

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы

Проектирование технологического процесса изготовления детали «Вал»

УДК 621.824.002:658.512

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А51	Штелле Игорь Валерьевич		

Руководитель ВКР

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

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Результаты обучения

Код результата	Результат обучения
Общекультурные компетенции	
Р2	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.
Р4	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.
Р7	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
Р8	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	
Р9	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
Р10	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.
Р11	Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных и строительно-монтажных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий,

	катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении и строительстве, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.
--	--

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

Школа ИШНПТ

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 Машиностроение

Отделение школы (НОЦ) Материаловедение

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
4А51	Штелле Игорь Валерьевич

Тема работы:

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Чертеж детали «Вал» Тип производства : мелкосерийное
--------------------------	---

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Технологическая подготовка производства. Проектирование альтернативного процесса изготовления заданной детали на современных станках с ЧПУ. Разработка принципиальной схемы автоматизированного оборудования. Конструирование специального приспособления.
Перечень графического материала	Чертеж изделия. Технологические карты. Карта наладки. Чертеж приспособления.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Технологическая часть	Ефременков Е.А.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Скаковская Н.В.
Социальная ответственность	Скачкова Л.А.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	10.12.2018
---	------------

Задание выдал руководитель :

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ефременков Е.А.	к.т.н.		10.12.2018

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А51	Штелле Игорь Валерьевич		10.12.2018

Реферат

Выпускная квалификационная работа по теме «Технологическая подготовка производства изготовления детали «Вал» на металлорежущих станках» содержит 86 страниц текстового документа, 31 таблицу, 13 рисунков, 17 использованных источников, 5 приложений.

Ключевые слова: технологическая подготовка, технологический процесс, вал, инструмент, станок, ЧПУ, режимы резания.

Объект исследования выпускной квалификационной работы: Деталь типа «Вал»

Цель выпускной квалификационной работы:

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

В процессе исследования был проведен анализ технологичности конструкции детали, конструкторский анализ детали, разработан технологический процесс, выбрано оборудование для производства детали, составлена управляющая программа для станка с ЧПУ и карта наладки к нему, рассчитаны режимы резания и нормы времени для производства детали, сконструировано специальное приспособление и разработан гибкий производственный модуль для токарного станка с ЧПУ.

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

Оглавление

Введение	9
Глава 1.....	10
1.1 Технологическая подготовка производства детали	10
1.2 Этапы технологической подготовки детали “Вал“	11
Глава 2. Проектирование технологического процесса изготовления детали	13
2.1. Анализ технологичности конструкции детали.....	13
2.2. Обеспечение эксплуатационных свойств детали.....	14
2.3. Способ получения заготовки	15
2.4. Проектирование технологического маршрута.....	17
2.5. Расчет минимальных припусков на механическую обработку	20
2.6 Проектирование технологических операций.....	25
2.6.1 Выбор средств технологического оснащения	26
2.6.2 Выбор и расчет режимов резания	30
2.6.3 Уточнение содержания переходов.....	37
2.6.4 Нормирование технологических переходов.....	38
2.7 Разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ	41
2.8 Размерный анализ технологического процесса.....	42
2.9 Техничко-экономические показатели технологического процесса	43
2.10. Проектирование средств технологического оснащения.....	45
2.11. Проектирование гибкой производственной системы (модуля)	46
Глава 3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	51
3.1 Оценка коммерческого потенциала	52
3.2 Анализ конкурентных технических решений	53
3.3 Технология QuaD	54
3.4 SWOT-анализ	56
3.5 Определение возможных альтернатив	58
3.6 Планирование научно-исследовательских работ	59
3.6.1 Структура работ	59
3.6.2 Определение трудоёмкости выполнения работ	60
3.7 Разработка графика проведения научного исследования.....	61
3.8 Бюджет научно-технического исследования	64
3.8.1 Расчет материальных затрат НТИ	64
3.8.2 Расчет затрат на специальное оборудование для НТИ.....	64
3.8.3 Основная заработная плата исполнителей	65
3.8.5 Формирование бюджета.....	65
3.9 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	66
Глава 4. Социальная ответственность.....	69

