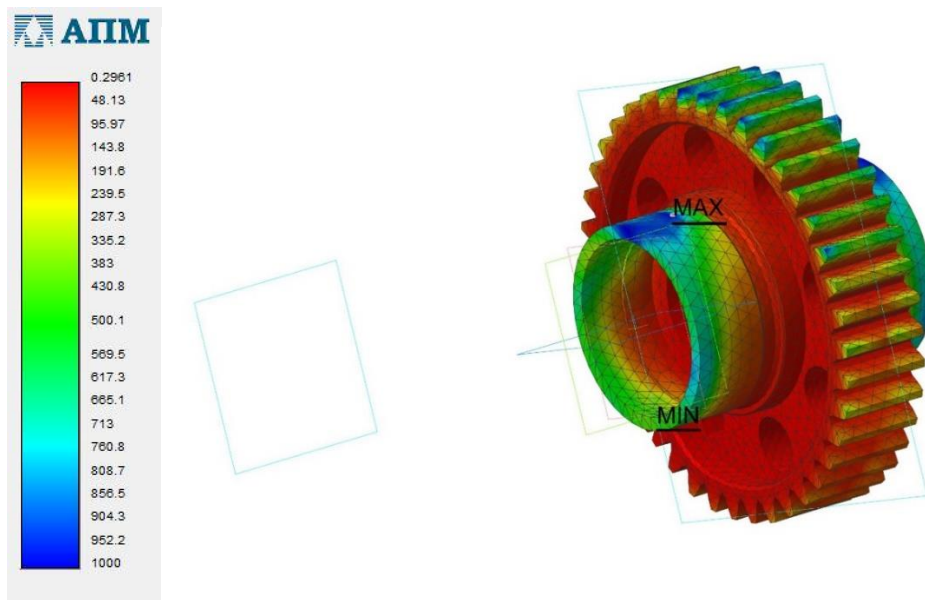


Рисунок.2б Напряженная модель детали

Из анализа рисунка 2б, видно, что наибольшие напряжения находятся в средней части детали, и в корне зуба.

1.3 Способ получения заготовки

Пред началом процесса изготовления детали, материал, из которого она сделана, трансформируют в заготовки. Размеры и форма заготовки должны, насколько это возможно, быть приближены к размерам и форме детали, что позволит сократить расход материалов, электроэнергии, увеличить производительность труда. Заготовки получают литьем, ковкой, штамповкой, высадкой, прокаткой, волочением и другими способами [6].

В данном случае целесообразно рассмотреть два способа получения заготовки:

1. Получение заготовки из прутка
2. Получение заготовки штамповкой

Коэффициент использования материала (КИМ) определяется отношением массы детали (m_d) к массе израсходованного материала (m_p).

При расчете КИМ находится коэффициент выхода годного материала в процессе изготовления:

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

где q - масса готовой детали, кг;

Q - масса заготовки, кг.

По данным САПР Компас-3D V17

Для прутка имеем: $Q = 9,140$ кг, $q = 2,132$ кг, тогда

$$K = \frac{2,132}{9,140} = 0,233$$

Для штамповки: $Q = 4,674$ кг, $q = 2,131$ кг, тогда

$$K = \frac{2,132}{4,674} = 0,456$$

Сравнив коэффициенты видно, что заготовка, полученная штамповкой, больше подходит для производства нежели прутки. При использовании такой

заготовки уменьшается время на механическую обработку, припуски. Но при получении заготовки штамповкой, требуется изготовление форм и присутствие необходимого оборудования либо его закупка, что в мелкой серии производства является экономически не выгодно. Исходя из вышеперечисленного, целесообразно выбрать для заготовки прутки.

2 Проектирование технологического маршрута

Задачей проектирования технологического процесса механической обработки является определение такой ее последовательности, при которой наиболее полно используются технологические возможности станков, приспособлений и инструментов, а деталь изготавливается с наименьшими материальными затратами.

Технологический маршрут детали «Вал-шестерня» будут включать следующие операции:

- Ленточнопильная
- Термическая
- Токарная
- Токарная с ЧПУ
- Слесарная
- Контрольная
- Сверлильная
- Слесарная
- Протягивание
- Зубофрезерная
- Слесарная
- Термическая
- Контрольная
- Круглошлифовальная
- Зубошлифовальная

- Промывочная
- Контрольная
- Консервация.

2.1 расчет припусков на обработку

Одним из способов снижения материалоемкости является уменьшение припусков на обработку. Припуск элементарных поверхностей назначают по соответствующим справочным таблицам (ГОСТ, РТМ и т.п.). Также проводится аналитический расчет для определения минимальной необходимой величины припуска на механическую обработку z_{min} . Для аналитического расчета требуется установить все составляющие элементы припуска [7]:

R_{zi-1} – величину шероховатости поверхности, полученную в результате предыдущего перехода;

h_{i-1} – толщину дефектного слоя, полученного в результате всей предыдущей обработки;

$\Delta\Sigma_{i-1}$ – суммарное, отклонение расположения обрабатываемой поверхности относительно установочной базы, используемой на анализируемом переходе, и погрешность формы обрабатываемой поверхности, полученную в результате всей предшествующей обработки;

ε_i – погрешность установки заготовки при реализации перехода, для которого рассчитывается припуск.

При расчете минимального припуска все слагаемые суммируются.

При последовательной обработки поверхностей (односторонний припуск):

$$z_{imin} = R_{zi-1} + h_{i-1} + \varepsilon_i$$

При параллельной обработке величина припуска удваивается.

Величины R_z и h определяются из справочных таблиц [7], в зависимости от вида обработки поверхности и способа получения заготовки. Суммарная погрешность расположения и формы определяется на основе

анализа всех возможных отклонений положения обрабатываемой поверхности относительно установочной базы и всех факторов, вызывающих изменение теоретической формы поверхности. В самом общем случае величина $\Delta\Sigma$ определяется как сумма погрешности смещения и погрешности коробления (кривизны), эти величины так же определяются по таблицам. Произведем расчет припусков на механическую обработку наружного диаметра детали и занесем их в таблицу 3.

Пространственные погрешности Δ определяются согласно рекомендациям, представленным в литературе [7].

Общая пространственная погрешность, рассчитывается как:

$$\Delta = \sqrt{(\rho_{\phi})^2 + (\rho_p)^2}$$

Где, ρ_{ϕ} - погрешность Точность геометрической формы

ρ_p - погрешность расположения поверхностей

Подставив величины, общая погрешность для заготовки будет равна:

$$\Delta = \sqrt{30^2 + 80^2} = 85 \text{ мкм}$$

Для последующих операций Общая пространственная погрешность рассчитывается по подобию.

Определение погрешности установки заготовки ε можно определить расчетным путем или из таблиц. В работе будет использован расчетный метод.

Погрешности установки ε , мкм, определяем, как:

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

где, ε_3^2 – погрешность, зависящая от диаметра поверхности, мкм;

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

где, $T_D^2 = 2,8^2$ – погрешность, зависящая от допуска на диаметр проката, мкм.

Тогда погрешность установки, будет равна:

$$\varepsilon_2 = \sqrt{140^2 + 120^2} = 184 \text{ мкм},$$

Погрешность заготовки для последующих операций определяем по подобию.

Далее рассчитывается минимальный расчетный припуск $2Z_{\min}$, согласно формуле 3.1 [15]:

$$2Z_{\min} = 2 * (R_{Zi-1} + h_{i-1} + \Delta_{i-1} + \varepsilon_i)$$

Подставив полученные данные получим значения минимального расчетного припуска для следующих операций:

- Токарная черновая $2Z_{2\min} = 2 * (115 + 125 + 600 + 600) = 2880$ мкм.
- Токарная чистовая $2Z_{2\min} = 2 * (80 + 50 + 85 + 184) = 798$ мкм.
- Шлифовальная черновая $2Z_{2\min} = 2 * (15 + 20 + 85 + 184) = 608$ мкм.
- Шлифовальная чистовая $2Z_{2\min} = 2 * (20 + 30 + 12) = 124$ мкм.

Для последующих операций припуск $2Z_{\min}$ рассчитывается аналогично.

Расчётный диаметр d_p рассчитывается с конца от диаметра, который требуется получить.

$$d_5 = 60,002 \text{ мм};$$

$$d_4 = 60,002 + 0,124 = 60,125 \text{ мм};$$

$$d_3 = 60,126 + 0,608 = 60,734 \text{ мм};$$

$$d_2 = 60,734 + 0,798 = 61,532 \text{ мм};$$

$$d_1 = 61,532 + 2880 = 64,412 \text{ мм}$$

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

$$d_{\max 5} = 60,002 + 0,019 = 60,021 \text{ мм};$$

$$d_{\max 4} = 60,125 + 0,074 = 60,199 \text{ мм};$$

$$d_{\max 3} = 60,734 + 0,074 = 60,808 \text{ мм};$$

$$d_{\max 2} = 61,532 + 0,460 = 61,992 \text{ мм};$$

$$d_{\max 1} = 64,412 + 2880 = 67,292 \text{ мм}.$$

Таблица 3 заполняется аналогичным методом. Все требуемые коэффициенты задаются в соответствии со справочными таблицами [7].

Максимальные предельные значения припусков $z_{\max}^{\text{пр}}$ равны разности наибольших предельных размеров, а минимальные значения $z_{\min}^{\text{пр}}$ – соответственно разности наименьших предельных размеров предшествующего и выполняемого переходов:

$$z_{\max 4}^{\text{пр}} = 0,178 \text{ мм};$$

$$z_{\max 3}^{\text{пр}} = 0,609 \text{ мм};$$

$$z_{\max 2}^{\text{пр}} = 1,184 \text{ мм};$$

$$z_{\max 1}^{\text{пр}} = 5,3 \text{ мм};$$

$$z_{\min 4}^{\text{пр}} = 0,123 \text{ мм};$$

$$z_{\min 3}^{\text{пр}} = 0,609 \text{ мм};$$

$$z_{\min 2}^{\text{пр}} = 798 \text{ мм};$$

$$z_{\min 1}^{\text{пр}} = 2,88 \text{ мм}.$$

В таблице 3 представлены расчетные припуски на механическую обработку детали «Вал-шестерня».

Таблица 3. Припуски на механическую обработку наружной поверхности.

Технологические операции обработки наружной поверхности Ø60K6	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск к $2Z_{\min}$, мкм	Расчетный размер d_p , мм	Допуск Td, мкм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мм	
	R_z	h	Δ	ε				$d_{\min}$	$d_{\max}$	2ПР $Z_{\min}$	2ПР $Z_{\max}$
Прокат	115	125	600	600	-	64,412	2800	67,292	64,412	-	-

Токарная с ЧПУ Черновое	80	50	85	184	2880	61,532	460	61,992	61,532	5,3	2,88
Чистовое	15	20	85	184	798	60,734	74	60,808	60,734	1,184	0,798
Шлифование; Черновое	20	30	12	-	608	60,125	74	60,199	60,125	0,609	0,609
Чистовое	5	15	12	-	124	60,002	19	60,021	60,002	0,178	0,125
Σ										7,274	4,412

2.2 Размерный анализ

В создаваемом технологическом процессе наиболее важный раздел – размерный анализ, с помощью которого предусматривается согласование чертежных размеров детали со всеми операционными размерами, припусками, размерами заготовки и др. Именно на этом этапе проектирования предусматривается обеспечение надежности технологического процесса.

Для расчетов размерных цепей будем использовать методы:

- Максимума-минимума (для цепей, имеющих два звена и менее)

$$TK \geq \sum_{i=1} TA_i;$$

- Вероятностный метод (для цепей, имеющих более двух звеньев)

$$TK \geq \sqrt{\sum_{i=1} (TA_i)^2}.$$

Для проведения размерного анализа линейных размеров детали составляем размерную схему (рисунок 3) и граф.дерево (рисунок 4).

Конструкторские размеры, выдерживаемые непосредственно:

$$K_3 = A_{13.2} = 27,5 \pm 0,3 \text{ мм};$$

$$K_{15} = A'_{2.9} = 24 \pm 0,25 \text{ мм};$$

$$K_1 = A'_{2.1} = 82 \pm 0,4 \text{ мм};$$

$$K_{16} = A_{2.12} = 24 \pm 0,25 \text{ мм};$$

$$K_{13} = A'_{2.11} = 14 \pm 0,2 \text{ мм};$$

$$K_{14} = A_{2.14} = 14 \pm 0,2 \text{ мм};$$

$$K_4 = A_{13.1} = 27,5 \pm 0,3 \text{ мм};$$

$$K_{10} = A_{2.5} = 28,5 \pm 0,25 \text{ мм};$$

$$K_9 = A'_{2.6} = 28,5 \pm 0,25 \text{ мм}.$$

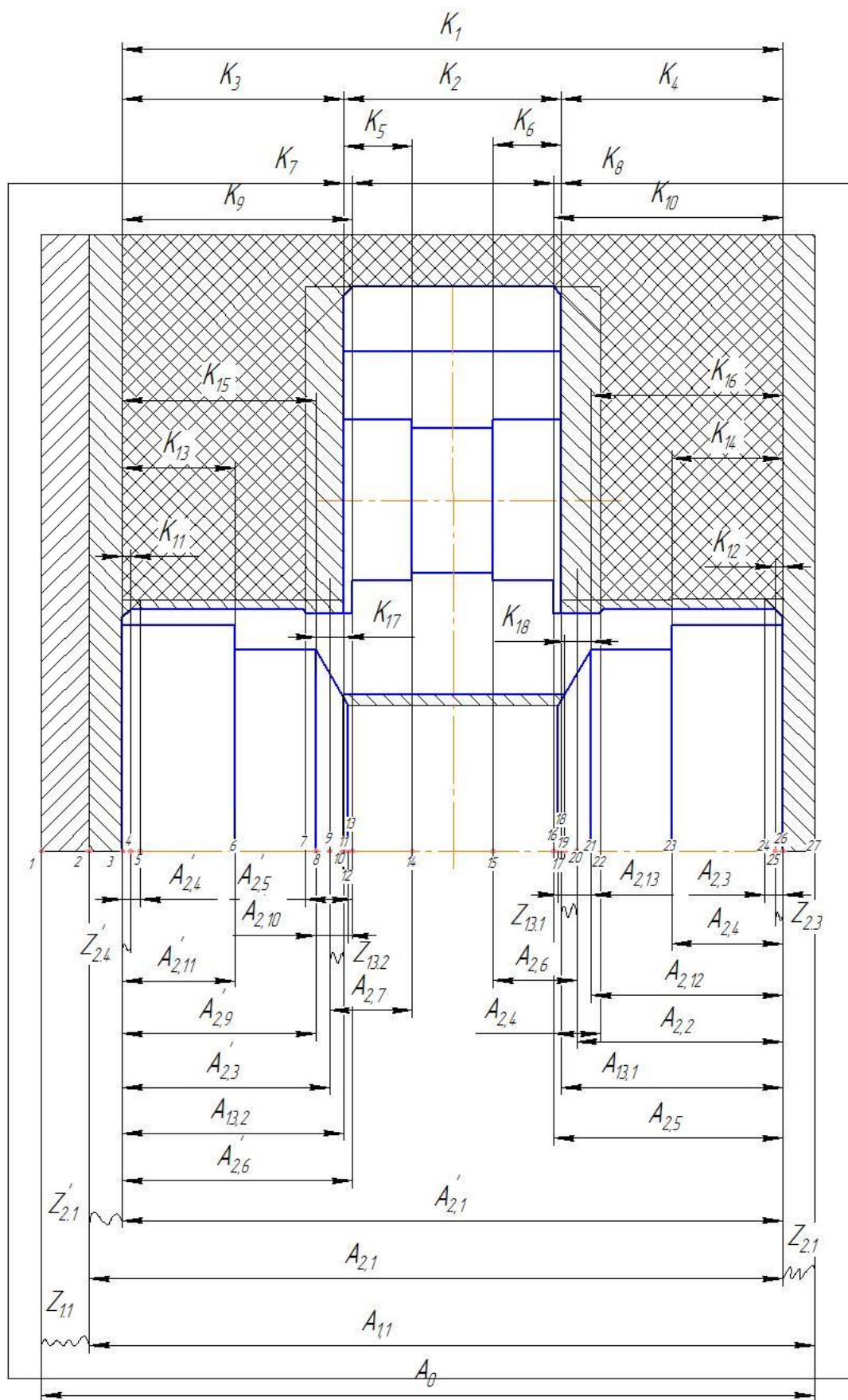


Рисунок.3. Размерная схема линейных размеров.

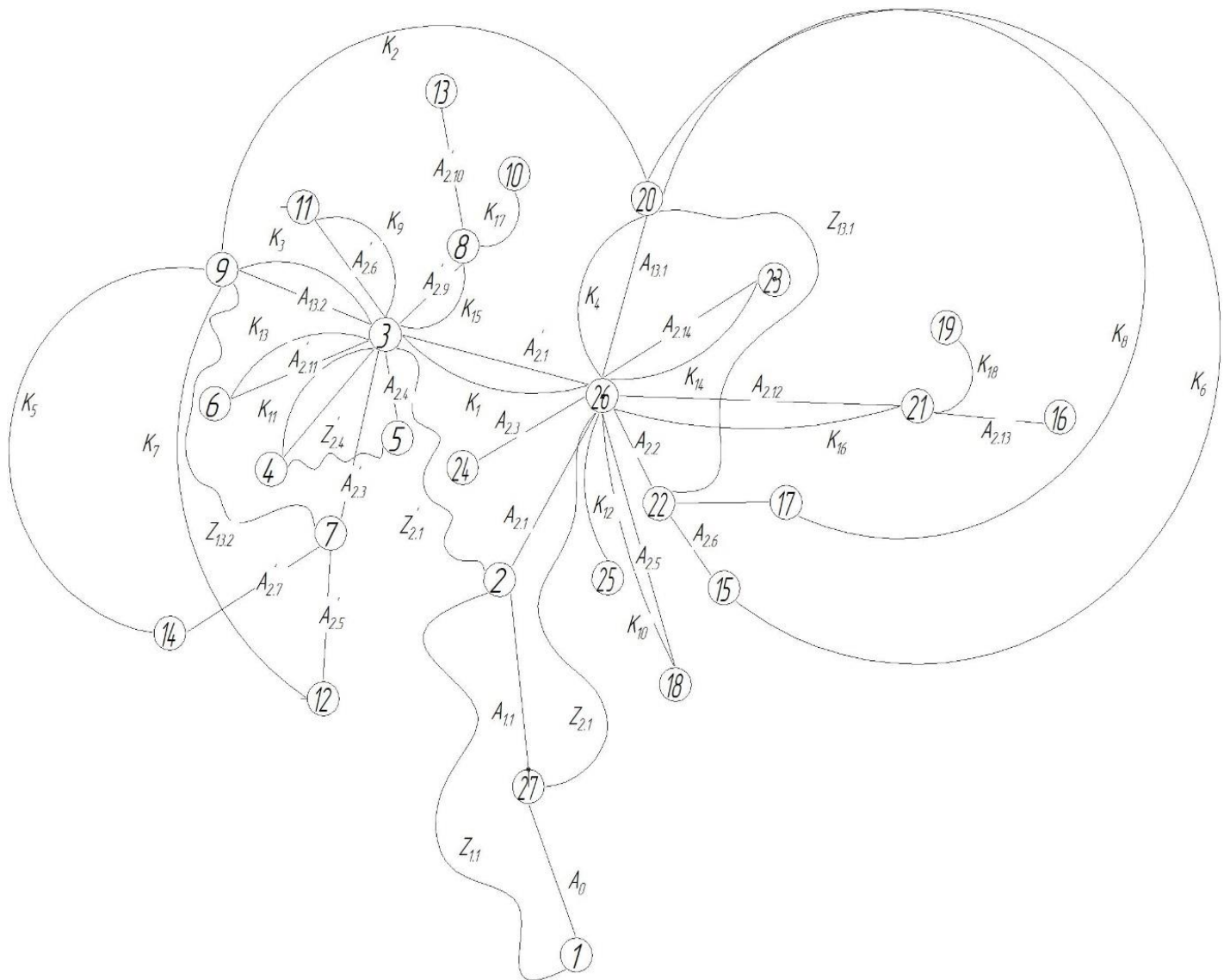


Рисунок.4. Граф дерево линейных размеров.

Некоторой особенностью технологического процесса является то, что при шлифовании наружной поверхности $\varnothing 60K6$ мм и торца происходит изменение продольных размеров шестерни (размеров фасок). Указанные изменения при угле фасок 45° могут быть приняты равными половине удаляемых при шлифовании припусков на диаметр. При расчете продольных технологических размеров эти припуски одновременно рассматриваются и как известные технологические размеры. [8]

Тогда,

$$A_{2.3} = K_8 - Z_{2.3} = 0,3 \cdot 2 + 1 = 1,6 \text{ мм};$$

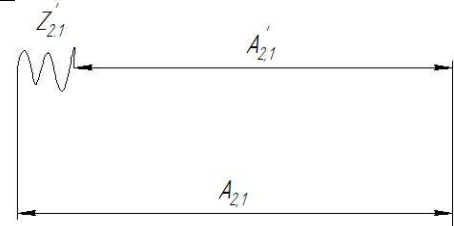
$$A'_{2,4} = K_4 + Z'_{2,4} = 1 + 0,2 \cdot 2 = 1,4 \text{ мм};$$

$$A_{2,3} = K_{12} + Z_{2,3} = 1 + 0,2 \cdot 2 = 1,4 \text{ мм}.$$

Далее произведем расчет и проверку оставшихся размерных цепей линейных размеров, расчёты и результаты сведены в таблице 4.

Таблица 4. Конструкторские осевые размеры, не выдерживаемые непосредственно

Проверяемый или рассчитываемый размер	Эскиз	Расчет размерных цепей
K_2		$TK_2 \geq \sqrt{TA_{13,1}^2 + TA'_{2,1}{}^2 + TA_{13,2}^2}$ $0,5 \geq 0,9$ Условие не выполняется, ужесточаем допуски на все технологические размеры цепочки $A_{13,2} = 27,5 \pm 0,1 \text{ мм};$ $A'_{2,1} = 82 \pm 0,2 \text{ мм};$ $A_{13,1} = 27,5 \pm 0,1 \text{ мм}.$
K_5		$TK_5 \geq \sqrt{TA'_{2,7}{}^2 + TA'_{2,3}{}^2 + TA_{13,2}^2}$ $0,4 \geq 0,87$ Условие не выполняется, ужесточаем допуски на все технологические размеры цепочки $A'_{2,7} = 9 \pm 0,1 \text{ мм};$ $A'_{2,3} = 27 \pm 0,1 \text{ мм};$ $A_{13,2} = 27,5 \pm 0,1 \text{ мм}.$
K_6		$TK_6 \geq \sqrt{TA_{2,2}^2 + TA_{2,6}^2 + TA_{13,1}^2}$ $0,4 \geq 0,67$ Условие не выполняется, ужесточаем допуски на технологические размеры: $A_{2,2} = 27 \pm 0,1 \text{ мм}.$ $A_{2,6} = 9 \pm 0,1 \text{ мм}.$
$Z_{1,1}$		$Z_i = \sum_{i=1} A_i$ $Z_{1,1} = A_0 - A_{1,1} = 88_{-2} - 85,5 \pm 0,4$ $= 2,5_{-2,4}^{+0,4}$
$Z_{2,1}$		$Z_i = \sum_{i=1} A_i$ $Z_{2,1} = A_{1,1} - A_{2,1} = 85,5 \pm 0,4 - 83 \pm 0,4$ $= 2,5_{-0,4}^{+0,4}$

$Z'_{2.1}$		$Z'_{2.1} = A_{2.1} - A'_{2.1} = 83 \pm 0,4 - 82 \pm 0,2$ $= 1^{+0,6}_{-0,6}$
------------	---	---

2.3 Проектирование технологических операций

На основе предложенного маршрута изготовления детали и с учетом ранее произведенного размерного анализа проектируем технологический процесс изготовления детали типа «Вал-шестерня». Данные сведены в таблицу 5.

Таблица 5. Технологический процесс изготовления детали «Вал-шестерня»

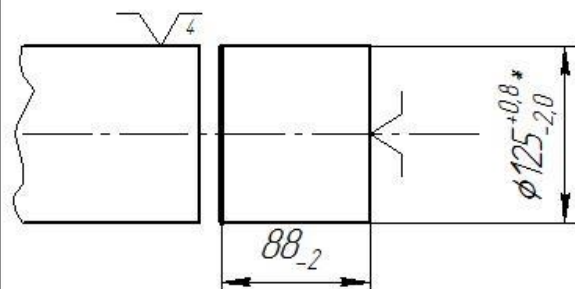
Неуказанные предельные отклонения размеров: валов $h14$, отверстий $H14$, остальных $\pm IT14/2$.

005. Ленточнопильная.

А. Установить заготовку в призмы.

База: наружный диаметр и торец.

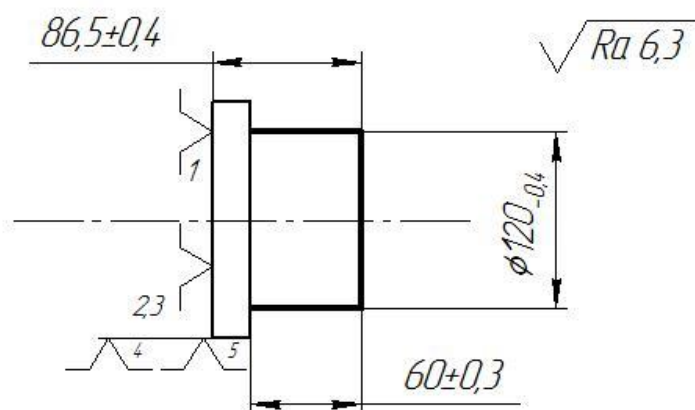
1. отрезать заготовку в размер 88 мм



010. Термическая

1. Нормализовать заготовку

015. Токарная



А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон.

База: наружный диаметр и торец.

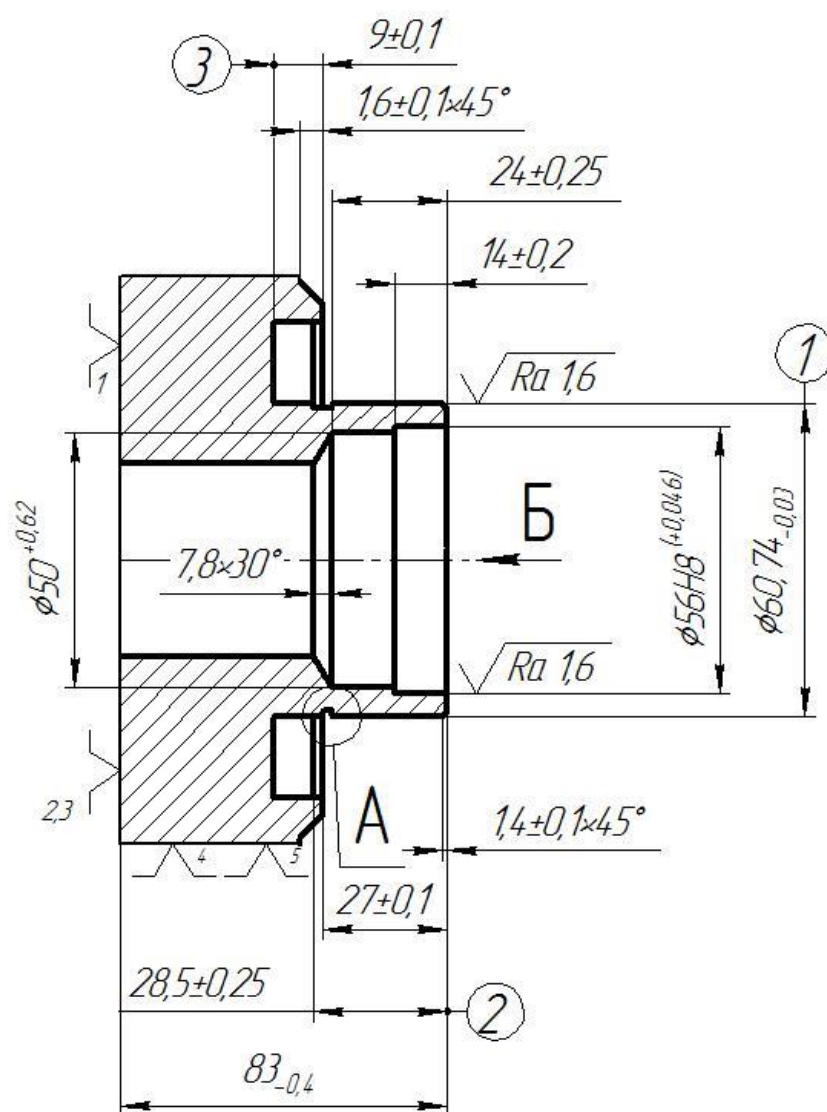
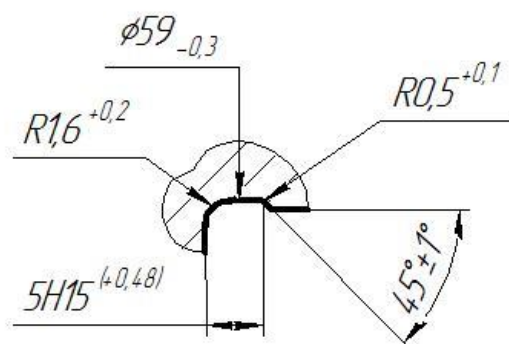
1. подрезать торец выдерживая размер 85,5$\pm 0,4$ мм,

2. Точить наружный диаметр выдерживая размеры $\phi 120_{-0,4}$ мм, 60$\pm 0,3$ мм,

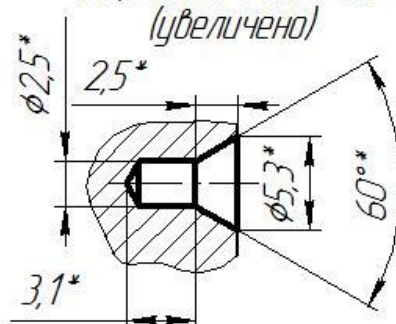
020. Токарная с ЧПУ

A (увеличено)

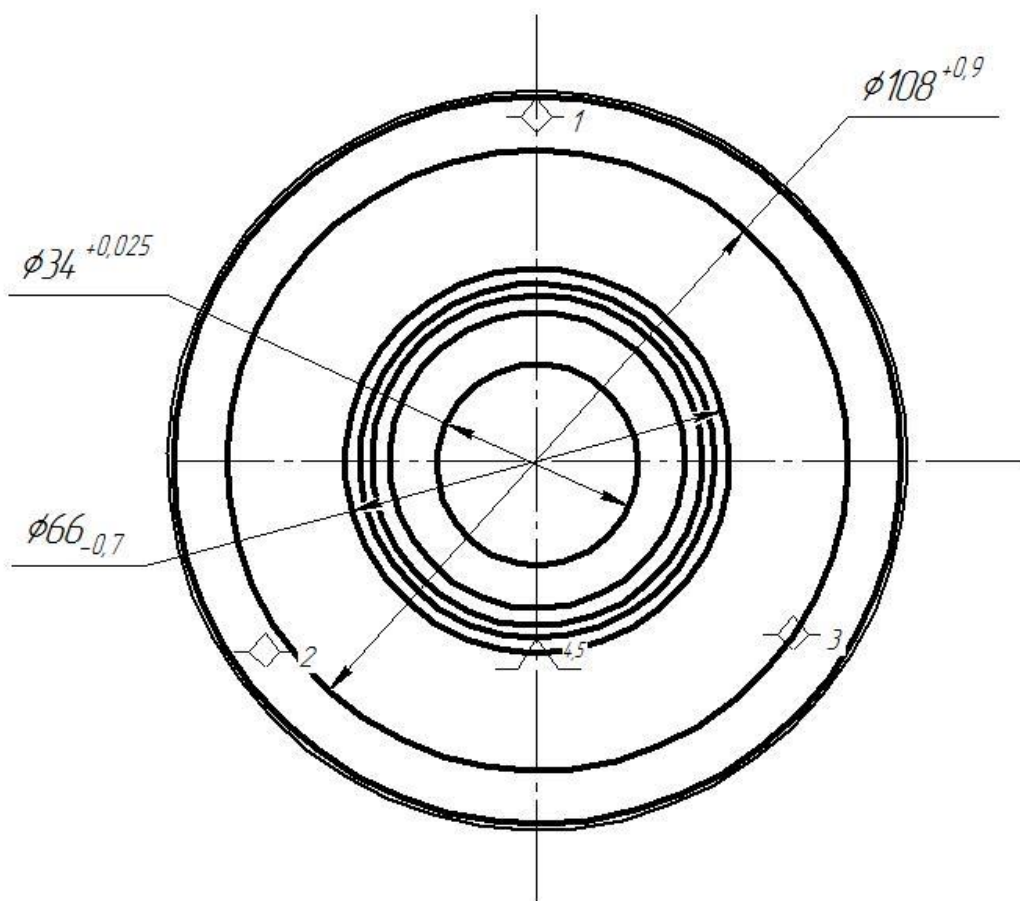
$\sqrt{Ra\ 6,3}$



отверстие центровочное
А2,5 ГОСТ 14034-74
(увеличено)



Б



*Размеры обеспечиваются геометрией инструмента

А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон.

База: наружный диаметр и торец.

1. Подрезать торец в размер $85,3 \pm 0,4$ мм.

2. Точить наружную поверхность 1 до $\phi 60,74_{-0,03}$, выдерживая размер $27 \pm 0,1$ мм.

3. Снять фаску выдерживая размер $1,4 \pm 0,2 \times 45^\circ$.

4. Снять фаску выдерживая размер $1,5 \pm 0,2 \times 45^\circ$.

5. Растачить поверхность 2, выдерживая размеры $28,5 \pm 0,25$ мм, $\phi 108^{+0,9}$ мм, $\phi 57_{-0,7}$ мм.

6. Растачить поверхность 3, выдерживая размеры $9 \pm 0,1$ мм, $\phi 66_{-0,7}$ мм, $\phi 108^{+0,9}$ мм.

7. Проточить канавку по ГОСТ 8820-69 согласно эскизу.

8. Сверлить отверстие центровочное А2,5 ГОСТ 14034-74.

9. Сверлить отверстие на проход выдерживая размер $\phi 18^{+0,4}$ мм.

10. Рассверлить отверстие выдерживая $\phi 30^{+0,6}$.

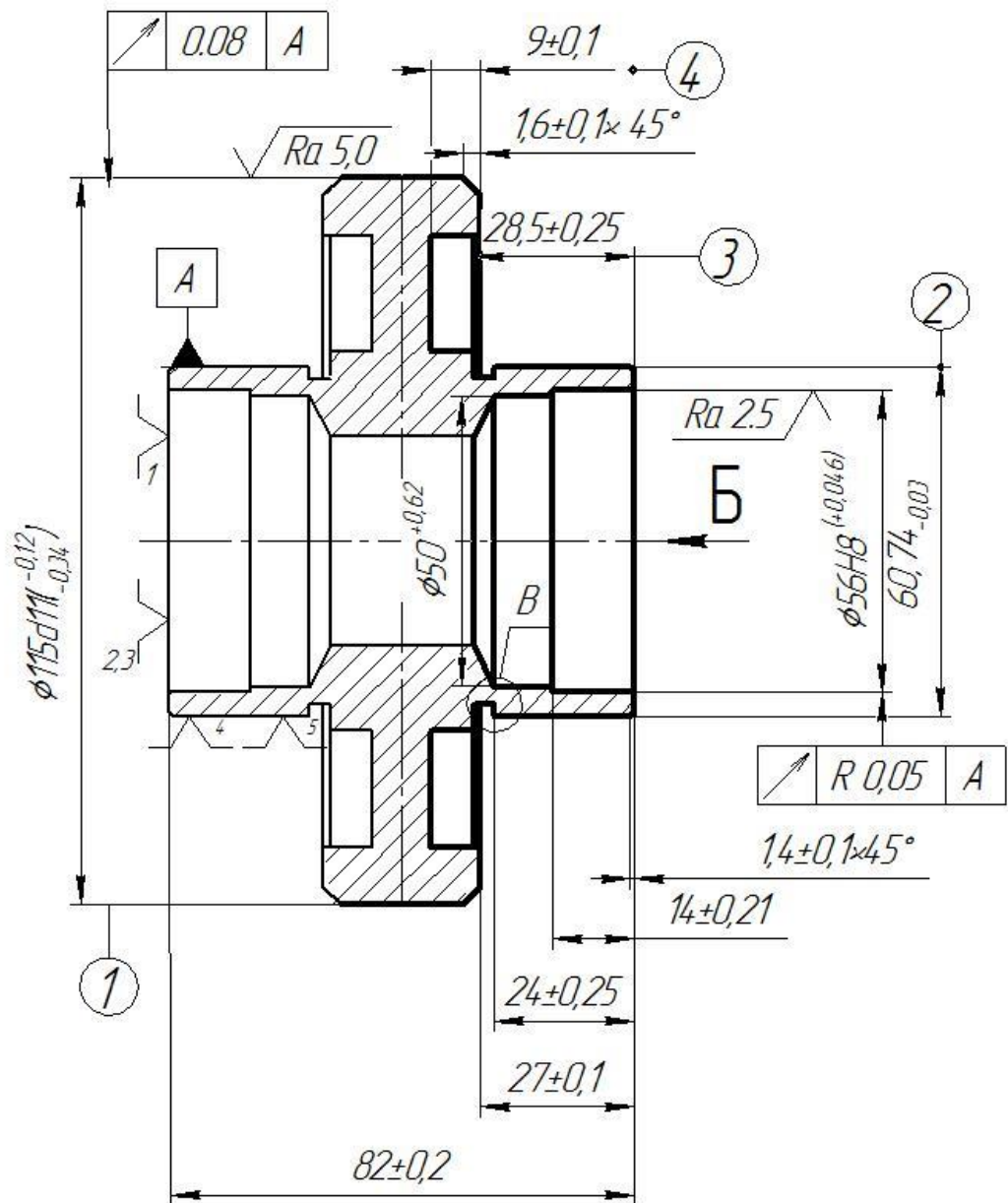
11. Растачить отверстие до $\phi 34^{+0,025}$ мм.

12. Растачить отверстие до $\phi 50^{+0,6}$ мм, выдерживая размер $24 \pm 0,25$ мм.

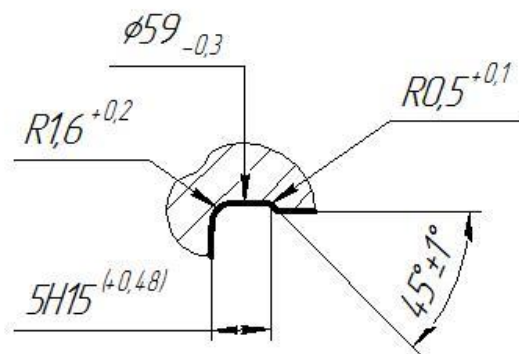
13. Снять фаску выдерживая размер $7,8 \pm 0,1 \times 30^\circ$.

14. Расточить отверстие до $\phi 56^{+0,046}$ мм на глубину $14 \pm 0,2$ мм.

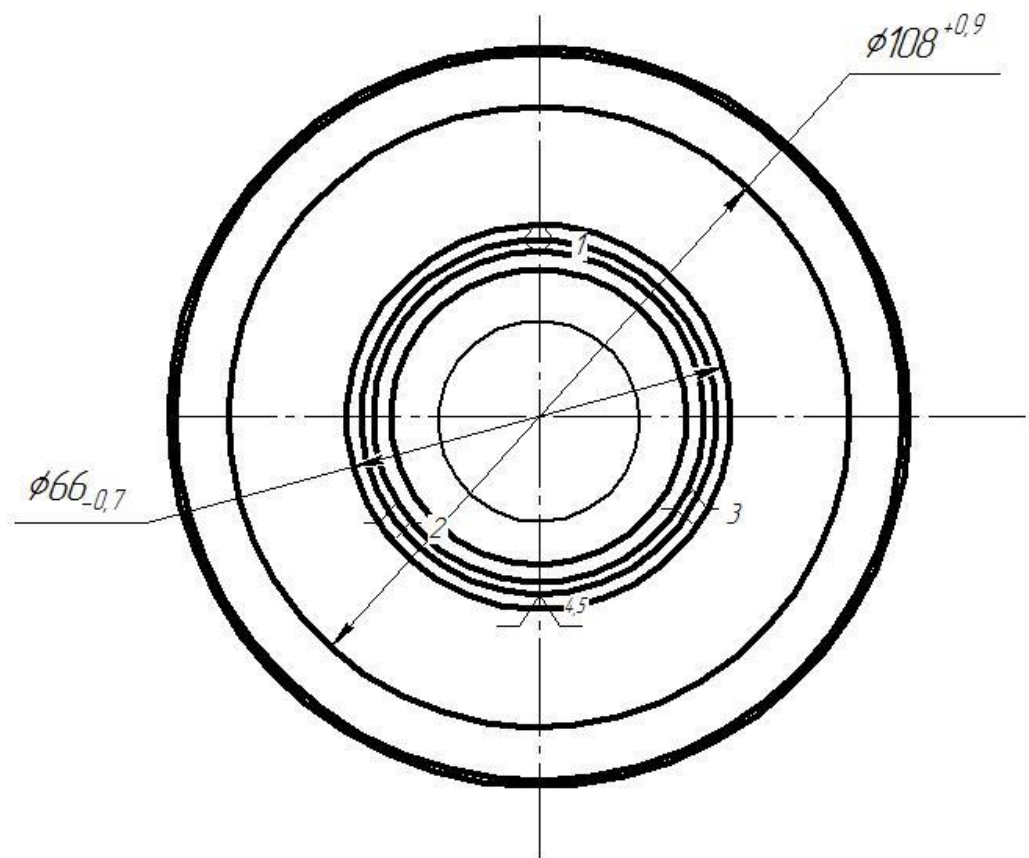
$\sqrt{Ra\ 6,3}$



В (увеличено)



Б



Б. Установить заготовку в трехлапчатый патрон.

База: наружный диаметр и торец.

1. Подрезать торец в размер $82 \pm 0,2$ мм.

2. Точить поверхность 1 на проход, выдерживая $\phi 115_{-0,34}^{-0,12}$ мм.

3. Точить 2 поверхность, выдерживая размеры $\phi 60, 74_{-0,03}, 27 \pm 0,1$ мм.

4. Снять фаску выдерживая размер $1,4 \pm 0,1 \times 45^\circ$

5. Снять фаску выдерживая размер $1,5 \pm 0,1 \times 45^\circ$.

6. Растачить поверхность 3, выдерживая размеры $28,5 \pm 0,25$ мм, $\phi 108^{+0,9}$ мм, $\phi 57_{-0,7}$ мм.

7. Растачить поверхность 4, выдерживая размеры $9 \pm 0,1$ мм, $\phi 66_{-0,7}$ мм, $\phi 108^{+0,9}$ мм.

8. Точить канавку по ГОСТ 8820-69 согласно эскизу.

9. Растачивать отверстие до $\phi 50^{+0,62}$ мм, выдерживая размер $24 \pm 0,25$ мм.

10. Снять фаску выдерживая размер $7,8 \pm 0,1 \times 30^\circ$.

11. Расточить отверстие $\phi 56^{+0,046}$ мм, выдерживая размер $14 \pm 0,2$ мм.

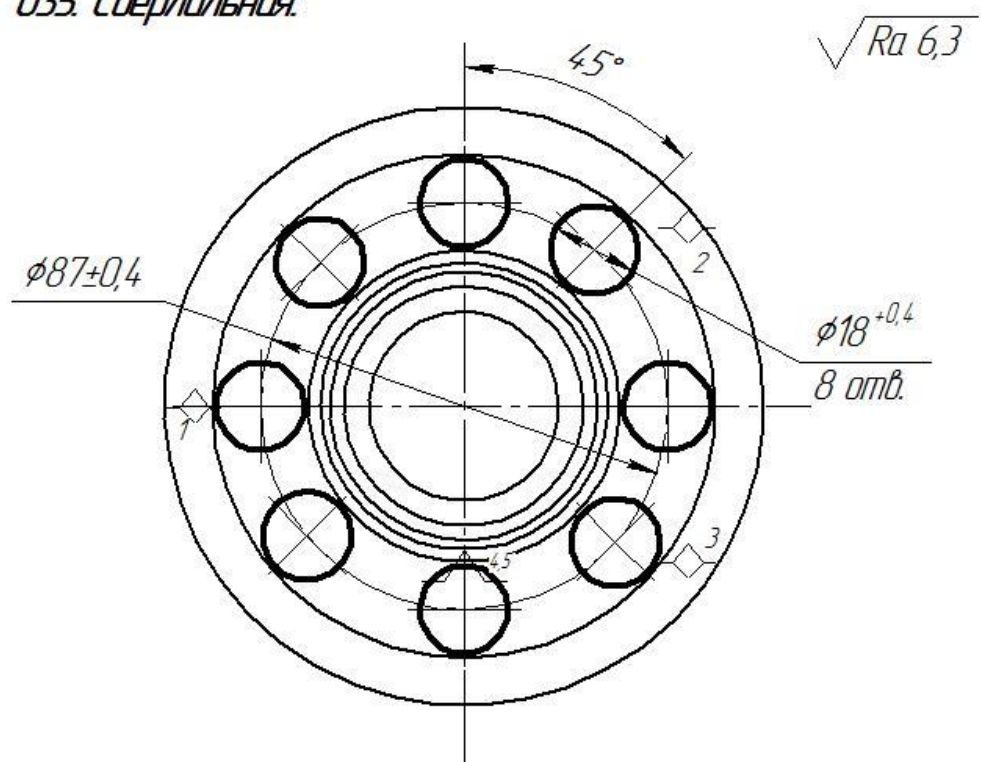
025. Слесарная.

Притупить острые кромки, снять заусенцы.

030. Контрольная.

Контролировать размеры по элементам операции.

035. Сверлильная.



А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон.

База: наружный диаметр и торец.

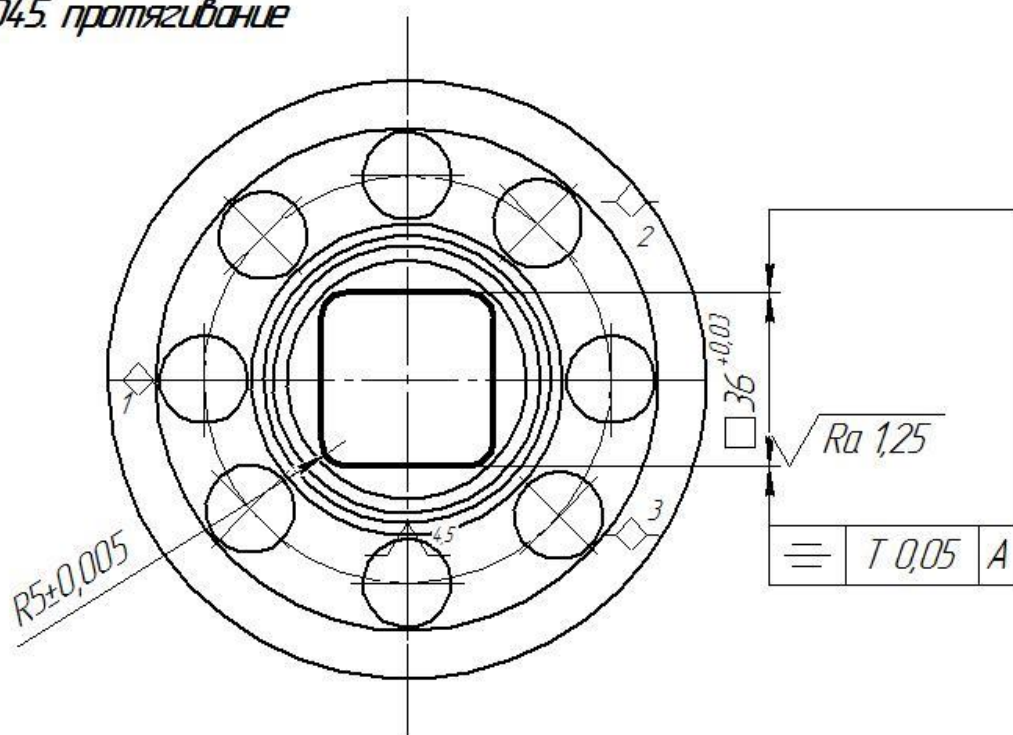
1. Центровать отверстия.