4.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	69
4.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства	69
4.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	70
4.2 Производственная безопасность	70
4.2.1 Превышение уровней шума	72
4.2.2 Отклонение параметров микроклимата	72
4.2.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны	73
4.2.4 Электрический ток	74
4.2.5 Термическая опасность	75
4.2.6 Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования	75
4.3 Экологическая безопасность	76
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	77
4.4.1 Обоснование мероприятий по предотвращению пожара и разработка порядка действия в случае его возникновения	77
Заключение	79
Список литературы	80
Приложение А	82
Приложение Б	83
Приложение В	84
Приложение Г	85

Введение

Одна из крупнейших отраслей промышленности машиностроение, задача которой состоит в улучшении качества создаваемых машин, приборов и различного типа оборудования, повышении их технологического уровня, производительности, безопасности и надежности в использовании в быту.

Важнейшая роль в выполнении выше перечисленных задач играет совершенствование технологии, технологического оборудования, а также автоматизация и механизация производственных процессов, которые позволят сэкономить труд, что приводит к повышению качества продукции в промышленности и в экономической части. Правильное применение прогрессивного оборудования и инструмента может привести к снижению себестоимости изделия, а также и трудоемкости ее производства. К примеру, такие результаты возможно получить, применяя заготовку с минимальными припусками для механической обработки с использованием совершенных методов. Существуют нередкие случаи, когда есть смысл целесообразно уменьшить технологичность изделия для увеличения качества продукции, что приведет за собой повышение конкурентоспособности продукции и компенсацию дополнительных затрат. Однако не стоит забывать, что стремление к технологичности не должно привести к ухудшению конструктивно заданных свойств изделия [1].

В данном курсовом проекте будут рассматриваться вопросы технологической подготовки производства (ТПП) детали типа «Вал» ТПП включает в себя анализ конструкции детали, выбор способа получения заготовки, расчет припусков на обработку детали, проектирование технологического процесса, выбор и расчет технологического оснащения, выбор и расчет режимов резания, разработка управляющих программ для обработки на станках с ЧПУ.

Глава 1.

1.1 Технологическая подготовка производства детали

Технологическая подготовка производства – совокупность мероприятий, обеспечивающих технологическую готовность предприятия [2].

Главной целью ТПП является обеспечение высокой эффективности производства изделий. Также особое внимание уделяется требуемому качеству, соблюдению установленных сроков в соответствии с заданными технико-экономическими показателями, которые определяют технический уровень изделия и минимальные трудовые и материальные затраты.

Для достижения указанной цели применяют ряд основных функций ТПП, а именно:

- обеспечение технологичности конструкций изделий (ТКИ);
- разработка технологических процессов (ТП);
- выбор, проектирование и изготовление СТО;
- организация и управление процессом ТПП [2].

Выше представленные функции являются группой задач, которые объединены общей целью. Функции могут выполняться отдельно от остальных, но несмотря на это они находятся во взаимосвязи, которая структуру системы ТПП.

Исходными данными для проведения ТПП являются: полный комплект конструкторской документации на новое изделие; планируемый режим работы предприятия; планируемый коэффициент загрузки оборудования основного производства и ремонтная стратегия предприятия; максимальный годовой объем выпуска продукции при полном освоении производства с

учетом изготовления запасных частей и поставок по кооперации; предполагаемый срок выпуска изделий и объем выпуска по годам с учетом сезонности; планируемые кооперированные поставки предприятию деталей, узлов полуфабрикатов и предприятия-поставщики; планируемые поставки предприятию стандартных изделий и предприятия-поставщики; предполагаемые рыночные цены новых 10 товаров исходя из ценовой стратегии предприятия и его целей; принятая стратегия по отношению к риску; политика социологии труда предприятия [2].