2. Сверлить сквозные отверстия $\phi 18^{+0,4}$ мм, выдерживая размер $\phi 85 \pm 0,4$ мм.

040. Слесарная

Притупить острые кромки, снять заусенцы.

045. протягивание



А. Установить заготовку на оправку.

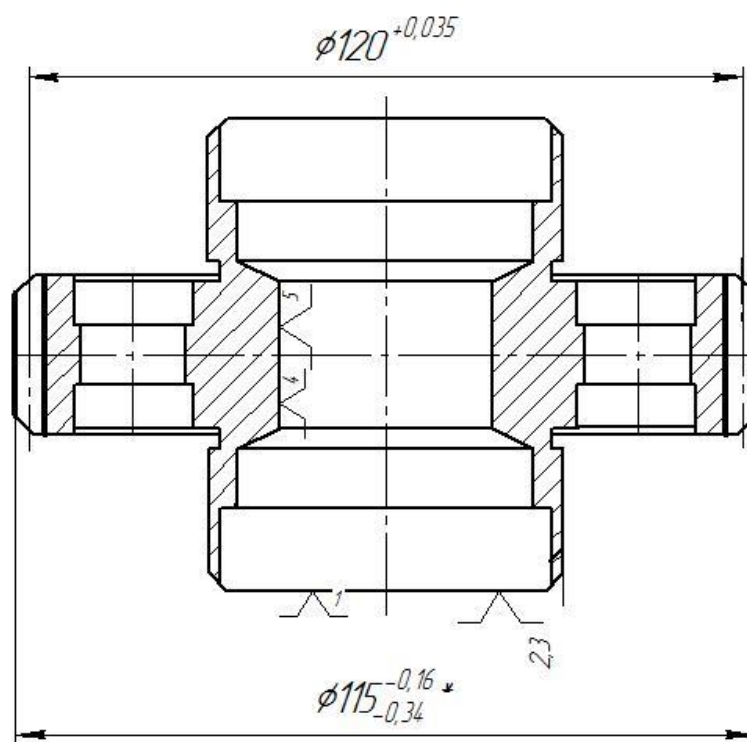
База: наружный диаметр и торец.

1. Протянуть отверстие выдерживая размеры $\square 36^{+0,03}$ мм,
R 5 ± 0,05 мм.

050. Зубофрезерная.

$\sqrt{Ra 6,3}$

Модуль	m	3
Число зубьев	Z	40
Нормальный исходный контур	—	ГОСТ 13755-2015
коэф. смещения	x	0
Степень точности по ГОСТ 1643-81	—	8-9c
Общая длина	w	43
Делительный диаметр	d	120



А. Установить на оправку.

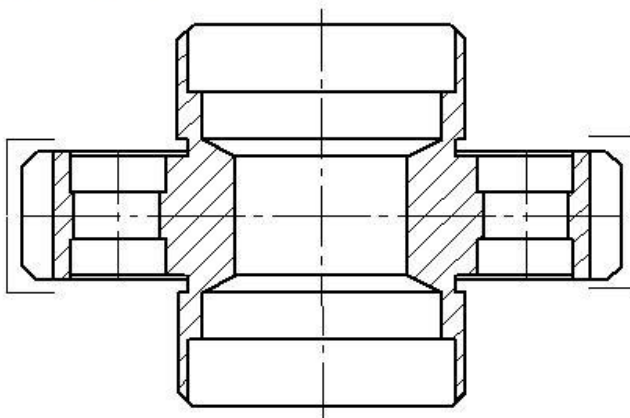
база: отверстие, торец.

1. Нарезать зубья согласно данным, оставив припуск на зубошлифовальную операцию 0,1мм

055. Слесарная

Притупить острые кромки, снять заусенцы.

060. Термическая.

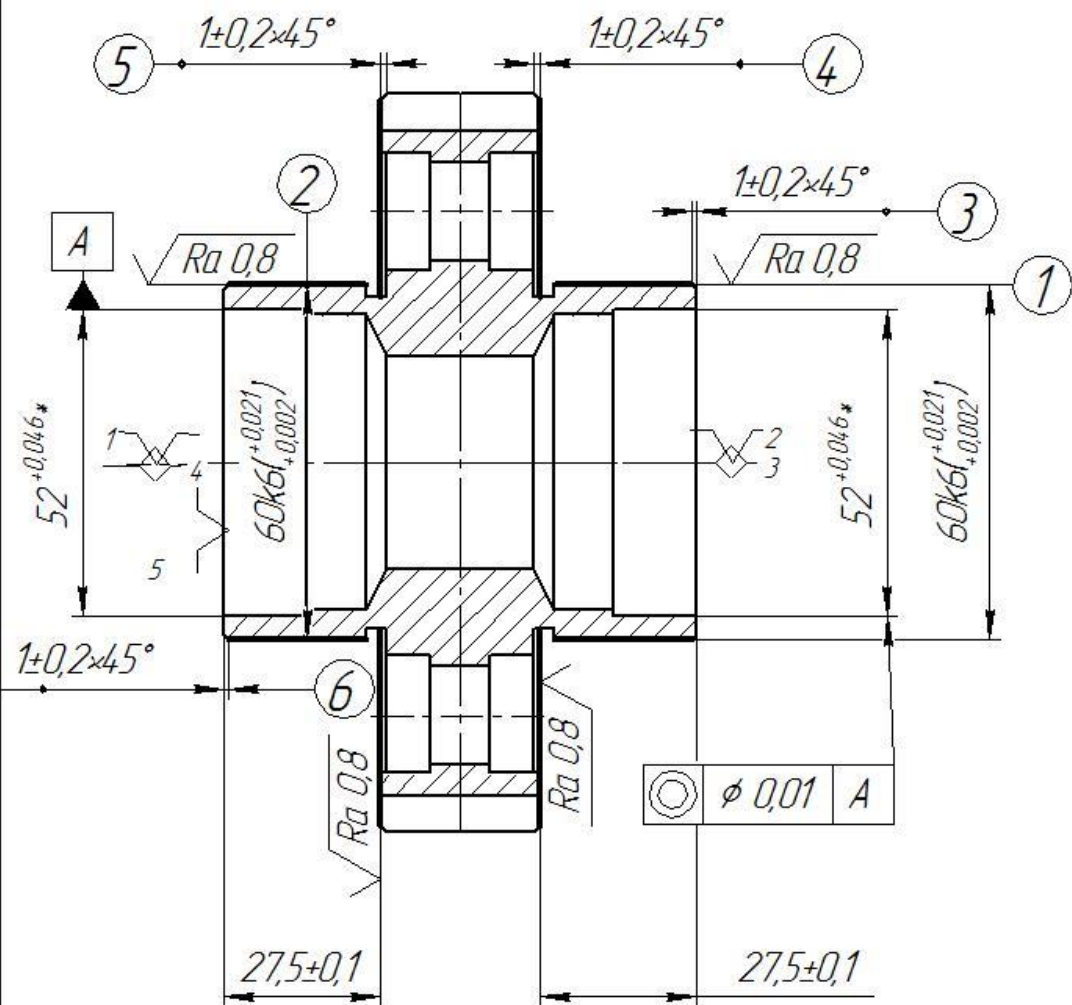


1. Калийть заготовку согласно эскизу
2. Отпустить заготовку до твердости 275... 315 HB

065. Контрольная

Контролировать размеры по элементам операции.

070 Круглошлифовальная.



*Размеры для справок.

А: Установить заготовку в центрах.

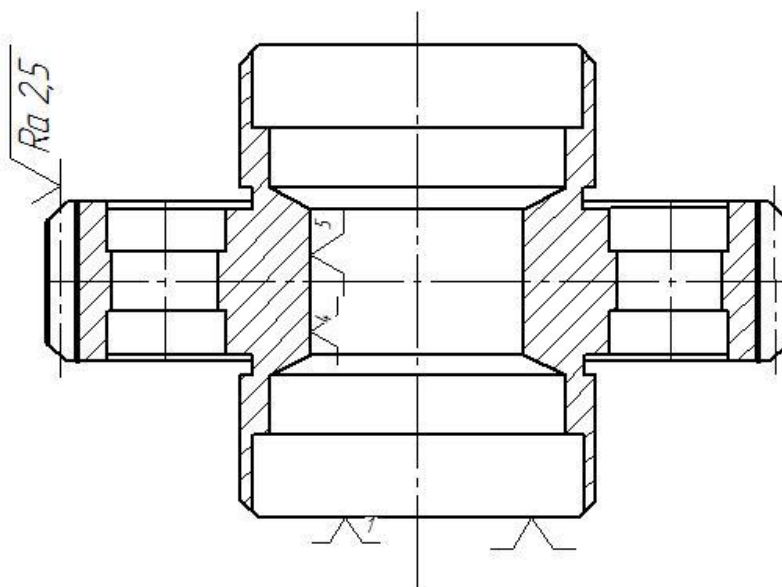
База:

1. Шлифовать торец и наружный диаметр 1 $\phi 60^{+0,02}_{+0,02}$ выдерживая размер $27,5 \pm 0,1$ мм 3 $1 \pm 0,2 \times 45^\circ$ мм, 4 $1 \pm 0,2 \times 45^\circ$ мм.

2. Шлифовать торец и наружный диаметр 2 $\phi 60^{+0,02}_{+0,02}$ выдерживая размер $27,5 \pm 0,1$ мм, 5 $1 \pm 0,2 \times 45^\circ$ мм, 6 $1 \pm 0,2 \times 45^\circ$ мм.

075. Зубошлифовальная.

<i>Модуль</i>	<i>m</i>	<i>3</i>
<i>Число зубьев</i>	<i>Z</i>	<i>40</i>
<i>Нормальный исходный контур</i>	<i>–</i>	<i>ГОСТ 13755–2015</i>
<i>коэф. смещения</i>	<i>x</i>	<i>0</i>
<i>Степень точности по ГОСТ 1643–81</i>	<i>–</i>	<i>8–9с</i>
<i>Общая длина</i>	<i>w</i>	<i>43</i>
<i>Делительный диаметр</i>	<i>d</i>	<i>120</i>



А. Установить заготовку на оправку.

База: квадратное отверстие торец.

1. Шлифовать зубья

080. Промывочная.

Промыть по ТТП 01279-00002, опер. 001.

085. Контрольная.

Окончательный контроль изделия.

090. Консервационная.

- 1. Консервировать по ТТП 60270-00001, вариант 2.*
- 2. Сдать готовые детали на СГД (склад готовых деталей)*

2.4 Выбор средств технологического оснащения

Выбор средств технологического оснащения зависит в большей степени от габаритов заготовки и точности обработки. Также следует выбирать оборудование с наименьшей стоимостью и наиболее универсальное. Выбор следует начинать со стандартного оснащения. В том случае, когда стандартного оснащения недостаточно, производится выбор и проектирование специального оснащения.

Подберем необходимые для механической обработки средства технологического оснащения (табл. 6), а также необходимые средства контрольно-измерительного оснащения (табл. 7).

Таблица 6. Средства технологического оснащения

Операция	Оборудование	Инструмент	Приспособлени е
005. Ленточнопильная	Ленточнопильный станок HBS-916W	Пила 2257-0209 ГОСТ 4047-82 (Ø610)	Призмы 7033-0031 ГОСТ 12195-66
010. Термическая	Печь ПКМ 3.6.2/14		
015. Токарная	Токарный станок 16K20	Резец подрезной 2112-0019 T15K6 ГОСТ 18880-73; Резец расточной 2141-0005 T15K6 ГОСТ 18883-73.	3-х кулачковый патрон 7100-0009 ГОСТ 2675-80.
020. Токарная с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ 16K20Ф3	Резец подрезной 2112-0019 T15K6 ГОСТ 18880-73; Центр. св. Ø2,5 2317-0111 P6M5 ГОСТ 14952-75;	3-х кулачковый патрон 7100-0009 ГОСТ 2675-80.

		Сверло Ø30 2300-9625- В1 Р6М5 ГОСТ4010-77; Резец расточной 2141-0005 Т15К6 ГОСТ 18883-73; Резец канавочный 2662-0009 Т15К6 ГОСТ 18885-73; Резец проходной 2101-0011 Т15К6 ГОСТ 18879-73	
025. Слесарная	Тиски слесарные 7827-0259 ГОСТ 4045-75	Надфиль 2828- 0030 ГОСТ 23461-84 Напильник 2820-0001 ГОСТ 1465-80	
035. Сверлильная	Сверлильный станок 2Н125	Центр. св. Ø1,6 2317-0003 Р6М5 ГОСТ 14952-75; Сверло Ø18 2301-0061 ГОСТ 10903- 77.	Патрон 1-30-20- 100 ГОСТ 26539-85; Поворотный стол TSL160.
040. Слесарная	Тиски слесарные 7827-0259 ГОСТ 4045-75	Надфиль 2828- 0030 ГОСТ 23461-84 Напильник 2820-0001 ГОСТ 1465-80.	
045. Протягивание	Горизонтальный протяжной полуавтомат 7Б55	Протяжка 2401-0974 ГОСТ 26479-85	
050. Зубофрезерная	Зубофрезерный вертикальный полуавтомат	Фреза 2510- 4227 А ГОСТ 9324-80	Приспособлени е

055. Слесарная	Тиски слесарные 7827-0259 ГОСТ 4045-75	Надфиль 2828- 0030 ГОСТ 23461-84 Напильник 2820-0001 ГОСТ 1465-80.	
060. Термическая ТВЧ	Высокочастотная ТВЧ установка ВЧ- 15А, бак закалочный БЗМ- 6.8.8.		
065. Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок ACRA GU 3275	Шлифовальный круг 350х32х76 25А 10-П С2 7 К1А 35 м/с А 1 кл. ГОСТ 2424-83	Центр Б-Н ГОСТ 8742-75
070. Зубошлифовальная	Зубошлифовальный станок КСМ AZAF3	Шлифовальный круг 1 80/36х8/2х13 25А 40 М3 7 К1А 35 м/с А ГОСТ 2424-83	
075. Промывочная	Промывочная ванна БП-6.8.10/0,7		

Таблица 7. Средства контроля точности изготовления детали

Операция	Способ контроля	Измерительный прибор
005. Ленточнопильная	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ-I- 125-0,1-1 ГОСТ 166-89
015. Токарная	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ-I- 125-0,1-1 ГОСТ 166-89
020. Токарная с ЧПУ	Инструментальный, Визуальный.	Штангенциркуль ШЦ-I- 125-0,1-1 ГОСТ 166-89;
030. Контрольная	Инструментальный, Визуальный.	Штангенциркуль ШЦ-I- 125-0,1-1 ГОСТ 166-89; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93; Угломер типа 1-1 ГОСТ 5378-88; Индикатор ИЧ10 кл. 1 ГОСТ 577-68

035. Сверлильная	Инструментальный	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89.
045. Протягивание	Инструментальный, Визуальный.	Калибр-пробки □36 ГОСТ 14810-69.
050. Зубофрезерная	Инструментальный	Штангензубомер ШЗН-18 ГОСТ 1643-81. Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89
060. Протягивание	Инструментальный, Визуальный.	Калибр-пробки □36 ГОСТ 14810-69.
065. Контрольная	Инструментальный, Визуальный.	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89; Штангензубомер ШЗН-18 ГОСТ 1643-81; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93; Твердомер ТК-14-250 ГОСТ 23677-79; Калибр-пробки □36 ГОСТ 14810-69.
070. Круглошлифовальная	Инструментальный, Визуальный.	Микрометр МК50-1 ГОСТ 6507-90; Микрометр МК75-1 ГОСТ 6507-90; Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93
075. Зубошлифовальная	Инструментальный	Штангензубомер ШЗН-18 ГОСТ 1643-81.
085. Контрольная	Инструментальный, Визуальный.	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93; Угломер типа 1-1 ГОСТ 5378-88; Индикатор ИЧ10 кл. 1 ГОСТ 577-68 Калибр-пробки ГОСТ 14810-69. Микрометр МК50-1 ГОСТ 6507-90; Микрометр МК75-1 ГОСТ 6507-90;

		универсальный зубомерный прибор Народного предприятия К.Цейсс
--	--	--

2.5 Выбор и расчет режимов резания

Режимом резания называется совокупность элементов, определяющих условия протекания процесса резания. К элементам режима резания относятся – глубина резания, подача, период стойкости режущего инструмента и скорость резания. Произведем выбор и расчет оптимальных режимов обработки, уточнение геометрии и материала режущей части инструмента. Значения коэффициентов необходимых для расчетов будут взяты из справочника [9].

Токарная операция

Токарная операция включает следующие переходы:

Подрезка торца

Для 015 операции 1 переход

Для 020 операции установ А 1 переход

Для 020 операции установ Б 1 переход

Поправочные коэффициенты для данной операции:

а) коэффициент, учитывающий материал заготовки (сталь 40Х) и его прочность:

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_c} = 1 \cdot \left(\frac{750}{610} \right)^1 = 1,2$$

б) коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки (прокат)

$$K_{pv} = 0,9$$

в) коэффициент, учитывающий влияние материала инструмента (Т15К6)

$$K_{IV} = 1,15$$

г) общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия на скорость резания.

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{IV} = 1,2 \cdot 0,9 \cdot 1,15 = 1,242$$

д) поправочный коэффициент, представляющий собой произведение ряда коэффициентов, учитывающих влияние геометрии резца на силу резания.

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{yp} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\gamma p} = 0,85 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,85$$

$$K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{610}{750}\right)^{0,75} = 0,85$$

Подача при чистовом точении, с радиусом при вершине резца $r = 2$ мм и требуемой шероховатости $Ra \leq 2,5$ мкм:

$$S = 0,36 \text{ мм/об.}$$

Глубина резания:

$$t = 1,5 \text{ мм.}$$

Стойкость:

$$T = TK_{TM} = 30 \cdot 1 = 30 \text{ мин.}$$

Скорость резания:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} K_v = \frac{280}{30^{0,2} 1,5^{0,15} 0,36^{0,45}} 1,242 = 262,6 \text{ м/мин.}$$

$$C_v = 280; x = 0,15; y = 0,45; m = 0,20$$

Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 262,6}{3,14 \cdot 125} = 669 \approx 670 \text{ об/мин.}$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1,5^1 \cdot 0,36^{0,75} \cdot 262,6^{-0,15} \cdot 0,85 = 770,8 \text{ Н.}$$

$$C_p=300; x=1; y=0,75; n= -0,15$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z v}{1020 \cdot 60} = \frac{770,8 \cdot 262,6}{1020 \cdot 60} = 3,3 \text{ кВт.}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{ст}};$$

$N_{\text{рез}}$ - мощность резания на токарном станке;

$N_{\text{ст}}$ - мощность двигателя главного движения станка;

$$3,3 \text{ кВт} < 11 \text{ кВт.}$$

Наружное черновое точение

Для 015 операции 2-й переход

Для 020 операции установ А 2-й переход

Для 020 операции установ Б 2-й, 3-й переходы

Поправочные коэффициенты:

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_c} = 1 \cdot \left(\frac{750}{610} \right)^1 = 1,2$$

$$K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{610}{750} \right)^{0,75} = 0,85$$

$$K_{pv} = 0,9$$

$$K_{iv} = 1,15$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 1,2 \cdot 0,9 \cdot 1,15 = 1,242$$

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{yp} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\gamma p} = 0,85 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,85$$

Подача:

$$S = 0,8 \text{ мм/об.}$$

Глубина резания:

$$t=2,5 \text{ мм.}$$

Стойкость:

$$T = TK_{T_M} = 30 \cdot 1 = 30 \text{ мин.}$$

Скорость резания:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} K_v = \frac{280}{30^{0,2} 2,5^{0,15} 0,8^{0,45}} 1,242 = 170 \text{ м/мин.}$$

$$C_v = 280; x=0,15; y=0,45; m=0,20$$

Частота вращения:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 170}{3,14 \cdot 125} = 433 \text{ об/мин.}$$

Сила резания:

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 2,5^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 170^{-0,15} \cdot 0,85 = 2496 \text{ Н}$$

$$C_p = 300; x=1; y=0,75; n=-0,15$$

$$P_x = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 339 \cdot 2,5^1 \cdot 0,8^{0,5} \cdot 170^{-0,4} \cdot 0,85 = 836 \text{ Н}$$

$$C_p = 339; x=1; y=0,5; n=-0,4$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z v}{1020 \cdot 60} = \frac{2496 \cdot 170}{1020 \cdot 60} = 6,93 \text{ кВт.}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{ст}};$$

$$6,93 \text{ кВт} < 11 \text{ кВт.}$$

Чистовое точение

Для 020 операции установ А 2-й переход

Для 020 операции установ Б 3-й переход

Поправочные коэффициенты:

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_c} = 1 \cdot \left(\frac{750}{610} \right)^1 = 1,2$$

$$K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{610}{750}\right)^{0,75} = 0,85$$

$$K_{пв} = 0,9$$

$$K_{иv} = 1,15$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{пV} \cdot K_{иV} = 1,2 \cdot 0,9 \cdot 1,15 = 1,242$$

$$\cdot K_p = K_{Mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{yp} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\gamma p} = 0,85 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,85$$

Подача:

$$S = 0,246 \text{ мм/об}$$

Глубина резания:

$$t=0,4 \text{ мм.}$$

Стойкость:

$$T = TK_{T_M} = 15 \cdot 1 = 15 \text{ мин.}$$

Скорость резания:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{350}{15^{0,2} 0,4^{0,15} 0,246^{0,2}} 1,242 = 384,13 \text{ м/мин.}$$

$$C_v = 350; x=0,15; y=0,2; m=0,2$$

Частота вращения:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 384,13}{3,14 \cdot 60,1} = 2035,5 \text{ об/мин.}$$

Сила резания:

$$P_z = 10C_p t^x S^y v^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,4^1 \cdot 0,246^{0,75} \cdot 384,13^{-0,15} \cdot 0,85 \\ = 145,93 \text{ Н}$$

$$C_p = 300; x=1; y=0,75; n= -0,15$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z v}{1020 \cdot 60} = \frac{145,93 \cdot 384,13}{1020 \cdot 60} = 0,92 \text{ кВт.}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{ст}};$$

$$0,92 \text{ кВт} < 11 \text{ кВт};$$

Черновое растачивание отверстия

Для 020 операции установов А 11 и 12 переходы

Для 020 операции установов Б 9 переход

Подача:

$$S = 0,5 \text{ мм/об}$$

Глубина резания:

$$t=2 \text{ мм.}$$

Стойкость:

$$T = TK_{T_M} = 30 \cdot 1 = 30 \text{ мин.}$$

Скорость резания:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{290}{30^{0,2} 2^{0,15} 0,5^{0,35}} 1,242 = 209,6 \text{ м/мин.}$$

$$C_v = 290; x=0,15; y=0,35; m=0,20$$

Частота вращения:

Для 020 операции установов А, 11 переход

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 209,6}{3,14 \cdot 34} = 1963 \text{ об/мин.}$$

Для 020 операции установка А, 12 переход; установка Б, 9 переход

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 209,6}{3,14 \cdot 50} = 1335 \text{ об/мин.}$$

Сила резания:

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 2^1 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 209,6^{-0,15} \cdot 0,85 = 1360,2 \text{ Н}$$

$$C_p = 300; x=1; y=0,75; n=-0,15$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z v}{1020 \cdot 60} = \frac{1360,2 \cdot 209,6}{1020 \cdot 60} = 4,7 \text{ кВт.}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{ст}};$$

$$4,7 \text{ кВт} < 11 \text{ кВт};$$

Чистовое растачивание отверстий

Для 020 операции установка А, 14 переход; установка Б, 11 переход.

Подача:

$$S = 0,246 \text{ мм/об}$$

Глубина резания:

$$t=0,4 \text{ мм.}$$

Стойкость:

$$T = TK_{T_M} = 15 \cdot 1 = 15 \text{ мин.}$$

Скорость резания:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} K_v = \frac{350}{15^{0,2} 0,4^{0,15} 0,246^{0,2}} 1,242 = 384,13 \text{ м/мин.}$$

$$C_v = 350; x=0,15; y=0,2; m=0,2$$

Частота вращения:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 384,13}{3,14 \cdot 56} = 2184,5 \text{ об/мин.}$$

Сила резания:

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,4^1 \cdot 0,246^{0,75} \cdot 384,13^{-0,15} \cdot 0,85 \\ = 145,93 \text{ Н}$$

$$C_p = 300; x=1; y=0,75; n= -0,15$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z v}{1020 \cdot 60} = \frac{145,93 \cdot 384,13}{1020 \cdot 60} = 0,92 \text{ кВт.}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{ст}};$$

$$0,92 \text{ кВт} < 11 \text{ кВт};$$

Растачивание канавок и фасок

Для 020 операции; установ А; 3, 4, 13, 7 переходы

Установ Б; 4,5,10, 8 переходы

Подача:

$$S = 0,08 \text{ мм/об}$$

Глубина резания:

$$t=2 \text{ мм.}$$

Стойкость:

$$T = TK_{T_M} = 20 \cdot 1 = 20 \text{ мин.}$$

Скорость резания:

$$v = \frac{C_v}{T^{m_s} s^y} K_v = \frac{47}{20^{0,2} 0,08^{0,8}} 1,242 = 241,85 \text{ м/мин.}$$

$$C_v = 47; y=0,8; m=0,20$$

Частота вращения:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 241,85}{3,14 \cdot 115} = 670 \text{ об/мин.}$$

Сила резания:

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 408 \cdot 2^{0,72} \cdot 0,08^{0,8} \cdot 241,85^0 \cdot 0,85 = 757,34 \text{ Н}$$

$$C_p = 408; x=0,72; y=0,8; n=0$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z v}{1020 \cdot 60} = \frac{757,34 \cdot 241,85}{1020 \cdot 60} = 2,99 \text{ кВт.}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{ст}};$$

$$2,99 < 11;$$

Получение отверстия $\varnothing 30^{+0,52} \text{ мм.}$

- Сверло $\varnothing 30 \text{ мм}$ 2301-3673 ГОСТ 10903-77;
- Материал сверла: Р6М5.
- Обрабатываемый материал: Сталь 40Х ГОСТ 4543-71

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^{m_s} t^x s^y} \cdot K_v,$$

где $C_v = 16,2$ – коэффициент, учитывающий материал заготовки и сверла;

$T = 50 \text{ мин}$ – период стойкости сверла;

$t = 38 \text{ мм}$ – глубина сверления за один проход;

$S = 0,5 \text{ мм/об}$ – подача;

х, т, у, q – показатели степени

$$v = \frac{16,2 \cdot 30^{0,4}}{50^{0,2} \cdot 38^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 0,79 = 21 \text{ м/мин}$$

Скорость резания при сверлении составляет 21 м/мин, подача равна 0,5 мм/об, глубина резания 38 мм.

Сверлильная

Произведем расчеты по аналогии с токарной операцией.

Получение 8-ми отверстий $\varnothing 18^{+0,4}$ мм.

- Сверло $\varnothing 18$ 2301-0061 ГОСТ 10903-77.;
- Материал сверла: Р6М5.
- Обработываемый материал: Сталь 40Х ГОСТ 4543-71

T = 50 мин – период стойкости сверла;

t = 10 мм – глубина сверления за один проход;

S = 0,5 мм/об – подача;

Поправочные коэффициенты:

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_c} = 1 \cdot \left(\frac{750}{610} \right)^1 = 1,2$$

$$K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{610}{750} \right)^{0,75} = 0,85$$

$$K_{iv} = 1$$

$$K_{iv} = 1$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{iv} \cdot K_{iv} = 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 1,2$$

$$\cdot K_p = K_{Mp} = 0,85$$

Скорость резания:

$$v = \frac{9,8 \cdot 18^{0,4}}{50^{0,2} \cdot 0,5^{0,5}} \cdot 1,2 = 24,17 \text{ м/мин}$$

$C_v=9,8$; $m=0,20$; $y=0,5$; $q=0,4$;

Частота вращения:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 24,17}{3,14 \cdot 18} = 428 \text{ об/мин.}$$

Крутящий момент:

$$M_{kp} = 10C_M D^q s^y K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 10^2 \cdot 0,5^{0,8} \cdot 0,85 = 16,84 \text{ Н}$$

$C_M = 0,0345$; $q=2$; $y=0,8$;

Сила резания:

$$P_o = 10C_p D^q s^y K_p = 10 \cdot 68 \cdot 10^1 \cdot 0,5^{0,7} \cdot 0,85 = 3558 \text{ Н}$$

$C_p = 68$; $q=1$; $y=0,7$;

Мощность:

$$N = \frac{M_{kp} n}{9750} = \frac{16,84 \cdot 428}{9750} = 0,74 \text{ кВт}$$

Проверка мощности:

$$N_{рез} \leq N_{ст};$$

$$0,74 \text{ кВт} < 2,2 \text{ кВт}$$

Протягивание

Подача при протягивании является размерным перепадом между соседними режущими зубьями протяжки, отсюда назначаем в соответствии с ГОСТ 26479-85

$$S = 0,04 \text{ м/мин}$$

Скорость резания, определяемую требованиями к точности обработки и параметрам шероховатости обработанной поверхности, выбираем из таблиц [18, таб.53].

$$v = 6 \text{ м/мин}$$

Силу резания определяем из таблиц [18, таб. 54]

$$P_z = P \sum B;$$

Где P – сила резания, приходящаяся на 1 мм длины лезвия зуба протяжки;

$\sum B$ – наибольшая суммарная длина лезвий всех одновременно режущих зубьев;

B - периметр резания;

Z_c – число зубьев в секции протяжки;

Z_t – наибольшее число одновременно режущих зубьев.

$$\sum B = B \cdot \frac{Z_t}{Z_c} = 144 \cdot 4 \frac{1}{2} = 72;$$

$$P_z = 143 \cdot 72 = 10296 \text{ Н.}$$

Стойкость протяжки прими $T = 300$ мин.

Зубофрезерная

При фрезеровании зубьев используется червячная однозаходная фреза из быстрорежущей стали, согласно справочным таблицам [9] подберём значения подачи и скорости резания и занесем их в таблицу 8.

Круглошлифовальная операция

Скорость вращения круга:

$$v_k = 35 \text{ м/с};$$

Скорость вращения заготовки:

$$v_3 = 50 \text{ м/с}$$

Глубина шлифования:

$$t = 0,05 \text{ мм}$$

Ширина круга

$$B=32 \text{ мм};$$

Диаметр круга

$$D=350 \text{ мм};$$

Отверстие

$$H=76 \text{ мм}.$$

Подача:

Продольная

$$s_B = 0,3B = 0,3 \cdot 32 = 9,6 \text{ мм/об.}$$

Поперечная подача

$$s_B = 0,05 \text{ мм/дв. ход};$$

Частота вращения детали:

$$n_d=150 \text{ об/мин};$$

Частота вращения круга:

$$n = \frac{1000v_k \cdot 60}{\pi D_k} = \frac{1000 \cdot 35 \cdot 60}{3,14 \cdot 350} = 1910 \text{ об/мин.}$$

Мощность:

$$N = 7,25 \cdot K_1 \cdot K_2 = 7,25 \cdot 1 \cdot 0,9 = 6,525 \text{ кВт.}$$

Где K_1 - поправочный коэффициент, в зависимости от ширины круга(=1);

K_2 - поправочный коэффициент, в зависимости от диаметра обрабатываемой поверхности(=0,9)

Проверка по мощности:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{ст}};$$

$$6,525 < 7,5$$

Все полученные значения режимов резания для различных операций приведены в таблице 8.

Таблица 8. Режимы резания

Операция	Номер перехода	Выполняемая операция	Инструмент	Глубина t , мм	Подача s , мм/об	Скорость v , м/мин	Стойкость T , мин
Токарная							
015	1	Подрезка торца.	Резец подрезной 2112-0019 T15K6 ГОСТ 18880-73	1,5	0,36	262	30
020 А	1						
020 Б	1						
015	2	Наружное черновое точение	Резец проходной 2140-0009 T15K6 ГОСТ 18879-73	2,5	0,8	170	30
020 А	2						
020 Б	2,3						
020 А	2	Наружное чистовое точение	Резец проходной 2140-0009 T30K4 ГОСТ 18879-73	0,4	0,246	384	30
020 Б	3						
020 А	9, 10	Сверление	Сверло Ø30 2300-9186- В1 ГОСТ 886-77;	38	0,5	21	50
020 А	11, 12		Резец расточной	2	0,5	209	30

020 Б	9	Черновая расточка отверстий	2141-0005 Т15К6 ГОСТ 18883-73;				
020 А	14	Чистовое расточива ние отверстий	Резец расточной 2141-0005 Т30К4 ГОСТ 18883-73;	0,4	0,246	384	15
020 Б	11						
020 А	3,4,13, 7	Растачива ние канавок и фасок	Резец канавочный 2662-0009 Т15К6 ГОСТ 18885-73;	2	0,08	241	20
020 Б	4,5,10, 8						
Сверлильная 035	1	Сверлени е	Сверло Ø18 2301-0061 ГОСТ 10903- 77;	10	0,5	24	50
Протягивани е 060	1	Протягив ание отверстия	Протяжка 2401-0974 ГОСТ 26479- 85	-	0,04	6	300
Зубофрезер ная 045	1	Фрезиров ание зубьев	Фреза 2510- 4322 А ГОСТ 9324-80	-	2.5	30	50
Круглошлиф овальная 070	1	Шлифова ние наружной поверхно сти	350х32х76 25А 10-П С2 7 К1А 35 м/с А 1 кл. ГОСТ 2424-83	0,05	0,05	35	120

3 Разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ

Для создания управляющих программ для станков с ЧПУ воспользуемся САМ-системой FeatureCAM. Программы, разработанные для таких операций, как токарная с ЧПУ, представлены в приложении А.

4 Проектирование специального приспособления

Спроектируем станочное приспособление для выполнения операции зубофрезерования в соответствии с операционным эскизом и параметрами зубчатого колеса приведенным на рисунке 5.

Деталь типа «Вал-шестерня» имеет цилиндрическую форму с зубьями по внешнему диаметру и квадратным отверстием по внутреннему диаметру. Номинальные габаритные размеры детали $D = 115$; $h = 82$.

Модуль	m	3
Число зубьев	Z	40
Нормальный исходный контур	–	ГОСТ 13755-2015
коэф. смещения	x	0
Степень точности по ГОСТ 1643-81	–	8-9г
Общая длина	w	43
Делительный диаметр	d	120

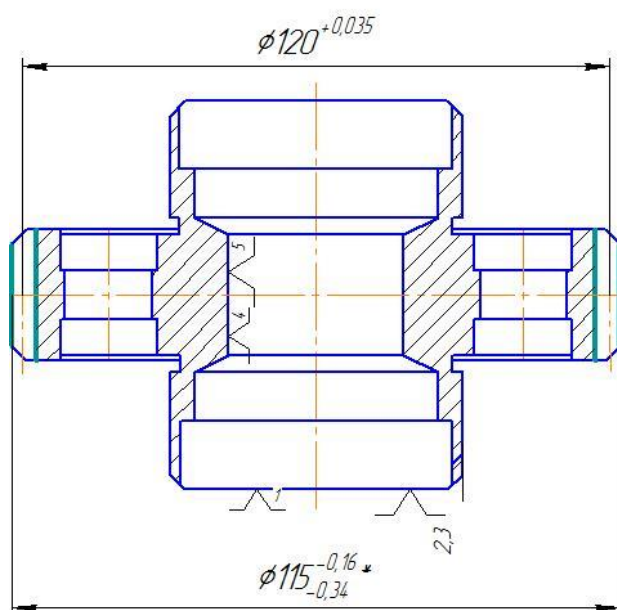


Рисунок.5 Операционный эскиз зубофрезерной операции

Обработка выполняется червячной фрезой диаметром 160 мм из Р6М5 при следующих режимах резания: $S = 2,5$ мм, $V = 30$ м/мин, $n = 59,7$ об/мин.

Как видно из эскиза ко времени выполнения зубофрезерной операции деталь имеет все габаритные размеры. Таким образом, нет необходимости специально подготавливать базовые поверхности при установке и закреплении детали в разрабатываемом приспособлении. Тогда в качестве базовых поверхностей используем внутреннее отверстие, а также торец ступицы. Таким образом, в качестве базовых поверхностей используем точные поверхности обрабатываемой заготовки.

Обработка производится на вертикальном зубофрезерном полуавтоматическом станке 5Д32. Стол станка имеет размер 475 мм в диаметре и оснащен шпоночными пазами шириной паза 16Н9, двумя гладкими отверстиями диаметром 12Н10 для установки приспособления и отверстием диаметром 22 для установки поворотной муфты (рисунок 6).

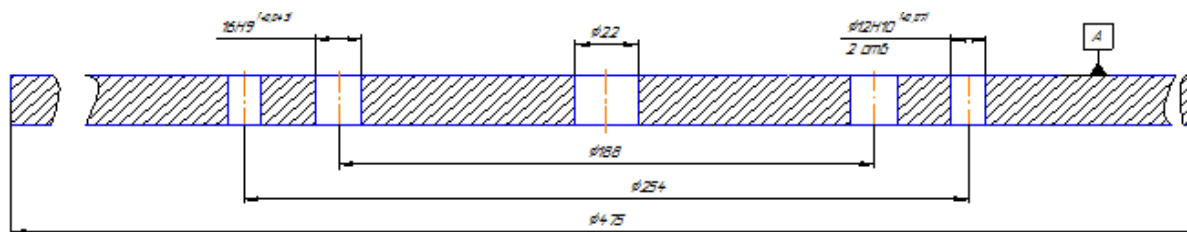


Рисунок.6 Конструкция стола станка 5Д32.

4.1 Обоснование выбора схемы приспособления

Исходя из операционного эскиза учитывая характеристики схемы базирования и размеров заготовки единственный возможный вариант реализации данной схемы заключается в использовании призматической квадратной оправки с последующим прижимом. Данный вариант реализации схемы базирования показан на рисунке 7 в виде соответствующей схемы установки.

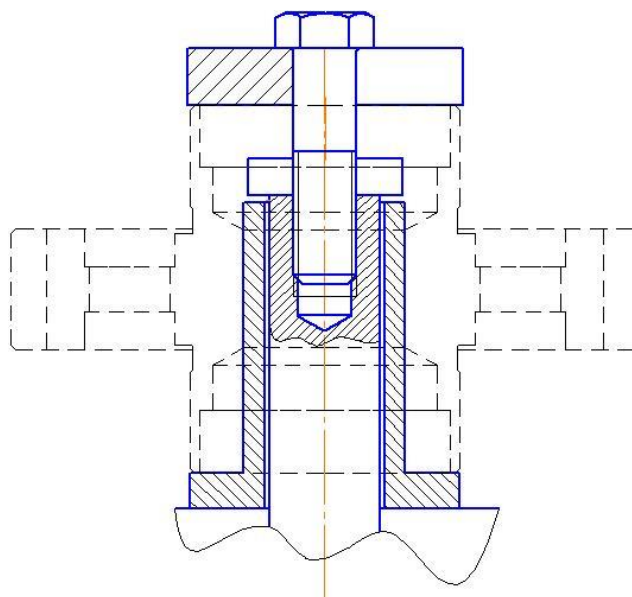


Рисунок.7 Реализация схемы базирования.

Установочный элемент приспособления выполняется в виде дисковой пластины с пазом, прижим осуществляется с помощью болта и контргайки. Закрепление заготовки в приспособлении осуществляется путем установки на съемную втулку. Таким образом, заготовка фиксируется по 2-м опорным базовым плоскостям.

С учетом всего, выполняем принципиальную схему станочного приспособления (рисунок 8). Особенностью предложенной схемы является пружинная конструкция с пневмоприводом и поворотной муфтой.

Конструкция зажимного устройства, которое выполнено в виде пружинного зажима с пневмоприводом, работающим на разжим детали, позволяет закрепить заготовку по всем плоскостям без смещения. Опорная втулка предполагается сменной, что позволит менять ее, без изменений конструкций приспособления быстро и легко.

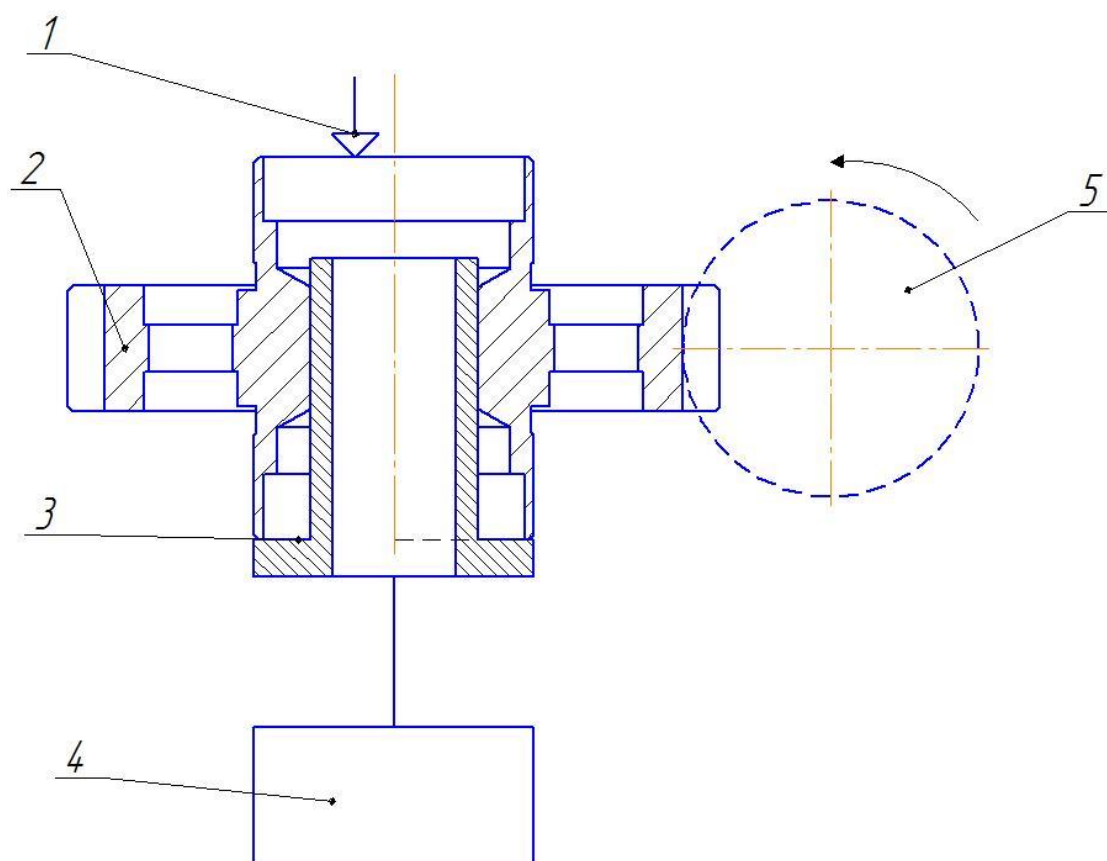


Рисунок.8 Принципиальная схема приспособления: 1 – установочные элементы; 2 – деталь; 3 – опорная втулка; 4 – корпус приспособления; 5 – фреза.

4.2 Расчет требуемых усилий закрепления заготовки

Расчет требуемой силы закрепления заготовки необходим для того чтобы определить такое значение силы закрепления, которое гарантированно обеспечит неподвижность заготовки в процессе обработки под действием сил резания.

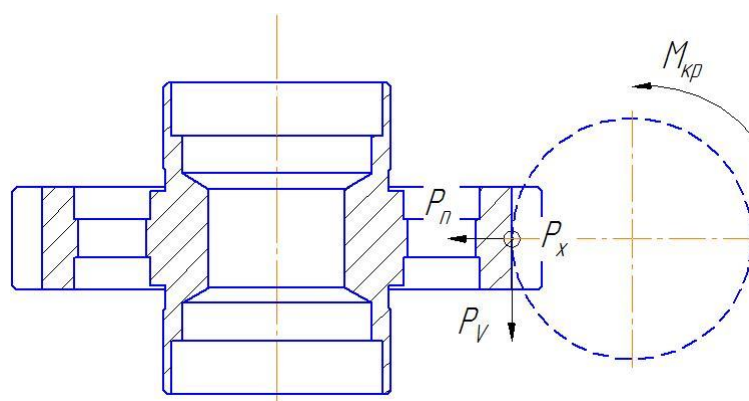


Рисунок.9 Схема резания на рассматриваемой операции.

Схема резания представлена на рисунке 9, где приняты следующие обозначения:

P_v – вертикальная составляющая силы резания, направленная перпендикулярно к оси вращения фрезы;

P_h – горизонтальная составляющая силы резания (сила подачи);

P_x – осевая составляющая силы резания, действующая в направлении оси фрезы.

Из анализа схемы резания и схемы установки можно определить, что заготовка при обработке может сместиться в следующих направлениях:

- повернуться вокруг своей оси на опорной втулке под действием силы резания P_x ,
- оторваться от установочных элементов при опрокидывании под действием силы P_x ,
- сместиться в установочной плоскости под действием силы P_v .

Для предотвращения этих смещений заготовку необходимо закрепить, приложив силу, величину которой требуется рассчитать. Вначале составляем расчетную схему, на которой показываем все силы, действующие на заготовку в процессе обработки: силы резания, крутящие моменты, силы и моменты трения, силы закрепления, силу тяжести, реакции поверхностей и т. д. (рисунок 10).