Современное машиностроительное производство имеет ряд особенностей: широкая номенклатура выпускаемых изделий; повышение технического уровня и качества.

1.2 Этапы технологической подготовки детали “Вал”

Для технологической подготовки детали «Вал» необходимо выполнить следующие этапы: анализ технологичности детали; разработка технологического маршрута изготовления детали; выбор обрабатывающих станков, инструментов, технологической оснастки; транспортировка заготовок между рабочими местами; написание программы для токарного станка с ЧПУ; оформление всей необходимой технологической документации[3].

Вид заготовки – прокат сортовой стальной горячекатаный, так как наиболее дешевый. Все поверхности доступны для механической обработки. Чтобы увеличить производительность и сократить количество операций, надо на токарной операции с ЧПУ обработать всю деталь за один установ с помощью приспособления поводковый центр. Так как основная базовая поверхность – центровые отверстия, их необходимо обработать первыми. Деталь технологична, все базовые поверхности доступны и обеспечивают

приемлемую точность. Обработка детали «Колесо зубчатое» производится в последовательности операций: заготовительная, токарная, вертикально-сверлильная, токарная с ЧПУ, зубофрезерная, слесарная, контрольная, термическая, круглошлифовальная, фрезерная, слесарная, контрольная, промывочная, консервация. Для каждой операции необходимо подобрать соответствующий ей станок. Станок должен выдерживать необходимые режимы резания, обладать требуемой жесткостью системы СПИД (Станок – Приспособление – Инструмент – Деталь), обеспечивать полноценный доступ инструмента к детали. Для токарной операции необходим станок с числовым программным управлением (ЧПУ), так как получаемые поверхности сложной формы и требуют высокой точности обработки. Инструмент необходимо подобрать из условий соблюдения необходимых размеров, с определенной точностью допусков, а также работоспособности при определенных условиях[4]. Так как деталь небольшой массы, и особых условий транспортировки нет, то заготовки между рабочими местами можно производить посредством ручной транспортировки, про помощи тележек. Так как токарный станок с ЧПУ, то необходимо написание управляющей программы в CAD-программах. Всю технологическую документацию необходимо оформить в соответствии с актуальными нормативными документами и стандартами.

Глава 2. Проектирование технологического процесса изготовления детали

2.1. Анализ технологичности конструкции детали

Основной задачей анализа технологичности конструкции детали является уменьшение трудоемкости и металлоемкости, возможность обработки детали высокопроизводительными методами.

Деталь – «Вал», изготавливается из материала марки «Сталь 40 ГОСТ 1050-88». Согласно нормативному документа химический состав данной стали содержит: 0,37-0,45 % углерода, 0,17-0,37% кремния, 0,5-0,8% марганца и порядка не более 0,25% хрома [5]

При рассмотрении чертежа (приложение Б) детали можно выявить некоторые особенности. Во-первых, на торце вала два отверстия. Во-вторых, на чертеже указана минимальная шероховатость Ra 0,63, которую можно получить при шлифовании. Присутствует наличие канавки и резьбы.

Анализируя деталь с точки зрения технологичности можно выделить положительные моменты:

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

К отрицательным относятся:

1. Очень большое количество ступеней на валу;
2. Наличие допусков цилиндричности, параллельности, симметричности;
3. Наличие резьбы;
4. Наличие размеров по 5-му качеству.

При обработке детали используется точение, сверление, шлифование и фрезерование. Форма у заготовки дает свободный доступ инструментов, масса и габариты не потребуют подъемных приспособлений, что приводит к повышению технологичности.