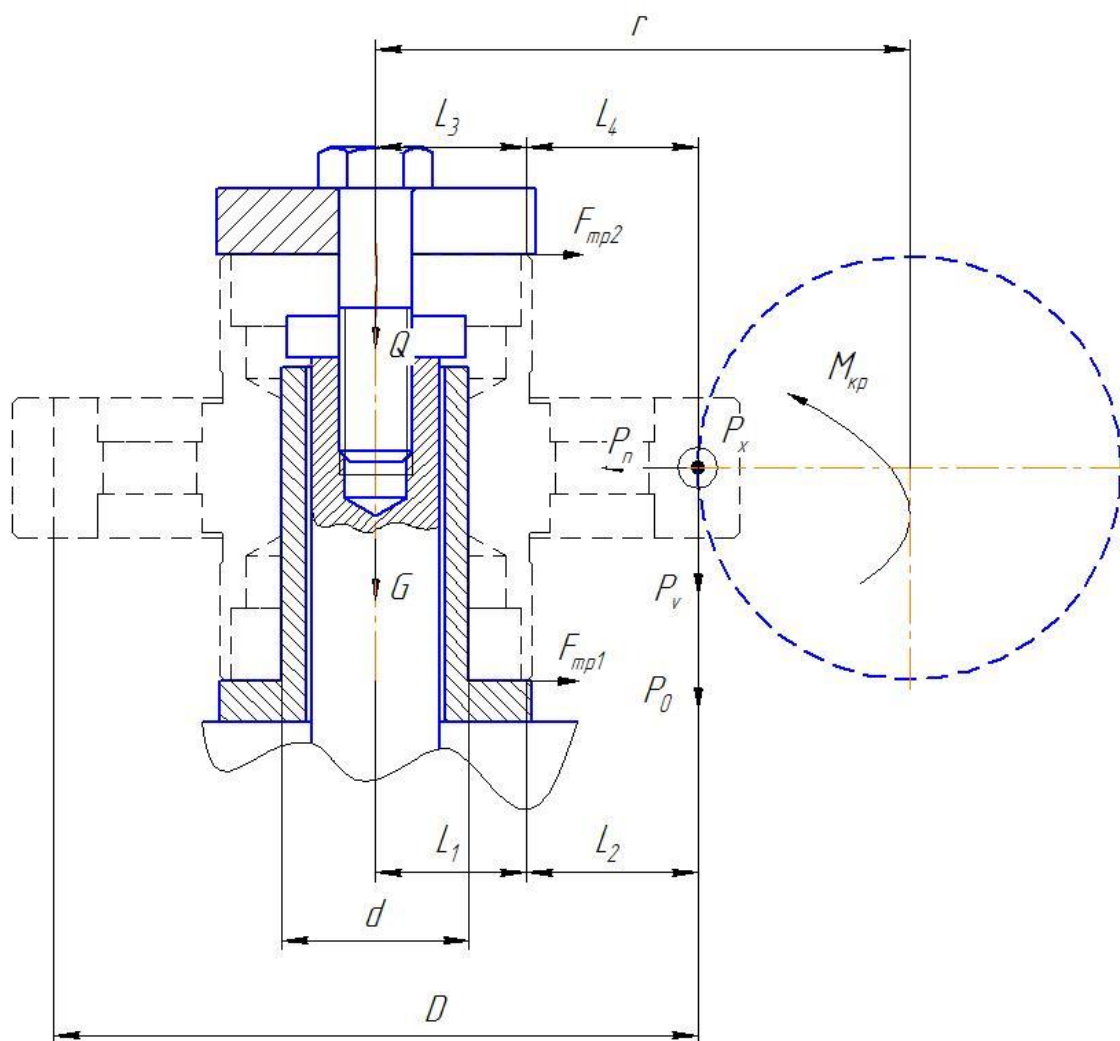


Рисунок.10 Расчетная схема для составления уравнений равновесия,

Где:

$M_{кр}$ – крутящий момент,

$F_{тр.1}$ – сила трения по установочному элементу;

$F_{тр.2}$ – сила трения по зажимному элементу;

$F_{тр.3}$ – сила трения по зажимному элементу;

l_1, l_2, l_3, l_4 – плечи сил;

r – расстояние от оси заготовки до оси фрезы;

P_0 – осевая сила фрезы;

Q – требуемая сила закрепления;

G – сила тяжести заготовки;

D, d – внешний и внутренний диаметр заготовки.

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

$$K = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 ,$$

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

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

k_2 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания от прогрессирующего затупления режущего инструмента, $k_2 = 1,3$;

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

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

k_5 – характеризует удобство расположения рукояток в зажимных устройствах, $k_5 = 1$;

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

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

Расчет на непроворачиваемость:

$$Q = \frac{6KrM_{кр}}{f d \phi p} \left(\frac{D^2 - d^2}{D^3 - d^3} \right) - P_0,$$

где K – коэффициент запаса;

$M_{кр}$ – крутящий момент, Нм;

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

f – коэффициент силы трения;

dфр – диаметр фрезы, м;

P_0 – осевая сила фрезы, Н;

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

$Q = 15,9$ Н.

Расчет на опрокидываемость:

$$Q = \frac{K P_y l_1}{l_2} - G,$$

где K – коэффициент запаса;

P_y – сила резания по оси y , Н;

l_1 – разница радиусов венца и ступицы, м;

l_2 – радиус ступицы, м;

G – сила тяжести.

$Q = 971,094$ Н.

Расчет на несдвигаемость:

$$Q = \frac{K P_x}{f} - G,$$

где K – коэффициент запаса;

P_x – сила резания по оси x , Н;

f – коэффициент трения;

G – сила тяжести.

$Q = 2038,719$ Н.

Выбираем пружину по ГОСТ 13775-86 [10] по самой большой силе зажима $Q = 2038,719$ Н.

4.3 Расчет приспособления на точность

Исходя из требуемой точности к выдерживаемым на операции размерам и допуска расположения, необходимо предъявить требования к элементам проектируемого приспособления. По исходным данным известно, что на операции обеспечивается радиальное биение зубчатого венца 0,08 мм.

Вначале необходимо определить допустимую погрешность положения заготовки в приспособлении $[\varepsilon_{пр}]$ в направлении выдерживаемого допуска по формуле:

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

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

T_A – допуск на выполняемый размер или допуск формы ($T_A = 0,08$ мм);

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

$\varepsilon_{\text{обр}}$ – погрешность, свойственная данному методу обработки (погрешность обработки);

$\varepsilon_{\text{н}}$ – погрешность настройки технологической системы на выполняемый размер (погрешность настройки);

$\varepsilon_{\text{др}}$ – другие погрешности, обусловленные факторами, независимыми от метода обработки, способа настройки и конструкции приспособления (погрешность базирования, погрешность измерения, погрешность, связанная с квалификацией рабочего и другие погрешности).

Настройка инструмента не оказывает влияния на радиальное биение зубчатого венца, поэтому, при расчете на точность в данном направлении, составляющая $\varepsilon_{\text{н}}$ из расчетной формулы должна быть исключена.

Формула примет следующий вид:

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

Погрешность обработки $\varepsilon_{\text{обр}}$ в расчетном направлении определяем на основе данных из справочных таблиц [7]. Для рассматриваемой операции известен метод обработки и размер, принимаем $\varepsilon_{\text{обр}} = 0,025$ мм.

Другие погрешности определяем из рекомендуемого соотношения $\varepsilon_{\text{др}} = (0,05 - 0,1) \cdot T_A$, на основании которого получаем:

$$\varepsilon_{\text{др}} = 0,045 \cdot 0,05 = 0,00225 \text{ мм.}$$

Определяем допустимую погрешность положения заготовки в приспособлении:

$$[\varepsilon_{\text{пр}}] = 0,045 - 1 \sqrt{0,025^2 + 0,00225^2} = 0,045 - 0,025 = 0,02 \text{ мм}$$

По найденной допустимой погрешности приспособления определяем допустимую погрешность, связанную с конструкцией приспособления, точностью его изготовления и сборки.

Для определения допустимой погрешности изготовления приспособления $[\varepsilon_{изг}]$ в направлении выдерживаемого допуска на радиальное биение воспользуемся формулой:

$$[\varepsilon_{изг}] = [\varepsilon_{пр}] - (\sqrt{k_1 \cdot \varepsilon_{нб}^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{см}^2} + \varepsilon_{изн} + \varepsilon_{ус}),$$

где k_1 – коэффициент уменьшения погрешности вследствие того, что действительные размеры установочной поверхности редко равны предельным значениям (принимаем $k_1 = 0,8 - 0,85$);

$\varepsilon_{нб}$ – погрешность, возникающая из-за несовмещения измерительной и технологической базы при установке заготовки в приспособление;

ε_3 – погрешность, возникающая в результате закрепления заготовки при её установке в приспособление;

$\varepsilon_{изн}$ – погрешность, обусловленная износом базирующих элементов приспособления;

$\varepsilon_{изг}$ – погрешность, связанная с неточностью изготовления деталей приспособления и его сборки;

$\varepsilon_{см}$ – погрешность, вызванная смещением режущего инструмента в процессе обработки;

$\varepsilon_{ус}$ – погрешность, возникающая при установке приспособления на стол станка, шпиндель или планшайбу.

При заданной схеме обработки смещение инструмента или его перекос не оказывает влияния на радиальное биение, поэтому, при расчете на точность в данном направлении, эта составляющая из расчетной формулы должна быть исключена.

Погрешность, возникающая в процессе закрепления заготовки в приспособлении ε_3 , не рассчитывается, так как сила закрепления не действует в направлении выдерживаемого параметра.

Расчетная формула примет следующий вид:

$$[\varepsilon_{изг}] = [\varepsilon_{пр}] - (\sqrt{k_1 \cdot \varepsilon_{нб}^2} + \varepsilon_{изн} + \varepsilon_{ус})$$

Производим расчет всех составляющих величин данной формулы: $\varepsilon_{нб}$, $\varepsilon_{изн}$, $\varepsilon_{ус}$, в соответствии с имеющейся компоновкой приспособления.

Погрешность несовмещения измерительной и технологической базы $\varepsilon_{нб}$ возникает из-за того, что выдерживаемый допуск на радиальное биение измеряется от оси детали, а базирование на технологической операции осуществляется по поверхности отверстий на втулку по посадке с зазором.

То есть несовмещение измерительной и технологической базы приводит к возникновению погрешности $\varepsilon_{нб}$ в направлении выдерживаемого допуска.

Определим максимальный зазор между отверстием и втулкой приспособления, что и будет являться погрешностью $\varepsilon_{нб}$. Для чего необходимо задать размеры втулки и допуск на нее: $\square 36H7 (+0,03 / 0,000)$ – размер и допуск отверстия заготовки и $\square 36r6 (+0,042 / +0,017)$ – размер и допуск посадочной втулки. Предполагаем самый худший вариант изготовления сопрягаемых поверхностей: когда втулка будет изготовлена с минимальным допуском, а отверстие – с максимальным. Тогда погрешность $\varepsilon_{нб}$ будет равна:

$$\varepsilon_{нб} = 0,03 - 0,017 = 0,013 \text{ мм.}$$

В связи с тем, что на величину износа влияет множество факторов, в том числе и случайных, определить его расчетным путем весьма затруднительно. Чаще всего для оценки величины возможного износа используют справочные данные, полученные на основе опытных исследований. Так возможную величину износа U можно оценить по следующей формуле:

$$U = U_0 \cdot k_t \cdot k_l \cdot k_y,$$

где U_0 – величина износа по нормали к поверхности, полученная на основании опытных данных (принимая $U_0 = 0,1$);

k_t – коэффициент, учитывающий время контакта заготовки с опорами ($k_t = 0,79 \cdot t_{\text{маш}}$, где $t_{\text{маш}} = 19,8$ – машинное время, мин);

k_l – коэффициент, учитывающий длину пути скольжения при установке заготовки (принимается $k_l = 1,25$);

k_y – коэффициент, учитывающий условия обработки (принимается $k_y = 1,0$).

Полученная по формуле величина – износ в направлении нормали к поверхности установочного элемента приспособлений. Для определения погрешности износа $\varepsilon_{\text{изн}}$, необходимо спроецировать её на направление выдерживаемого в приспособлении размера заготовки.

Для установочных пальцев величина нормального износа (в радиальном направлении) при числе контактов заготовки с приспособлением до 1000 раз (в соответствии с годовой программой), при фрезеровании заготовки из незакаленной стали без охлаждения:

$$U = 0,1 \cdot 0,79 \cdot 19,8 \cdot 1,25 \cdot 1,0 = 1,96 \text{ мкм} = 0,00196 \text{ мм}$$

Износ пальцев увеличивает зазор в сопряжении их с отверстиями заготовки и влияет на её угловое положение в приспособлении. Расчет выполняется аналогично предыдущему, только вместо зазора учитываем диаметральный износ втулки:

$$\varepsilon_{\text{изн}} = 2U$$

$$\varepsilon_{\text{изн}} = 2 \cdot 0,00196 = 0,00392 \text{ мм.}$$

Погрешность установки приспособления на станке $\varepsilon_{\text{ус}}$ возникает из-за того, приспособление устанавливается на столе станка по шпонкам. За счет зазоров в сопряжениях шпонок с поверхностью паза корпус приспособления, а, следовательно, и заготовка может сдвигаться от своего идеального осевого положения, что сказывается на радиальном биении зубчатого венца. Зная ширину шпоночного паза и допуск 16H10 ($^{+0,043}_{0,000}$) и размер и посадку шпонки 16v6 ($^{+0,043}_{+0,039}$), мы можем рассчитать зазор между ними, что и будет являться погрешностью установки (так же, как и в вышеприведенном расчете предполагаем наиболее худший вариант изготовления шпонки и паза):

$$\varepsilon_{\text{ус}} = 0,043 - 0,039 = 0,004 \text{ мм.}$$

Тогда допустимая погрешность изготовления приспособления $[\epsilon_{\text{изг}}]$ в направлении выдерживаемого допуска на перпендикулярность равна:

$$[\epsilon_{\text{изг}}] = 0,02 - \left(\sqrt{0,8 \cdot 0,008^2} + 0,00392 + 0,004 \right) = 0,015 \text{ мм}$$

Полученную величину нужно распределить по отдельным составляющим звеньям размерной цепи приспособления в направлении выдерживаемого размера, назначив требования к элементам конструкции приспособления, допуски на размеры его деталей, требования к форме и расположению установочных элементов и т. д., таким образом, чтобы фактическая погрешность не превысила допустимую погрешность изготовления приспособления $\epsilon_{\text{изг}} \leq [\epsilon_{\text{изг}}]$.

Расчетная погрешность изготовления приспособления может быть определена по формуле:

$$\epsilon_{\text{изг}} = \sum T_i + \sum e_i + \sum S_i + \sum \Delta_i,$$

где $\sum T_i$ – сумма допусков на звенья (размеры) проектируемого приспособления в направлении выдерживаемого размера, характеризующая погрешность изготовления деталей и сборки приспособления;

$\sum e_i$ – суммарная величина эксцентриситета деталей приспособления, действующая в направлении выдерживаемого размера;

$\sum S_i$ – суммарный конструктивный зазор в сопряжениях деталей приспособления, действующий в направлении выдерживаемого размера;

$\sum \Delta_i$ – суммарная погрешность, зависящая от формы и расположения установочных и направляющих элементов приспособления, действующая в направлении выполняемого размера.

Руководствуясь конструкцией приспособления и его целевым назначением, назначаем позиционный допуск на расположение шпонок, изображённый на рисунке 11.

функции. Применительно к механообработке основой ГПМ является станок с ЧПУ, оснащенный дополнительными технологическими и техническими средствами.

Для автоматизации операции используем промышленного робота промышленный робот ABB IRB 2400, габаритные размеры и радиус действия изображены на рисунке 12. Грузоподъемность манипулятора 5-16 кг [12].

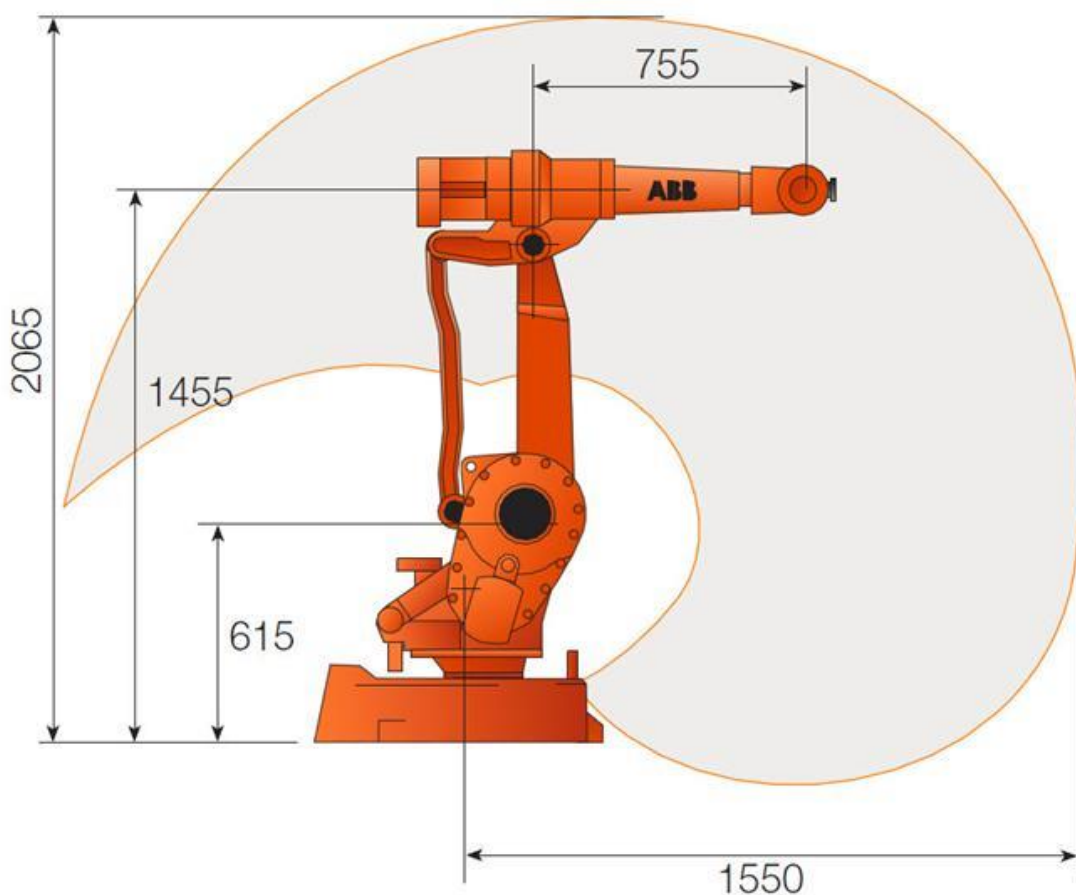


Рисунок. 12 – Промышленный робот ABB IRB 2400

Роботы обеспечивают высокую надежность в эксплуатации и удобное обслуживание. Для их установки не требуется большая площадь. Кинематическая конструкция манипулятора робота позволяет оптимизировать его положение относительно обрабатываемой детали или заготовки. Они имеют портативный пульт, который обеспечивает оператору

удобное программирование движений робота на этапе отладки программы.
 Схема автоматизированной ячейки изображена на рисунке 13.

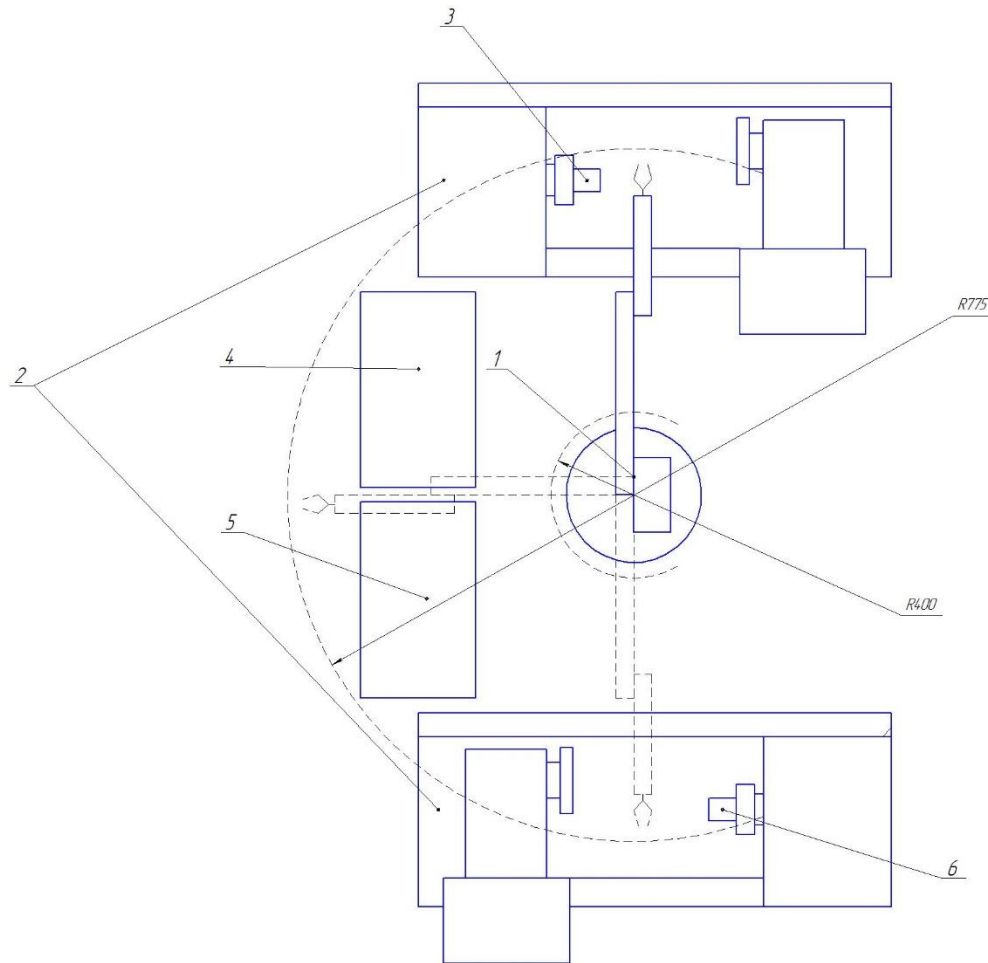


Рис. 13 – Схема автоматизированной ячейки

1 – Промышленный робот ABB IRB 2400;

2 – Токарный станок с ЧПУ 16K20Ф3;

3 – Заготовка установ А;

4 – Приемник заготовок;

5 – Накопитель готовых деталей;

6 – Заготовка установ Б.

Штриховыми линиями обозначена зона работы робота

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
4А51	Раскидко Максиму Алексеевичу

Школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	Отделение материаловедения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 машиностроение

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях аналитических материалов, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно правовых документах; наблюдение. В реализации проекта задействованы 2 человека: руководитель проекта и инженер-технолог
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	В соответствие с ГОСТ 14.322-83 «нормирование расхода материалов» и ГОСТ Р 51541-99 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность»
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления по правовым взносам – 30% от ФОТ

сречень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Определение потенциалов потребителя результатов исследования, SWOT-анализ, определение возможных альтернатив проведения научных исследований
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Планирование этапов работы, определение календарного графика трудоемкости работы, расчет бюджета
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Определение ресурсной, финансовой эффективности проекта

сречень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А51	Раскидко Максим Алексеевич		

6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

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 [13].

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

Таблица 1 – Карта сегментирования рынка

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

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

6.1 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

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

В таблице 2 приведена оценочная карта, включающая конкурентные технические разработки в области производства детали.

Таблица 3 – 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.

6.2 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.

Таблица 4 – 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		

Интерактивные матрицы представлены в таблицах 11, 12, 13, 14.

Таблица 5 - 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 6 - 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 7 - 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 8 - Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта					
		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4

Угрозы проекта	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 9).

Таблица 9 – 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.

6.3 Планирование научно-исследовательских работ

6.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

Таблица 10 – 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	Студент
	4	Выбор направления исследований	Научный руководитель, студент
	5	Календарное планирование работ	
Теоретические исследования	6	Изучение литературы по теме	Студент
	7	Подбор нормативных документов	
	8	Составление технологического процесса изготовления детали «Вал выходной»	
Оценка полученных результатов	9	Анализ результатов	Научный руководитель, студент
	10	Составление технологической документации	Научный руководитель, студент

6.3.2 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 [13]:

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

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:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожи}}{Ч_i}$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожи}$ – 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 11.

Таблица 11 — 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	$t_{ожи}$, 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 «вал-шестерня»	14	21	16,8	И	17

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

6.3.3 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 [13].