2.2. Обеспечение эксплуатационных свойств детали

Одним из основных и главных показателей качества является надежность машин, обуславливаясь эксплуатационными свойствами деталей и сборочных единиц. Говоря простым языком, надежность машин включает в себя коррозионную стойкость (работа в агрессивных средах), усталостную прочность (циклические нагрузки), износостойкость (сильные нагрузки на контактирующие поверхности), точность посадок (контактная жесткость соединений) и др.

Технологическое обеспечение эксплуатационных свойств деталей машин связано с обеспечением параметров состояния их поверхностного слоя. Существует реальная возможность технологического управления формированием системы параметров поверхностного слоя деталей машин при их изготовлении. Эта возможность может быть реализована назначением методов и режимов обработки деталей, исходя из требований к их эксплуатационным свойствам. Для достижения цели в повышении надежности машин (по типу повышения износостойкости и т.п.) применяются технологические процессы, способные упрочнить поверхностный слой, например, химикотермическая обработка или упрочняющая обработка (пластичное деформирование 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 [6]. Проверка

работоспособности конструкции детали выполняется с помощью CAD/CAE/PDM-системы.

Для данной детали были проведены расчеты на возникновение напряжений при ее эксплуатации. Моделирование и расчеты были выполнены в программе КОМПАС-3D v16 приложение (APM FEM)

Наименование	Тип	Минимальное значение	Максимальное значение
Эквивалентное напряжение по Мизесу	SVM [МПа]	0.000365	19.672612

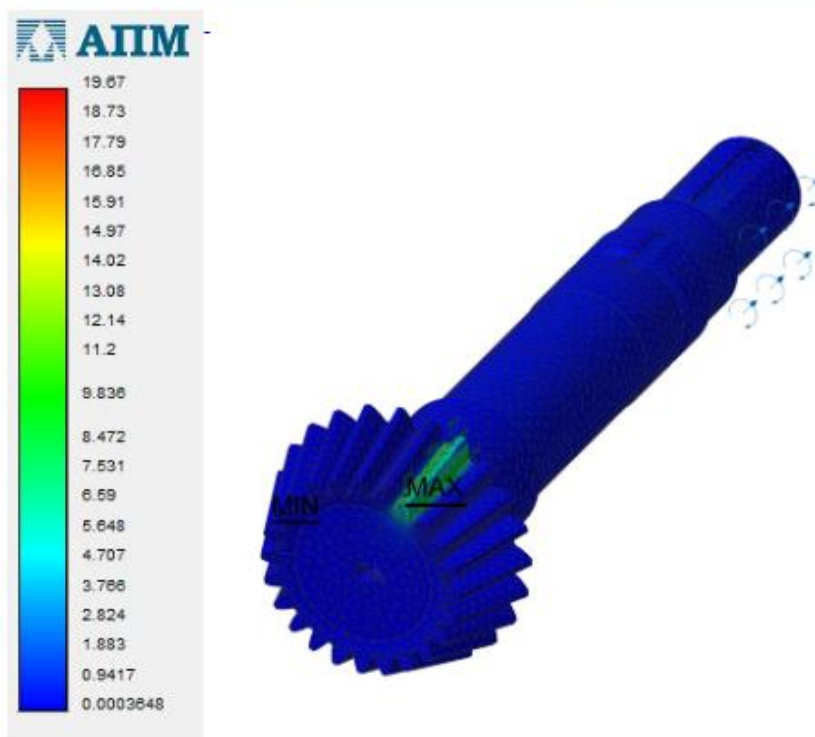


Рисунок 1 Напряженная модель детали

Согласно рисунку 1, самые большие напряжения возникают в зубчатом зацеплении, оставшиеся напряжения незначительны.

2.3. Способ получения заготовки

Первым этапом изготовления детали является получение заготовки из нужного материала. Заготовка по возможности должна максимально приближена к форме и размерам готовой детали. Это делается для уменьшения расхода материала, электроэнергии и времени изготовления. В зависимости от материала, назначения детали и требуемой точности изготовления заготовки

получают ковкой, литьем, штамповкой, прокаткой, высадкой, прокаткой, волочением и другими способами[7].