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 17 строится календарный план-график (таблица 18).

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 12 – Календарный график работы над проектом

№ работ	Вид работ	Исполнители	$T_{ки}$ 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 литературы по теме	Инженер	15				■	■	■	■					
7	Подбор нормативных документов	Инженер	6						■	■					

	Составление технологического процесса детали «Вал выходной»	Инженер	26											
9	Анализ результатов	Руководи тель	8											
		инженер	8											
10	Составление технологической документации	инженер	26											

6.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

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

6.4.1 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 13 – 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)	1	350	402,5
Итого				1898

Таблица 14 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
	Исп.1	Исп.1	Исп.1	Исп.1
1	Полуавтоматический ленточнопильный станок PPS-250HРА	1	451384	451384
2	Токарный станок 16K20	1	1199000	1199000
3	Goodway GA 2000	1	1445000	1445000
4	DMU 50	1	11154000	11154000
5	Gear Speet SF 160 CNC	1	4652000	4652000
Итого: 18901384				

Затраты на амортизацию оборудования рассчитываются по формуле:

$$З_{об} = (Ц \cdot F_{\phi}) / (F_H \cdot F_{cc})$$

где Ц – цена оборудования, руб.; F_H – номинальный фонд времени (рабочее время в году), ч; F_{cc} – срок службы оборудования, 10лет; F_{ϕ} – фактическое время занятости оборудования, 9ч.; $F_H = 300$ дней = 7200 ч.

$$З_{об} = (18901384 \cdot 9) / (7200 \cdot 10) = 2363 \text{ руб.}$$

6.4.2 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:

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

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

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

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

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

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

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

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

Расчет полной заработной платы осуществляется следующим образом:

$$З_{\text{зп}} = З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}$$

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

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

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{он}} \cdot T_{\text{р}}$$

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

$T_{\text{р}}$ — продолжительность работ, выполняемых работником, раб. д.(таблица 4.4)

$З_{\text{дн}}$ — среднедневная заработная плата работника, руб. Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

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

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 15 - Баланс рабочего времени

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

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = K_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}$$

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

Таблица 16 — Расчёт основной заработной платы

Исполнители	Разряд	k_t	$Z_{\text{тс}}$, руб.	$k_{\text{пр}}$	k_d	k_p	Z_m , руб	$Z_{\text{дн}}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$, руб.
Руководитель	доцент	1	23264	0,3	0,2	1,3	45365	1865	14	26110
Студент		1	1742	0,3	0,2	1,3	3397	140	71	9940
Итого $Z_{\text{осн}}$										36050

6.4.3 Отчисления во внебюджетные фонды

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из

следующей формулы:

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

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

На 2017 г. в соответствии с Федеральным закона от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30,2%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2017 году водится пониженная ставка – 30,2%.

Таблица 17 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Отчисления во внебюджетные фонды, руб.
Руководитель проекта	26110	7885
Студент	9940	3002
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,302	
	Итого	10887

6.4.4 Накладные расходы

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

$$З_{накл} = K_{нр} \cdot (\text{сумма статей } 1 \div 3)$$

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

$$З_{накл} = 0,16 \cdot 51198 = 8192 \text{руб.}$$

Величину коэффициента накладных расходов $K_{нр}$ допускается взять в размере 16%.

6.4.5 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 19.

Таблица 18 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	36050
Отчисления во внебюджетные фонды	10887
Накладные расходы	8192
Материальные затраты	1898
Амортизация оборудования	2363
Бюджет затрат НТИ	59390

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

6.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансово, 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:

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп.и}} = \Phi_{pi} / \Phi_{max}$$

Где $I_{\text{фин.}p}^{\text{исп.}i}$ – 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:

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

где I_{pt} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки; a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки; b_i^a, b_i^p – балльная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Таблица 19 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
вклад в рост производительности труда пользователя	0,1	5	4	3
длительность 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

$$\begin{aligned}
 I_{p-\text{исп}1} &= 5 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,05 + 4 \cdot 0,01 = 3,94; \\
 I_{p-\text{исп}2} &= 3 \cdot 0,1 + 2 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,25 + 2 \cdot 0,05 + 4 \cdot 0,1 = 3,15; \\
 I_{p-\text{исп}3} &= 4 \cdot 0,1 + 3 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,05 + 4 \cdot 0,1 = 3,5.
 \end{aligned}$$

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

$$I_{\text{исп1}} = \frac{I_{p-\text{исп1}}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп1}}}$$

$$I_{\text{исп2}} = \frac{I_{p-\text{исп2}}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп2}}}$$

И так далее.

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (таблица 21) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{\text{ср}}$):

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп1}}}{I_{\text{исп2}}}$$

Таблица 20 – 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.

Таким образом, в результате проведенных исследований, установлено, что разработанный технологический процесс изготовления детали «Вал выходной» экономичен, энергоэффективен, характеризуется низкой материалоемкостью, высокой производительностью труда, поэтому данный научно-исследовательский проект конкурентоспособным. Также можно сказать, что задачи, поставленные в данном разделе выпускной квалификационной работы, решены в полном объеме. А именно:

1. Была выявлена конкурентоспособность мелкосерийного производства изготовления детали. Преимуществом данного техпроцесса является высокая производительность при относительно низкой цене;

2. Проведен SWOT-анализ, в котором рассматриваются все сильные и слабые стороны проекта, а также возможности и угрозы, связанные с проектом. Возможность получать качественную и конкурентоспособную продукцию позволяет выйти на внутренний рынок, но имеется риск потери спроса;

3. Был распланирован график НИР, по которому руководителю отводится 14 рабочих дней, студенту 71 рабочий день;

4. При планировании комплекса работ по проекту была построена диаграмма Ганта, которая позволяет координировать работу исполнителей в ходе выполнения исследования.

5. Рассчитан бюджет НИР (59390 руб.): основная заработная плата составила 36050 руб. с учетом районного коэффициента, отчисления во ВБФ - 10887 руб., накладные расходы – 8192 руб., материальные затраты – 1898 руб., амортизация оборудования – 2363 руб

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
4A51	Раскидко Максиму Алексеевичу

Школа	ИШНТП	Отделение (НОЦ)	Отделение материаловедения
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 машиностроение

Тема ВКР: «Проектирование технологического процесса изготовления детали
Вал-шестерня»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является производственный технологический процесс детали «Вал-шестерня». Технологический процесс применяется для изготовления изделия одного наименования типа «Вал-шестерня». Изделие применяется для передачи крутящего момента в редукторах.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Трудовой кодекс РФ, ГОСТ «система стандартов безопасности труда»
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Вредные; Отклонение показателей микроклимата рабочей зоны, Превышение уровня шума, Недостаточная освещенность рабочей зоны. Опасные; Электрический ток, Пожароопасность.
3. Экологическая безопасность:	Загрязнение атмосферы газовыми составляющими выбросами производства; пылью. Загрязнение гидросферы расходными жидкостями металлорежущих станков. Загрязнение литосферы расходными жидкостями станков, металлическими отходами при производстве.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возгорание, замыкания/сбои токопроводящего оборудования.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	15.04.19
--	----------

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4A51	Раскидко Максим Алексеевич		

7 Социальная ответственность

Объектом выпускной квалификационной работы является проектирование процесса изготовления «Вала-шестерни», в работе рассматривается воздействие вредных и опасных факторов на человека и окружающую среду в процессе разработки, изготовления и эксплуатации детали.

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

7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

7.1.1 Правовые вопросы обеспечения безопасности

Согласно ТК РФ, N 197 -ФЗ каждый работник обладает правом на [14]:

- рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве;
- обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;

- внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра;
- гарантии и компенсации, установленные в соответствии с настоящим Кодексом, коллективным договором, соглашением, локальным нормативным актом, трудовым договором, если он занят на работах с вредными и (или) опасными условиями труда.
- повышенные или дополнительные гарантии и компенсации за работу на работах с вредными и (или) опасными условиями труда могут устанавливаться коллективным договором, локальным нормативным актом с учетом финансово-экономического положения работодателя

7.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Содержанием работ по охране труда являются:

- разработка и осуществление механических и организационных мероприятий по созданию безопасных условий труда и предотвращению взрывов и пожаров;
- обеспечение нормальных санитарно-гигиенических условий труда;
- соблюдение правовых норм

В рабочей зоне, в которой проводится работа по изготовлению детали, должны действовать следующие нормативы:

- сотрудник должен быть обеспечен специальной одеждой, обувью и индивидуальными средствами защиты.
- производственные помещения должны быть оборудованы приточно-вытяжной механической вентиляцией, обеспечивающий состояние воздуха рабочей зоны в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88 [15].

7.2 Производственная безопасность

Производственная безопасность – это система организационных мероприятий и технических средств, уменьшающих вероятность воздействия на рабочих, опасных производственных факторов до приемлемого уровня. Для определения опасных факторов на данном производстве воспользуемся классификацией опасных и вредных производственных факторов по ГОСТ 12.0.003-2015 [16].

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

Опасные факторы регламентируются и классифицируются в ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация», они приведены в таблице таблица 1.

Таблица 1. Опасные и вредные факторы рабочей зоны

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

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

7.2.1 Отклонение показателей микроклимата рабочей зоны

На стадии разработки тех. процесса в помещениях, предназначенных для работы с компьютерной техникой, должны соблюдаться определенные оптимальные параметры микроклимата в соответствии с СанПин 2.2.4.548-96 [17]. Эти нормы устанавливаются в зависимости от времени года, характера трудового процесса и характера производственного помещения (табл. 2).

Таблица 2. Параметры микроклимата для помещений, где установлены компьютеры

Период года	Температура воздуха в помещении, °С	Относительная влажность	Скорость движения воздуха, м/с
-------------	-------------------------------------	-------------------------	--------------------------------

		воздуха помещении, %	в
Холодный, переходный	21-23	60-40	0,1
Теплый	22-24	60-40	0,1

Таблица 3. Параметры микроклимата для помещений, где установлены оборудование для механической обработки

Период года	Температура воздуха помещении, °С	Относительная влажность воздуха помещении, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный, переходный	17-19	15-75	0,1
Теплый	18-20	15-75	0,1

Таблица 4. Параметры микроклимата для помещений, где установлено оборудование для термической обработки

Период года	Температура воздуха помещении, °С	Относительная влажность воздуха помещении, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный, переходный	15-17	15-75	0,2
Теплый	16-19	15-75	0,2

При пребывании человека в оптимальных микроклиматических условиях сохраняется нормальное функционирование организма без

напряжения механизмов терморегуляции. При этом ощущается тепловой комфорт, что приводит к высокому уровню работоспособности [54].

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

7.2.2 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Для обеспечения достаточной освещенности используется СП 52.13330.2016, согласно которому при работе средней точности освещенность рабочего места при системе комбинированного освещения должна составлять 750 лк, коэффициент пульсаций не более 10 %. Имеется необходимость в использовании локализованного искусственного освещения совместно с общим. При выполнении работ средней точности общая освещенность должна составлять 200 лк, комбинированная освещенность – 300 лк.

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

7.2.3 Уровень шума

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

Согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [18] уровень шума на рабочем месте пользователя персонального компьютера не должен превышать 50 дБ.

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

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

Для снижения шума, излучаемого в изолируемое помещение, используют такие архитектурно-строительные мероприятия, как повышение звукоизоляции перекрытий, стен, перегородок, дверей и окон. Для уменьшения шума от внутренних источников проектируют изоляцию рабочих мест от наиболее шумного оборудования. В цеху рабочие используют беруши и противозумные наушники, т.к. на производстве не предполагается использование подъемных механизмов и механизмов, которые используют предупреждающие звуки. При разработке планировочных решений зданий следует отделять малозумные помещения от помещений с интенсивными источниками шума [55].

7.2.4 Электрический ток

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

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

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

Технологическое бюро удовлетворяет приведенным выше требованиям, что позволяет отнести ее к помещениям без повышенной опасности поражения людей электрическим током. Это сухое помещение без повышенного содержания пыли, температура воздуха – нормальная. Для цеха соблюдаются те же требования и средства защиты, что и для технологического бюро, так же вывешиваются предупреждающие надписи и контроль за состоянием изоляции электрических установок.

7.3 Экологическая безопасность

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

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

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

Защита от тончайшей пыли и металлоабразивной стружки, а также от выбросов вредных газов осуществляется вытяжными трубами, воздухоборниками, отсосами. Воздух, проходя через многочисленные

фильтры (замена ориентировочно осуществляется раз в 1-2 месяца), очищается, а пыль и грязь поступает в отходы (утилизируется складированием на полигонах).

Загрязнение водных ресурсов металлорежущими станками может произойти при чистке станков и его узлов. Такая чистка производится на специальном месте оборудованным стоком с фильтрами (замена ориентировочно осуществляется раз в 1-2 месяца), задерживающими грязь, масла, кислоты.

7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

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

В качестве профилактических мероприятий на участке используются:

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

телефонами спецслужб, куда стоит сообщить о возникновении чрезвычайной ситуации.

- обязательно наличие звуковой пожарной сигнализации.

Для обеспечения тушения пожара в начальной стадии его возникновения используется система пожарных водопроводов и аппараты пожаротушения, предназначенные для тушения пожара, огнетушители пенные ОХВП-10 и углекислотные ОУ-2. Для обеспечения безопасности людей при пожарах в производственных помещениях предусматриваются пути эвакуации и устройства для удаления из помещений дыма. План эвакуации приведен на рисунке 14.



Рисунок 14. План эвакуации

7.5 Выводы

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

- Вентиляция помещений, при этом в цехе для некоторого вида оборудования предусмотрены вытяжки (цех термообработки).
- Кондиционирования (для офисных помещений) и отопления в зависимости от времени года.
- Использование искусственного освещения; лампы накаливания, газоразрядные лампы.
- Звукоизоляция перекрытий, изоляция рабочих зон от наиболее шумного оборудования.
- Применение фильтрующих элементов для водоотвода (цех промывки деталей), вентиляции.
- Ограждение зон работы подвижных механизмов (зона работы робота манипулятора).

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

Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работы была разработана технологическая подготовка производства для изготовления деталей «Вал-шестерня» с годовой программой выпуска 1000 шт. В ходе выполнения работы, было решено множество задач, таких как: проектирование технологического процесса изготовления данной детали от выбора заготовки для изделия до выпуска конечного продукта. Было подобрано все необходимое технологическое оснащение, режущий и контрольно-измерительный инструмент, а также металлообрабатывающее оборудование. В ходе выполнения работы была проведена проверка обеспечения эксплуатационных свойств деталей с помощью программного продукта SolidWorks. Был проведен расчет минимальных значений припусков на обработку изделия, целью которого является гарантированное обеспечение съема слоя материала. Немаловажное значение на качество обработки резанием влияют так называемые режимы резания, параметры которых определяют качество обработанной поверхности, а также не позволяют инструменту выйти из строя раньше времени. Основную часть технологического процесса занимает обработка детали на станках с ЧПУ, для которых были составлены управляющие программы (УП). Также были проведены некоторые расчеты, связанные с технико-экономическими показателями технологического процесса изготовления.

Список литературы

1. Должиков В.П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – 324 с.
2. ГОСТ 3.1105-84 ЕСТД. Формы и правила оформления документов общего назначения
Источник: https://znaytovar.ru/gost/2/GOST_3110584_ESTD_Formy_i_prav.html (дата обращения: 12.03.2019)
3. ГОСТ 2590-88 Прокат стальной горячекатаный круглый. Сортамент Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/> (дата обращения: 10.03.2019)
4. ГОСТ 4543-71. Прокат из легированной конструкционной стали. Технические условия Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/> (дата обращения: 10.03.2019)
5. Детали машин. Режим доступа: http://k-a-t.ru/detali_mashin/24-dm_zubchatye15 (дата обращения: 10.03.2019)
6. 6. Справочник технолога-машиностроителя в 2 т. / под ред. А.М. Дальского; А.Г. Косиловой; Р.К. Мещерякова; А.Г. Сулова. – 5-е изд., испр. – Москва: Машиностроение-1 Машиностроение, 2003
7. Размерный анализ технологических процессов/ В.В. Матвеев, М.М. Тверской, Ф.И. Бойков и др. // Б-ка технолога. – М.: Машиностроение, 1982. – 264 с.; ил.
8. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: Учебное пособие. –Томск: Изд. ТПУ, 2006. -100 с
9. Режимы резания металлов: Справочник / Под ред. Ю.В. Барановского. – М.: Машиностроение, 1972. – 407 с
10. ГОСТ 13775-86 Пружины винтовые цилиндрические сжатия III класса, разряда 2 из стали круглого сечения. Основные параметры витков
11. Козырев Ю.Н. Промышленные роботы: Справочник. – М.: Машиностроение, 1983. – 376 с

12. Робототехника. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://rus-robot.com/roboty/promyshlennye_roboty_abb/abb_5_do_30/promyshlennyy_robot_abb_irb_2400/ (дата обращения: 10.03.2019)
13. Видяев Н.Г., Серикова Г.Н., Гаврикова Н.А. Финансовый менеджмент. Ресурсоэффективность и ресурсосбережение: Учебное пособие.-Томск: Изд. ТПУ, 2014-36с.
14. Трудовой кодекс Российской Федерации URL: <https://base.garant.ru/12125268/> (дата обращения: 10.05.2019).
15. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением N 1) URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200003608> (дата обращения: 10.05.2019).
16. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200136071> (дата обращения: 10.05.2019).
17. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений URL: <http://docs.cntd.ru/document/901704046> (дата обращения: 10.05.2019).
18. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96 "Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки" URL: <https://base.garant.ru/4174553/> (дата обращения: 10.05.2019).

Приложение

Комплект технологической документации

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

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

НИ ТПУ

ИШНПТ.1056.00.00.00.000

ИШПТ 4А51

Вал-шестерня

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 «Вал-шестерня»

Проверил: руководитель

_____ Должиков В.П.

Выполнил: студент группы 4А51

_____ Раскидко М.А.

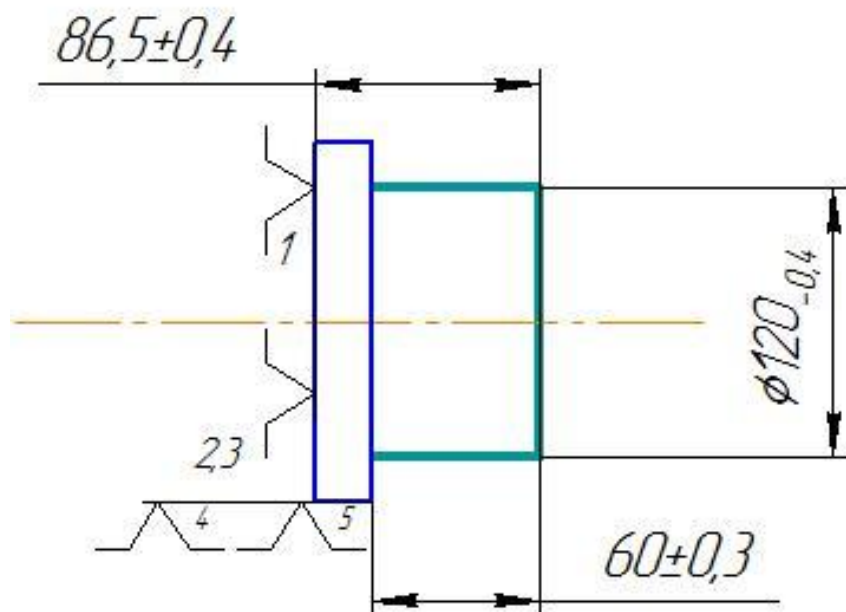
ТЛ

[illegible][illegible]

Разраб.	Раскидко М.А.				ИШНПТ.1056.00.00.00.000		
Провер.	Должиков В.П.						

					Вал-шестерня	015
Н.контр.						

$\sqrt{Ra\ 6,3}$



										ГОСТ 3.1404 – 86			Форма 3	
Дубл.														
Взам.														
Подп.														
													8	
Разраб.	Раскидко М.А.				ИШНПТ.1056.00.00.00.000									
Провер.	Должиков В.П.													
Н.контр.					020									
Наименование операции				Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль, разм., заготовка		МЗ	КОИ
Токарная с ЧПУ				Сталь 40Х ГОСТ 4543-71							Круг ø125x88			1
Оборудование				Обозначение программы			То	Тв	Тпз		Тшт	Сож		
Токарный станок с ЧПУ 16К20ФЗ							5,53	1,3	26		32,83			
Р	Содержание перехода					То	D или B	L	t	i	S	n	V	
O01	А. Установить и закрепить заготовку в патрон.													
O02	База: торец и наружный диаметр.													
T03	3-х кулачковый патрон 7100-0009 ГОСТ 2675-80;													
O04	1. Подрезать торец в размер 83-0,4 мм .													
T05	Резец подрезной 2112-0019 T15K6 ГОСТ 18880-73; резцовый блок													
T06	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89													
P07	Ø120 85.5-0.4 1.5 1 0.36 670 262													
O08	2. Точить наружную поверхность 1 до Ø 60,74-0,03, выдерживая размер 27±1 мм													
T09	Резец проходной 2140-0009 T15K6 ГОСТ 18879-73; резцовый блок													
T10	Штангенциркуль ШЦ-I-135-0,1-1 ГОСТ 166-89													
P11	Ø 60,74-0,03 27±1 2,5 1 0,8 430 170													
O12	3. Снять фаску выдерживая размер 1,4±0,2× 45° .													
T13	Резец проходной 2140-0009 T15K6 ГОСТ 18879-73; резцовый блок													
ОК		Операционная карта												

[illegible]

Дубл.																									
Взам.																									
Подп.																									
																				10					
												ИШНПТ.1056.00.00.00.000										020			
Р		Содержание перехода								То		D или B		L		t		i		S		n		V	
O31		8. Сверлить отверстие центровочное А2,5 ГОСТ 14034-74.																							
T32		Центр. св. Ø2,5 мм 2317-0111 Р6М5 ГОСТ 14952-75; сверлодержатель SDS 50069191																							
T33		Штангенцикуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89; угломер типа 1-1 ГОСТ 5378-8																							
P34		Ø2,5																							

										ГОСТ 3.1404-86			Форма 4		
Разраб.		Раскидко				НИ ТПУ		ИШНПТ.1056.00.00. 00.000		Группа 4А51					
Пров.		Должиков													
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		Резец подрезной 2112-0019 Т15К6 ГОСТ 18880-73													
02								Wz=25 мм		± 0,02		ZX			
03		1						Wx=85 мм		± 0,1		ZX			
04		Резец проходной 2140-0009 Т15К6 ГОСТ 18879-73													
05								Wz=25 мм		± 0.03		ZX			
06		2						Wx=65 мм		± 0,1		ZX			
07		Резец расточной 2141-0005 Т15К6 ГОСТ 18883-73													
08								Wz=85 мм		± 0,1		ZX			
09		3						Wx=42,5 мм		± 0,02		ZX			
10		Резец канавочный 2662-0009 Т15К6 ГОСТ 18885-73													
11								Wz=25 мм		± 0.03		ZX			
12		4						Wx=65 мм		± 0,1		ZX			
13		Центр. св. Ø2,5 мм 2317-0111 Р6М5 ГОСТ 14952-75													
14		5						Wz=60 мм		± 0.1		OZ			
КНИ															

										ГОСТ 3.1404-86				Форма 4			
Дубл.																	
Взам.																	
Подл.																	
Разраб.		Раскидко						НИ ТПУ				ИШНПТ.1056.00.00. 00.000		Группа 4А51			
Пров.		Должиков															
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		Сверло Ø30 2300-9625 P6M5 ГОСТ 4010-77															
02		6							Wz=85 мм			± 0,1		OZ			
03																	
04																	
05																	
06																	
07																	
08																	
09																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
КНИ																	

							3	1
				ТПУ ИШНПТ Группа 4А51	ИШНПТ.1056.00.00.00.000			
					Вал-шестерня			020
				Оборудование, устройство ЧПУ	Особые указания			
				16K20Ф3, SINUMERIK 840				
				Кодирование информации, содержание кадра		Кодирование информации, содержание кадра		
				N35 T1	N330 Z-30.64			
				N40 G71 G95 F0.15	N335 X22.95			
				N45 M42	N340 X22.24 Z-30.28			
				N55 G96 S246 M3 M9	N345 G0 Z1.63			
				N60 G0 X136.0	N350 G1 X40.84			
				N65 G0 Z0.	N355 Z-28.86			
				N70 G1 X-1.59	N360 X34.69 Z-30.64			
				N75 X3.78 Z2.68	N365 X31.9			
				N80 D0 SUPA G0 X250.0 Z125	N370 X31.19 Z-30.28			
				N105 T2	N375 G0 Z1.63			
				N110 G95 F0.27	N380 G1 X49.79			
				N115 M42	N385 Z-26.28			
				N125 G97 S510 M3 M9	N390 X40.84 Z-28.86			
				N130 G0 X0.	N395 X40.14 Z-28.51			
				N135 G0 Z3.0	N400 G0 Z1.63			
				N140 G1 Z-14.0	N405 G1 X54.31			
				N145 G0 Z3.0	N410 Z-2.16			
				N150 Z-11.0	N415 X52.31 Z-3.16			
				N155 G1 Z-28.0	N420 G2 X51.79 Z-3.79 CR=0.89			
				N160 G0 Z3.0	N425 G1 Z-15.9			
				N165 Z-25.0	N430 X51.58			
				N170 G1 Z-42.0	N435 G2 X49.79 Z-16.79 CR=0.89			
				N175 G0 Z3.0	N440 G1 X49.08 Z-16.44			
				N180 Z-39.0	N445 G0 Z1.0			
				N185 G1 Z-56.0	N475 G96 S246			
				N190 G0 Z3.0	N480 G0 X49.08			
				N195 Z-53.0	N485 G0 Z0.45			
				N200 G1 Z-70.0	N490 X59.82			
				N205 G0 Z3.0	N495 G1 X52.46 Z-3.23 F0.15			
				N210 Z-67.0	N500 G2 X51.99 Z-3.79 CR=0.79 F0.05			
				N215 G1 Z-84.0	N505 G1 Z-16.0 F0.15			
				N220 G0 Z3.0	N510 X51.58 F0.05			
				N225 Z-81.0	N515 G2 X49.99 Z-16.79 CR=0.79 F0.15			
				N230 G1 Z-92.61	N520 G1 Z-26.34			
				N235 G0 Z3.0	N525 X34.79 Z-30.72			
				N240 D0 SUPA X250.0 Z125	N530 X29.43 Z-28.04			
				N265 T3	N535 G0 X28.0			
				N270 G95 F0.38	N540 Z2.21			
				N275 M42	N545 D0 SUPA X250.0 Z125			
				N285 G96 S170 M3 M9	N570 T4			
				N290 G0 X22.95	N575 G95 F0.38			
				N295 G0 Z3.0	N580 M42			
				N300 Z1.63	N590 G96 S170 M3 M9			
				N305 G1 Z-30.64	N595 G0 X120.04			
				N310 X14.0	N600 G0 Z1.63			
				N315 X13.29 Z-30.28	N605 G1 Z-29.3			
				N320 G0 Z1.63	N610 X125.21			
				N325 G1 X31.9	N615 G3 X126.48 Z-29.56 CR=0.89			
					Разраб.	Раскидко М. А.		
					Консульт.			
					Н. контр.			
				ККИ				

								3	2								
		Кодирование информации, содержание кадра				Кодирование информации, содержание кадра											
		N620 G1 X129.68 Z-31.16 N625 X130.0 N630 X130.71 Z-30.81 N635 G0 Z1.63 N640 G1 X110.09 N645 Z-29.3 N650 X120.04 N655 X120.75 Z-28.95 N660 G0 Z1.63 N665 G1 X100.13 N670 Z-29.3 N675 X110.09 N680 X110.79 Z-28.95 N685 G0 Z1.63 N690 G1 X90.17 N695 Z-29.3 N700 X100.13 N705 X100.84 Z-28.95 N710 G0 Z1.63 N715 G1 X80.21 N720 Z-29.3 N725 X90.17 N730 X90.88 Z-28.95 N735 G0 Z1.63 N740 G1 X70.26 N745 Z-29.3 N750 X80.21 N755 X80.92 Z-28.95 N760 G0 Z1.63 N765 G1 X60.3 N770 Z-29.3 N775 X70.26 N780 X70.96 Z-28.95 N785 G0 Z1.63 N790 G1 X57.78 N795 Z-2.16 N800 X59.78 Z-3.16 N805 G3 X60.3 Z-3.79 CR=0.89 N810 G1 X61.01 Z-3.44 N815 G0 Z1.0 N820 D0 SUPA X250.0 Z125 N845 T4 N850 G95 F0.15 N855 M42 N865 G96 S246 M3 M9 N870 G0 X52.27 N875 G0 Z0.45 N880 G1 X59.64 Z-3.23 N885 G3 X60.1 Z-3.79 CR=0.79 F0.05 N890 G1 Z-29.4 F0.15				N895 X125.21 N900 G3 X126.34 Z-29.63 CR=0.79 F0.05 N905 G1 X129.54 Z-31.23 F0.15 N910 X134.9 Z-28.55 N915 G0 X136.0 N920 D0 SUPA X250.0 Z125 N945 T5 N950 G95 F0.38 N955 M42 N965 G96 S170 M3 M9 N970 G0 X109.22 N975 G0 Z-27.19 N980 G1 X88.0 Z-37.79 N985 X89.77 Z-36.91 N990 X87.99 Z-37.8 N995 G0 X109.22 Z-27.19 N1000 X107.44 Z-26.3 N1005 G1 X86.22 Z-36.9 N1010 X87.99 Z-36.02 N1015 X84.43 Z-37.8 N1020 G0 X107.44 Z-26.3 N1025 X105.65 Z-25.4 N1030 G1 X84.44 Z-36.01 N1035 X86.21 Z-35.13 N1040 X80.86 Z-37.8 N1045 G0 X105.65 Z-25.4 N1050 X103.87 Z-24.51 N1055 G1 X82.66 Z-35.12 N1060 X84.43 Z-34.24 N1065 X77.3 Z-37.8 N1070 G0 X103.87 Z-24.51 N1075 X102.09 Z-23.62 N1080 G1 X80.88 Z-34.23 N1085 X82.64 Z-33.35 N1090 X73.74 Z-37.8 N1095 G0 X102.09 Z-23.62 N1100 X100.31 Z-22.73 N1105 G1 X79.1 Z-33.34 N1110 X80.86 Z-32.46 N1115 X70.17 Z-37.8 N1120 G0 X100.31 Z-22.73 N1125 X98.53 Z-21.84 N1130 G1 X77.31 Z-32.45 N1135 X79.08 Z-31.56 N1140 X67.26 Z-37.48 N1145 G0 X98.53 Z-21.84 N1150 X96.75 Z-20.95 N1155 G1 X75.53 Z-31.56 N1160 X77.3 Z-30.67 N1165 X67.26 Z-35.69											
														Разраб.	Раскидко М. А.		
														Консульт.			
														Н. контр.			
										ККИ							

						3	3
Кодирование информации, содержание кадра						Кодирование информации, содержание кадра	
		N1170 G0 X96.75 Z-20.95 N1175 X94.96 Z-20.06 N1180 G1 X73.75 Z-30.67 N1185 X75.52 Z-29.78 N1190 X67.26 Z-33.91 N1195 G0 X94.96 Z-20.06 N1200 X93.18 Z-19.17 N1205 G1 X71.97 Z-29.78 N1210 X73.74 Z-28.89 N1215 X67.26 Z-32.13 N1220 G0 X93.18 Z-19.17 N1225 X109.22 Z-27.19 N1230 X108.91 Z-27.34 N1235 G1 X87.99 Z-37.8 N1240 X67.26 N1245 G0 X98.85 Z-22.0 N1250 X91.48 Z-18.32 N1255 X71.79 Z-28.16 N1260 G1 X67.26 Z-30.43 N1265 Z-37.8 N1270 G0 X98.85 Z-22.0 N1275 X109.22 N1305 G96 S246 N1310 G0 X91.38 N1315 G0 Z-22.0 N1320 Z-26.6 N1325 Z-18.27 N1330 X71.59 Z-28.16 N1335 G1 X67.06 Z-30.43 F0.15 N1340 Z-37.9 N1345 G0 X98.85 Z-22.0 N1350 X109.32 Z-27.24 N1355 G1 X87.99 Z-37.9 N1360 X67.06 N1365 G0 X98.85 Z-22.0 N1370 X136.0 N1375 D0 SUPA X250.0 Z125 N1380 M0 N1385 M9 M30					
						Разраб.	Раскидко М. А.
						Консульт.	
						Н. контр.	
ККИ							

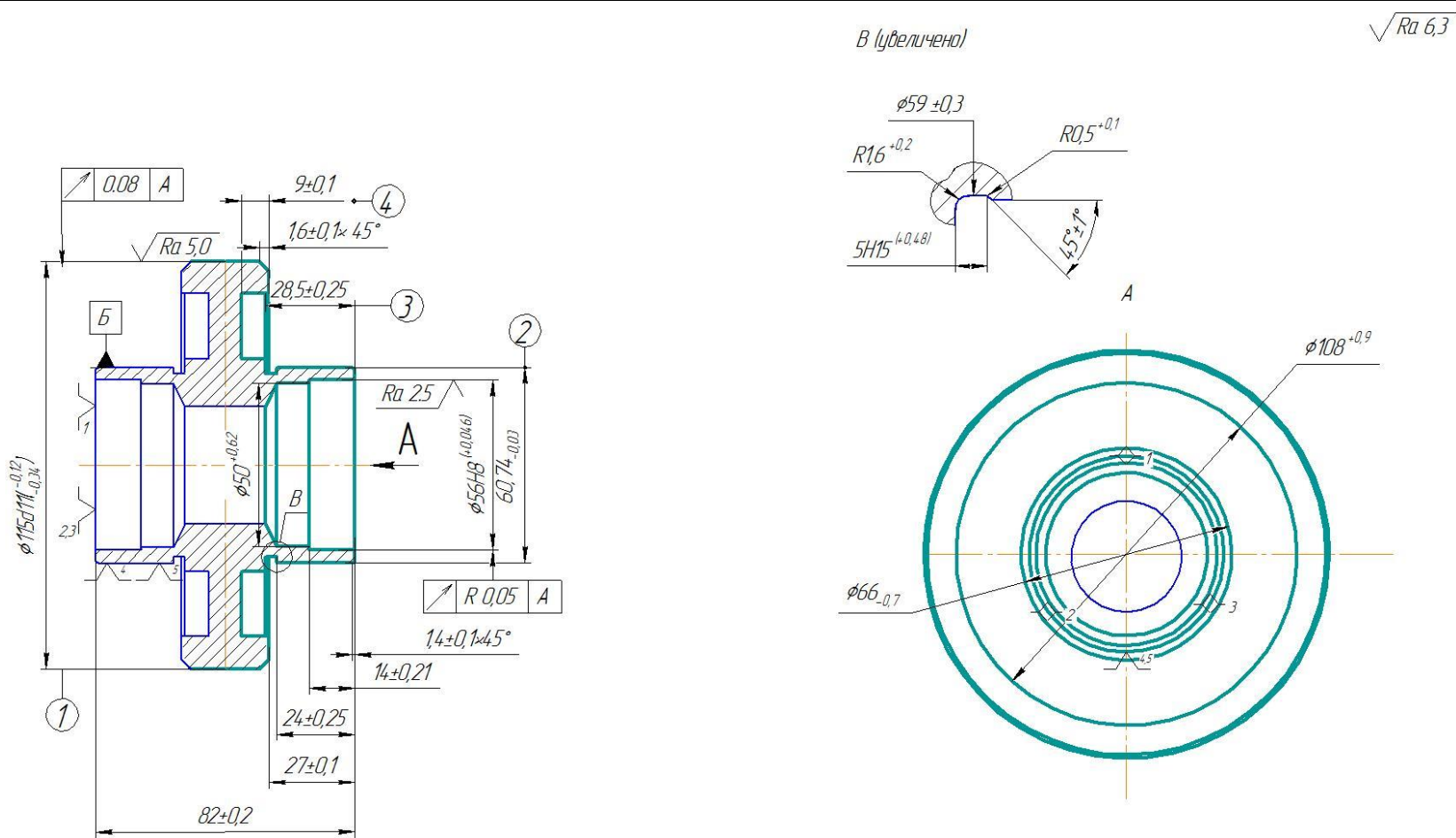
Дубл.			
Взам.			
Подп.			

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

								12
--	--	--	--	--	--	--	--	----

Разраб.	Раскидко М.А.			ИШНПТ.1056.00.00.00.000				
Провер.	Должиков В.П.							

				Вал-шестерня				025
--	--	--	--	--------------	--	--	--	-----



Установ Б

Карта эскизов

[illegible]

Дубл.															
Взам.															
Подп.															
												14			
										ИШНПТ.1056.00.00.00.000			025		
Р	Содержание перехода							То	D или B	L	t	i	S	n	V
T14	Штангенциркуль ШЦ-I-135-0,1-1 ГОСТ 166-89														
p15	Ø 60,74 _{-0,03} 27±1 2,5 1 0,8 430 170														
O16	4. Снять фаску выдерживая размер 1,4±0,1× 45° .														
T17	Резец проходной 2140-0009 T15K6 ГОСТ 18879-73; резцовый блок														
T18	Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,1 ГОСТ 166-89;Угломер типа 1-1 ГОСТ 5378-88														
P19	Ø60,74 _{-0,03} 1,4±0,2 0,5 2 0,08 670 240														
O20	5. Снять фаску выдерживая размер 1,6 _{-0,1} ×45°.														
T21	Резец проходной 2140-0009 T15K6 ГОСТ 18879-73; резцовый блок														
T22	Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,1 ГОСТ 166-89;Угломер типа 1-1 ГОСТ 5378-88; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93														
P23	Ø115 1,6 0,5 2 0,08 670 240														
O23	6. Расточить поверхность 2, выдерживая размеры 28,5±0,25 мм, Ø108 ^{+0,9} мм , Ø57 _{-0,7} мм.														
T24	Резец расточной 2141-0005 T15K6 ГОСТ 18883-73; резцовый блок														
T25	Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,1 ГОСТ 166-89														
P26	Ø108 ^{+0,9} 28,5±0,25 2 1 0,08 670 240														
O27	7. Расточить поверхность 3, выдерживая размеры 9±0, мм, Ø66 _{-0,7} мм, Ø108 ^{+0,9} мм.														
T28	Резец расточной 2141-0005 T15K6 ГОСТ 18883-73; резцовый блок														
T29	Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,1 ГОСТ 166-89														
P30	Ø108 ^{+0,9} 9±0,1 2 1 0,08 670 240														
ОК		Операционная карта													

[illegible]

[illegible]

							3	1
				ТПУ ИШНПТ Группа 4A51				
					Вал-шестерня			
				Оборудование, устройство ЧПУ	Особые указания			
				16K20Ф3, SINUMERIK 840				
				Кодирование информации, содержание кадра	Кодирование информации, содержание кадра			
				N35 T1	N490 X59.82			
				N40 G71 G95 F0.15	N495 G1 X52.46 Z-3.23 F0.15			
				N45 M42	N500 G2 X51.99 Z-3.79 CR=0.79 F0.05			
				N55 G96 S246 M3 M9	N505 G1 Z-16.0 F0.15			
				N60 G0 X136.0	N510 X51.58 F0.05			
				N65 G0 Z0.	N515 G2 X49.99 Z-16.79 CR=0.79 F0.15			
				N70 G1 X-1.59	N520 G1 Z-26.34			
				N75 X3.78 Z2.68	N525 X34.79 Z-30.72			
				N80 D0 SUPA G0 X250.0 Z125	N530 X29.43 Z-28.04			
				N265 T3	N535 G0 X28.0			
				N270 G95 F0.38	N540 Z2.21			
				N275 M42	N545 D0 SUPA X250.0 Z125			
				N285 G96 S170 M3 M9	N570 T4			
				N290 G0 X22.95	N575 G95 F0.38			
				N295 G0 Z3.0	N580 M42			
				N300 Z1.63	N590 G96 S170 M3 M9			
				N305 G1 Z-30.64	N595 G0 X120.04			
				N310 X14.0	N600 G0 Z1.63			
				N315 X13.29 Z-30.28	N605 G1 Z-29.3			
				N320 G0 Z1.63	N610 X125.21			
				N325 G1 X31.9	N615 G3 X126.48 Z-29.56 CR=0.89			
				N330 Z-30.64	N620 G1 X129.68 Z-31.16			
				N335 X22.95	N625 X130.0			
				N340 X22.24 Z-30.28	N630 X130.71 Z-30.81			
				N345 G0 Z1.63	N635 G0 Z1.63			
				N350 G1 X40.84	N640 G1 X110.09			
				N355 Z-28.86	N645 Z-29.3			
				N360 X34.69 Z-30.64	N650 X120.04			
				N365 X31.9	N655 X120.75 Z-28.95			
				N370 X31.19 Z-30.28	N660 G0 Z1.63			
				N375 G0 Z1.63	N665 G1 X100.13			
				N380 G1 X49.79	N670 Z-29.3			
				N385 Z-26.28	N675 X110.09			
				N390 X40.84 Z-28.86	N680 X110.79 Z-28.95			
				N395 X40.14 Z-28.51	N685 G0 Z1.63			
				N400 G0 Z1.63	N690 G1 X90.17			
				N405 G1 X54.31	N695 Z-29.3			
				N410 Z-2.16	N700 X100.13			
				N415 X52.31 Z-3.16	N705 X100.84 Z-28.95			
				N420 G2 X51.79 Z-3.79 CR=0.89	N710 G0 Z1.63			
				N425 G1 Z-15.9	N715 G1 X80.21			
				N430 X51.58	N720 Z-29.3			
				N435 G2 X49.79 Z-16.79 CR=0.89	N725 X90.17			
				N440 G1 X49.08 Z-16.44	N730 X90.88 Z-28.95			
				N445 G0 Z1.0	N735 G0 Z1.63			
				N475 G96 S246	N740 G1 X70.26			
				N480 G0 X49.08	N745 Z-29.3			
				N485 G0 Z0.45	N750 X80.21			
					Разраб.	Раскидко М. А.		
					Консульт.			
					Н. контр.			
				ККИ				

												3	2
				Кодирование информации, содержание кадра				Кодирование информации, содержание кадра					
				N755 X80.92 Z-28.95 N760 G0 Z1.63 N765 G1 X60.3 N770 Z-29.3 N775 X70.26 N780 X70.96 Z-28.95 N785 G0 Z1.63 N790 G1 X57.78 N795 Z-2.16 N800 X59.78 Z-3.16 N805 G3 X60.3 Z-3.79 CR=0.89 N810 G1 X61.01 Z-3.44 N815 G0 Z1.0 N820 D0 SUPA X250.0 Z125 N845 T4 N850 G95 F0.15 N855 M42 N865 G96 S246 M3 M9 N870 G0 X52.27 N875 G0 Z0.45 N880 G1 X59.64 Z-3.23 N885 G3 X60.1 Z-3.79 CR=0.79 F0.05 N890 G1 Z-29.4 F0.15 N895 X125.21 N900 G3 X126.34 Z-29.63 CR=0.79 F0.05 N905 G1 X129.54 Z-31.23 F0.15 N910 X134.9 Z-28.55 N915 G0 X136.0 N920 D0 SUPA X250.0 Z125 N945 T5 N950 G95 F0.38 N955 M42 N965 G96 S170 M3 M9 N970 G0 X109.22 N975 G0 Z-27.19 N980 G1 X88.0 Z-37.79 N985 X89.77 Z-36.91 N990 X87.99 Z-37.8 N995 G0 X109.22 Z-27.19 N1000 X107.44 Z-26.3 N1005 G1 X86.22 Z-36.9 N1010 X87.99 Z-36.02 N1015 X84.43 Z-37.8 N1020 G0 X107.44 Z-26.3 N1025 X105.65 Z-25.4 N1030 G1 X84.44 Z-36.01 N1035 X86.21 Z-35.13 N1040 X80.86 Z-37.8 N1045 G0 X105.65 Z-25.4 N1050 X103.87 Z-24.51				N1055 G1 X82.66 Z-35.12 N1060 X84.43 Z-34.24 N1065 X77.3 Z-37.8 N1070 G0 X103.87 Z-24.51 N1075 X102.09 Z-23.62 N1080 G1 X80.88 Z-34.23 N1085 X82.64 Z-33.35 N1090 X73.74 Z-37.8 N1095 G0 X102.09 Z-23.62 N1100 X100.31 Z-22.73 N1105 G1 X79.1 Z-33.34 N1110 X80.86 Z-32.46 N1115 X70.17 Z-37.8 N1120 G0 X100.31 Z-22.73 N1125 X98.53 Z-21.84 N1130 G1 X77.31 Z-32.45 N1135 X79.08 Z-31.56 N1140 X67.26 Z-37.48 N1145 G0 X98.53 Z-21.84 N1150 X96.75 Z-20.95 N1155 G1 X75.53 Z-31.56 N1160 X77.3 Z-30.67 N1165 X67.26 Z-35.69 N1170 G0 X96.75 Z-20.95 N1175 X94.96 Z-20.06 N1180 G1 X73.75 Z-30.67 N1185 X75.52 Z-29.78 N1190 X67.26 Z-33.91 N1195 G0 X94.96 Z-20.06 N1200 X93.18 Z-19.17 N1205 G1 X71.97 Z-29.78 N1210 X73.74 Z-28.89 N1215 X67.26 Z-32.13 N1220 G0 X93.18 Z-19.17 N1225 X109.22 Z-27.19 N1230 X108.91 Z-27.34 N1235 G1 X87.99 Z-37.8 N1240 X67.26 N1245 G0 X98.85 Z-22.0 N1250 X91.48 Z-18.32 N1255 X71.79 Z-28.16 N1260 G1 X67.26 Z-30.43 N1265 Z-37.8 N1270 G0 X98.85 Z-22.0 N1275 X109.22 N1305 G96 S246 N1310 G0 X91.38 N1315 G0 Z-22.0 N1320 Z-26.6 N1325 Z-18.27					
								Разраб.	Раскидко М. А.				
								Консульт.					
								Н. контр.					
ККИ													

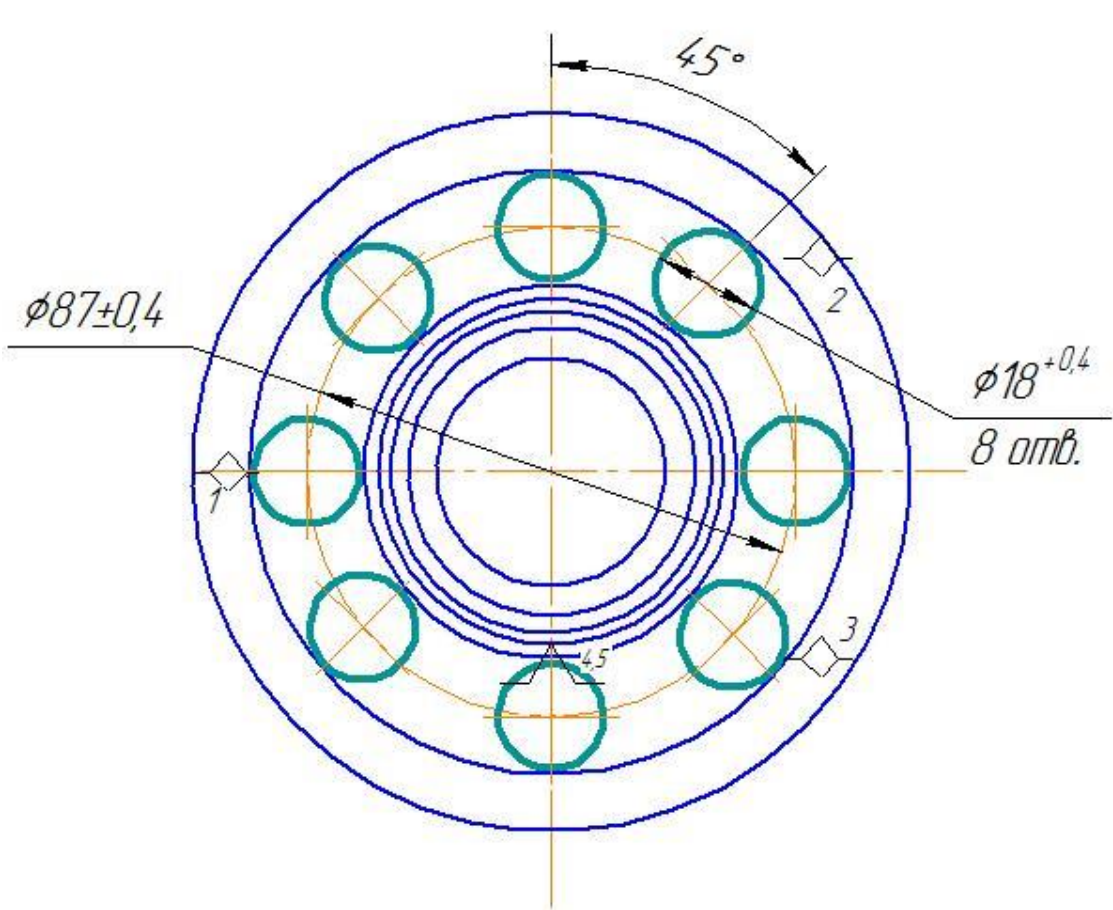
[illegible]

[illegible]

Дубл.														
Взам.														
Подп.														