В данном случае целесообразно рассмотреть два способа получения заготовки:

1. Получение заготовки из прутка.
2. Получение заготовки из поковки.

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 V16

Для прутка имеем: $Q = 17,29$ кг, $q = 4,22$ кг, тогда

$$K = \frac{4,22}{17,29} = 0,244.$$

Для поковки: $Q = 8,43$ кг, $q = 4,22$ кг, тогда

$$K = \frac{4,22}{8,43} = 0,5.$$

Сравнивая коэффициенты, видно, что заготовка из поковки подойдет лучше для производства, чем прутки. Используя такую заготовку уменьшится время на механическую обработку. Но, во-первых, появляется необходимость в обдирке заготовки. Во-вторых, требуется изготовление форм и наличие необходимого оборудования. В-третьих, нам необходимо изготавливать 100 деталей в год. Поэтому целесообразно будет выбрать прутки для заготовки.

2.4. Проектирование технологического маршрута

Технологический маршрут определяет последовательность операций и состав технологического оборудования. От того, как построен технологический маршрут, во многом зависит качество детали и эффективность ее изготовления.

Разработка маршрута зависит от конструкции детали, материала, требований к ее качеству, вида заготовки и масштаба ее выпуска.

Для того, чтоб свести брак к минимуму, обработку начинают с тех поверхностей, на которых возможны дефекты. Далее идет самая классическая система: в начале идет обработка грубых поверхностей, потом проводят обработку более точных. Задачей проектирования технологического маршрута является составление общего плана обработки детали.

На первом этапе нужно получить технологические базы на обычном токарном станке, чтобы на последующих операциях можно было получить более точные поверхности, для этого необходимо обработать поверхности (рисунок 2): 1,2,5 и просверлить центровочные отверстия на данных поверхностях. Центровочные гнезда 3 и 4 послужат технологическими базами на следующей операции.

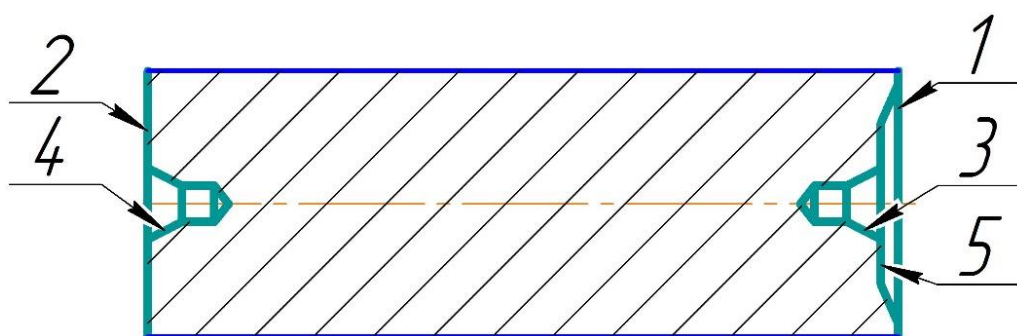


Рисунок 2-Получение технологических баз

На следующем этапе обработки заготовки будут получены отверстия (рисунок 3): 6.