18

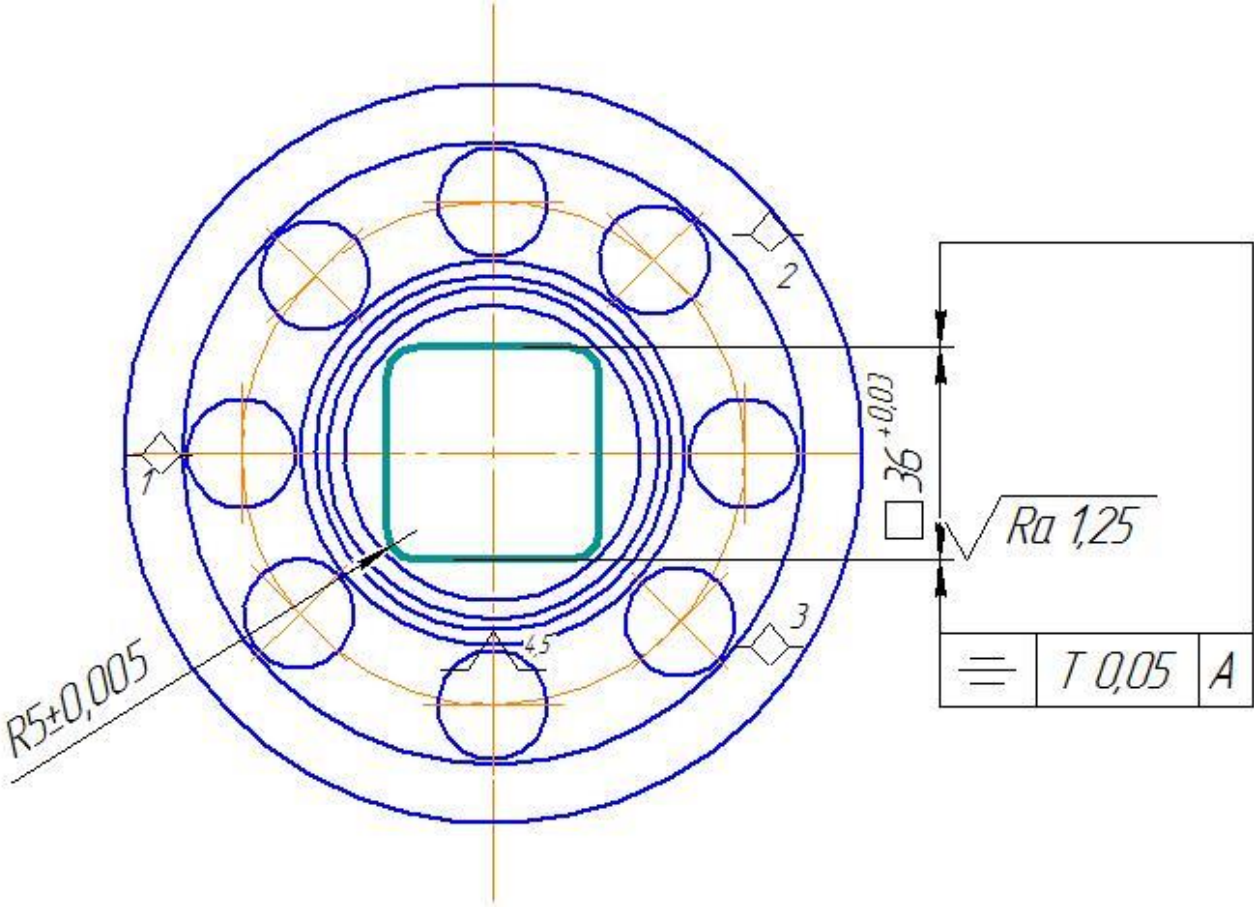
Разраб.	Раскидко М.А.				ИШНПТ.1056.00.00.00.000		
Провер.	Должиков В.П.						
Н.контр.					Вал-шестерня		035



Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			

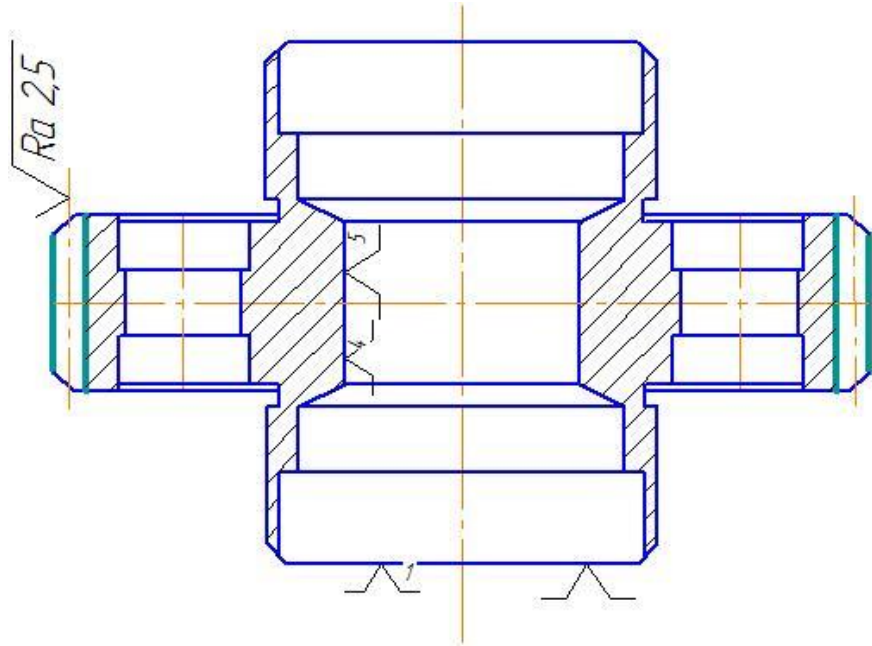
21

Разраб.	Раскидко М.А.					ИШНПТ.1056.00.00.00.000		
Провер.	Должиков В.П.							
Н.контр.						Вал-шестерня		045



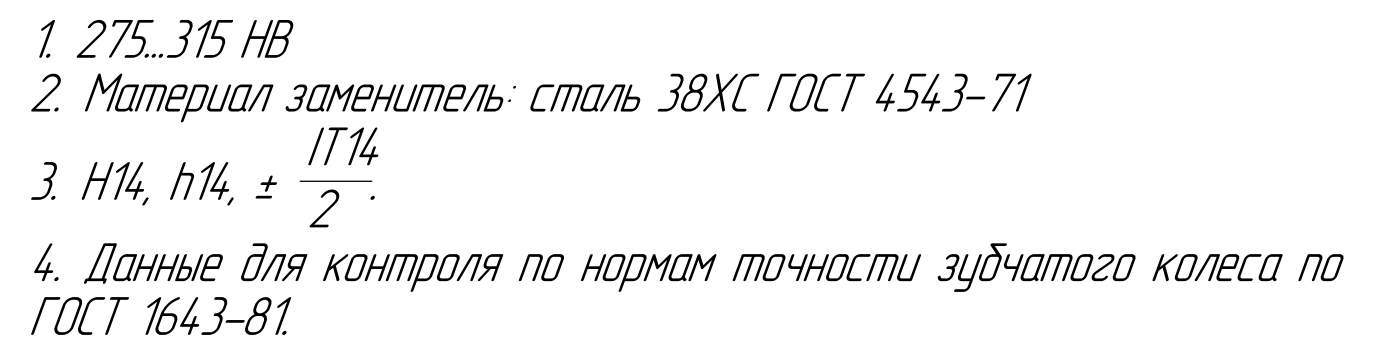
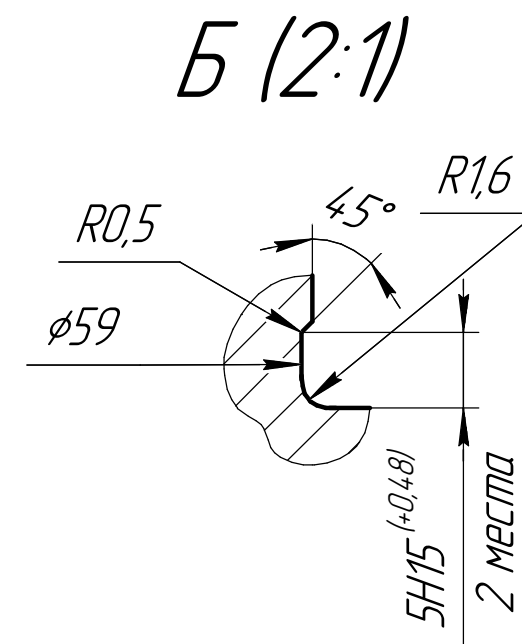
КЭ	Карта эскизов	
----	---------------	--

Дубл.										
Взам.										
Подп.										
										31
Разраб.	Раскидко М.А.				ИШНПТ.1056.00.00.00.000					
Провер.	Должиков В.П.									
Н.контр.					Вал-шестерня					075



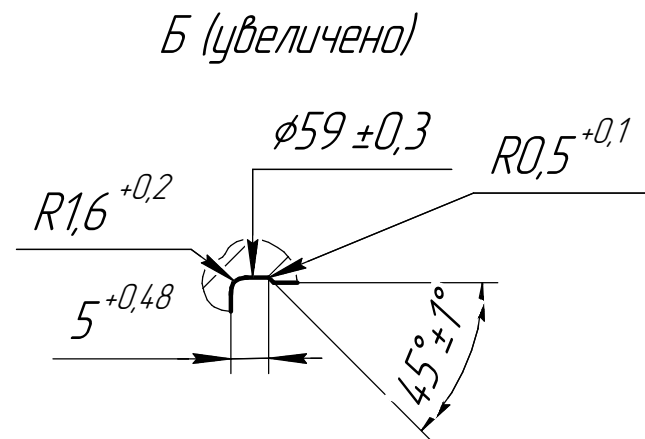
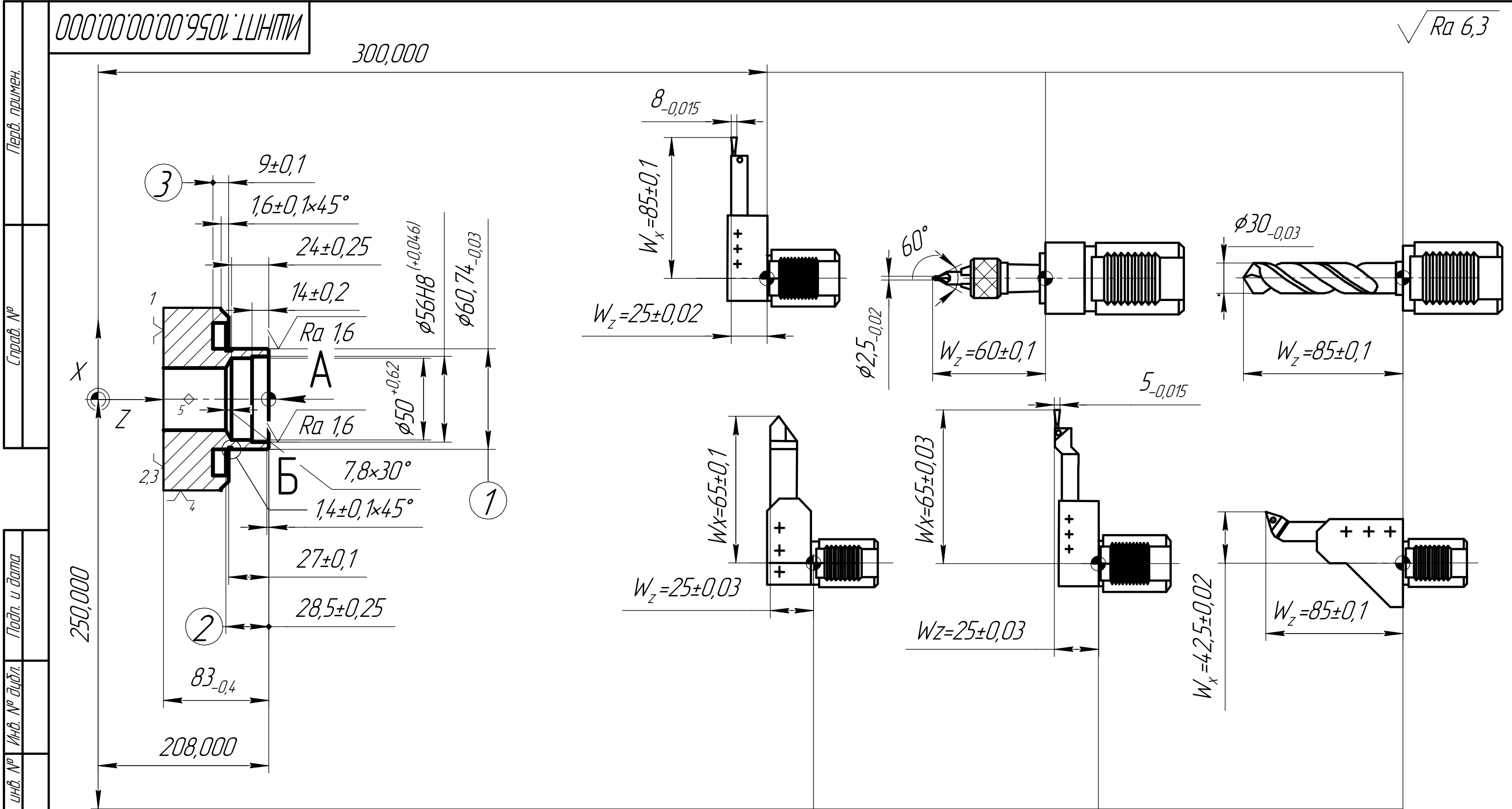
Модуль	<i>m</i>	3
Число зубьев	<i>Z</i>	40
Нормальный исходный контур	–	ГОСТ 13755–2015
коэф. смещения	<i>x</i>	0
Степень точности по ГОСТ 1643–81	–	8–9с
Общая длина	<i>w</i>	43
Делительный диаметр	<i>d</i>	120

[illegible]



Модуль	m	5
Число зубьев	Z	21
Нормальный исходный контур	—	ГОСТ 13755-81
Коэффициент смещения	x	0
Степень точности по ГОСТ 1643-81	—	8-Вс
Общая длина нормали	W	$43.179_{-0.26}^{-0.14}$
Делительный диаметр	d	105

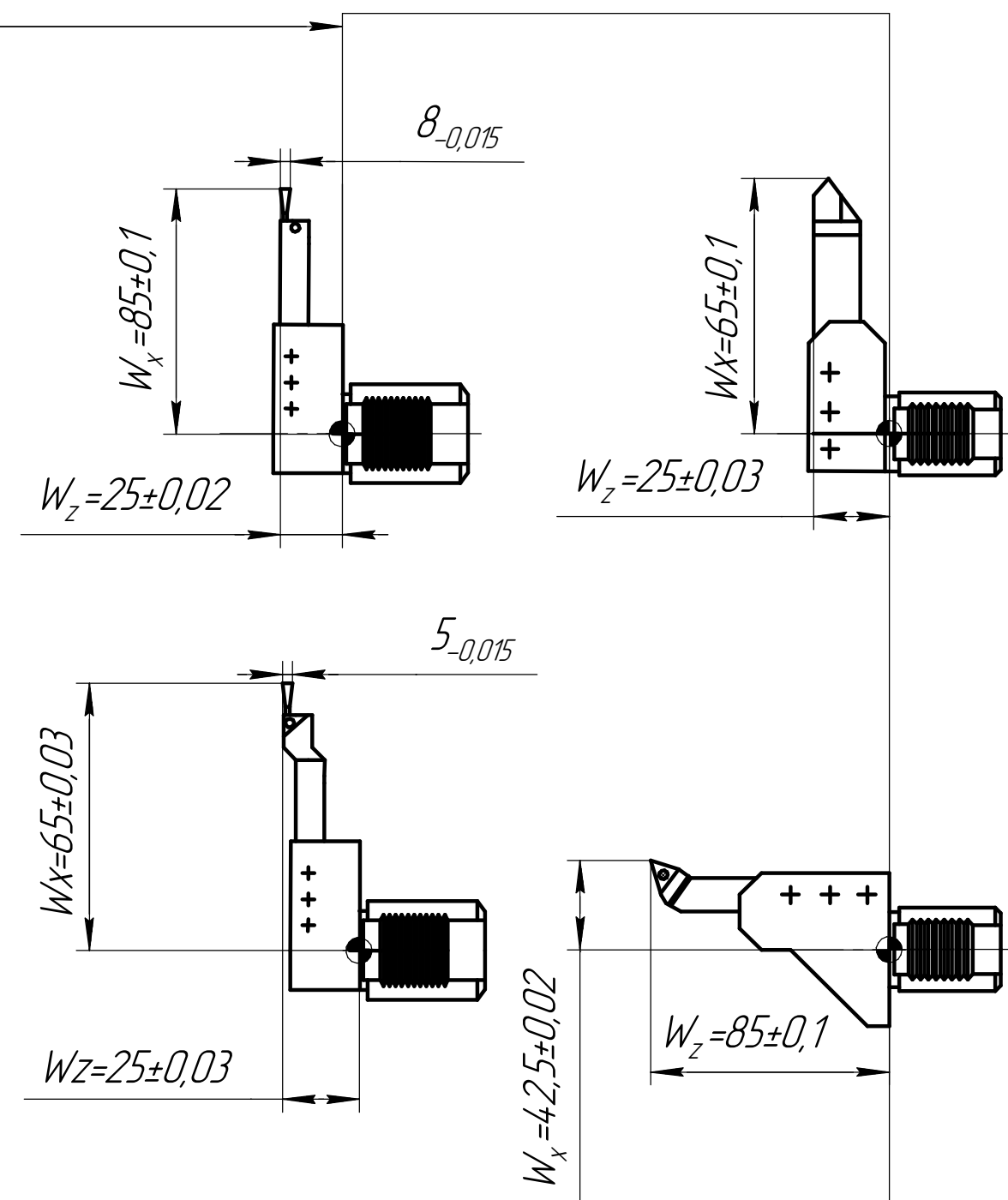
[illegible]



- ⊙ - Нуль станка
- ⊕ - Нуль детали
- ⊗ - Нуль инструмента

					ИШНПТ.1056.00.00.00.000				
					Карта наладки	Лит.	Масса	Масштаб	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		у		1:1	
Разраб.		Раскидка М.А.							
Пров.		Должиков В.П							
Т.контр.									
						Лист	Листов	1	
Н.контр.						ТПУ ИШНПТ			
Утв.						Группа 4А51			

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

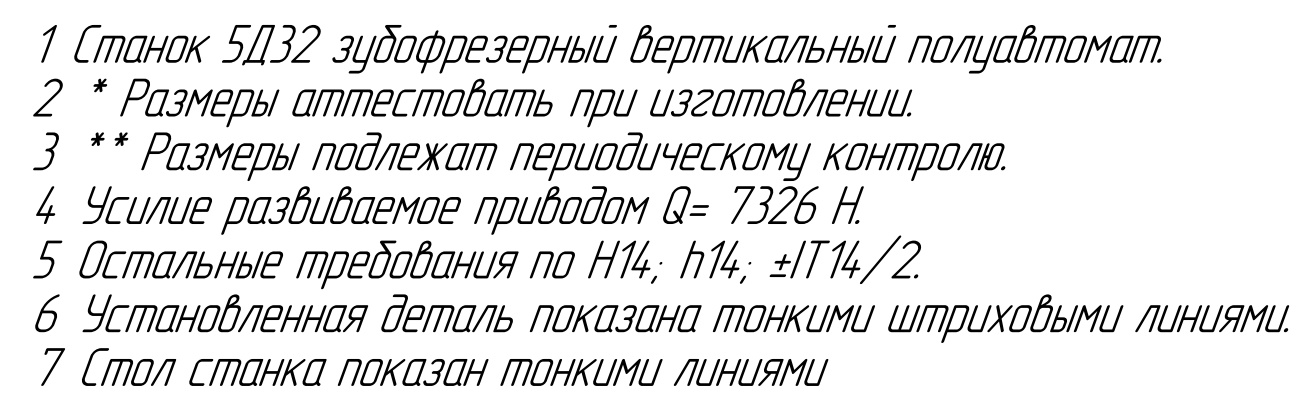
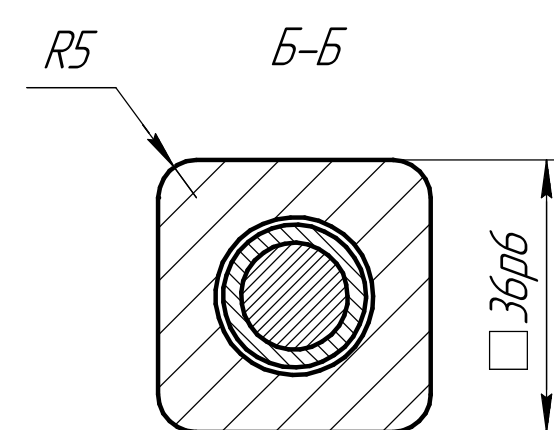


Technical drawing of a mechanical part with dimensions: $R1,6^{+0,2}$, $5^{+0,48}$, $45^\circ \pm 1^\circ$, $R0,5^{+0,1}$, and $\varnothing 59 \pm 0,3$.

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

					ИШНПТ.1056.00.00.00.000				
					Карта наладки	Лит.	Масса	Масштаб	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		У		1:1	
Разраб.	Раскидо М.А.								
Пров.	Должиков В.П								
Т.контр.						Лист	Листов	1	
						ТПУ ИШНПТ Группа 4А41			
Н.контр.									
Утв.									

Формат А3



Приспособление предназначено для выполнения зубофрезерной операции на фрезерном станке модели 5Д32, операция маршрутного технологического процесса 050.

Формат А1