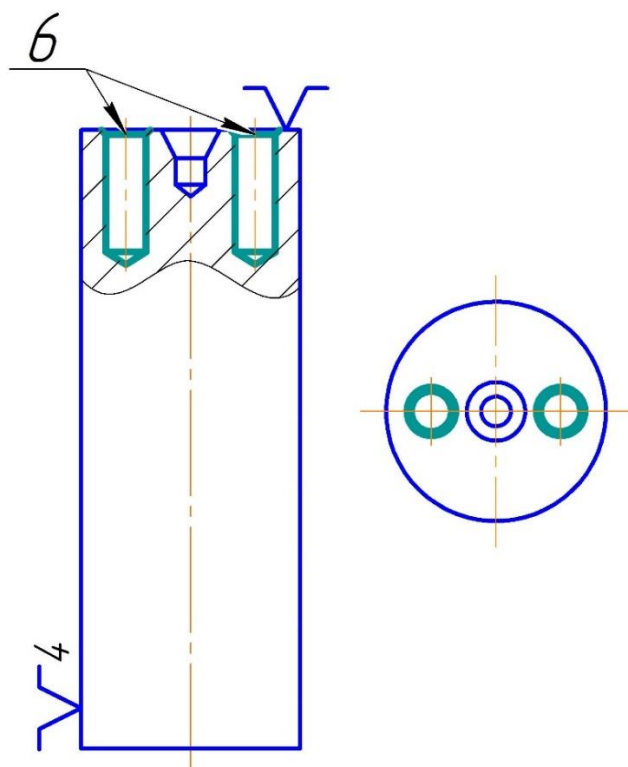


Рисунок 3-Получение отверстий

На третьем этапе обработки заготовки будут получены поверхности (рисунок 4): 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19 также получена проточка 15 и нарезана резьба 20. Так же должны быть выдержаны отклонения радиального биения и цилиндричности согласно эскиза. Все поверхности будут обработаны с шероховатостью Ra 6,3.

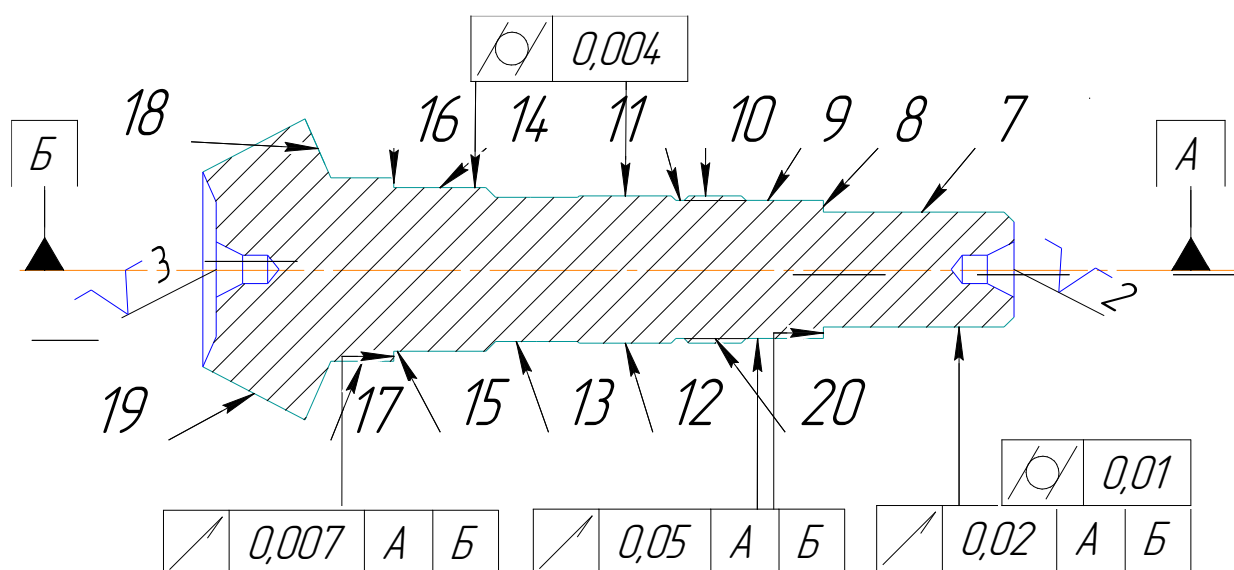


Рисунок 4-Получение внешних поверхностей

На четвертом этапе обработки заготовки будет получен профиль зубчатого колеса (рисунок 5): 21. Поверхность зубьев будет обработана с шероховатостью $Ra\ 2,5$.

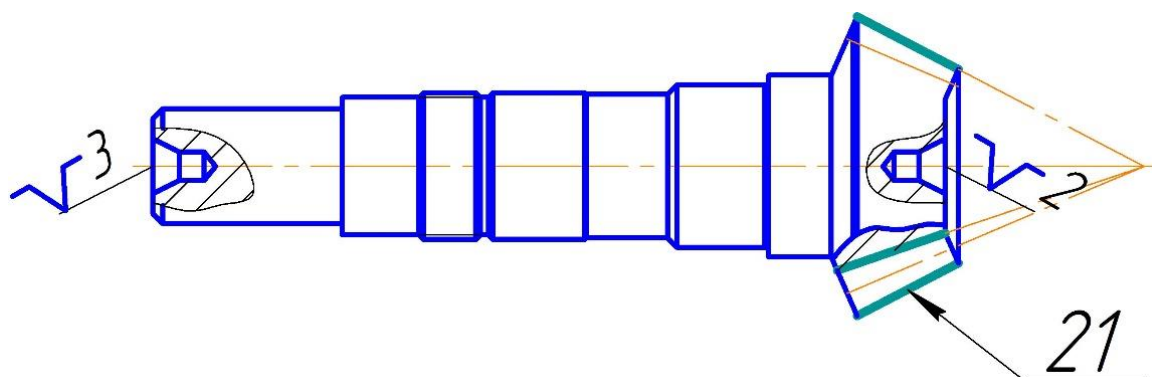


Рисунок 5-Получение профиля зубчатого колеса

На пятом этапе обработки будут уточнены поверхности (рисунок 6): 7, 8, 12, 14, 16. Поверхность 7 будет иметь шероховатость $Ra\ 2,5$, поверхность 8 $Rz\ 0,32$, поверхность 12 и 14 $Ra\ 0,63$, а поверхность 16 $Ra\ 1,25$.

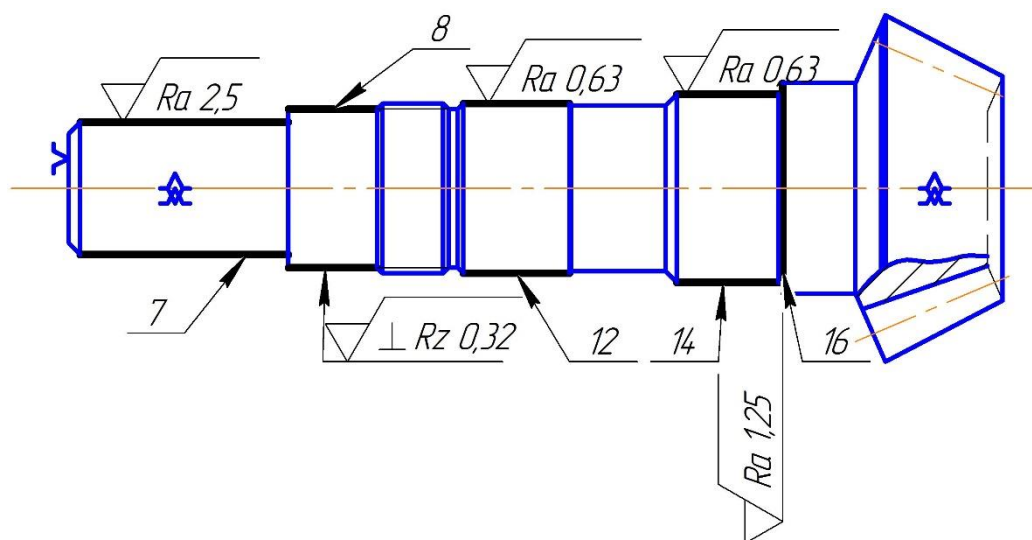


Рисунок 6-Уточнение поверхностей

На последней этапе обработки будут получены 2 шпоночных паз (рисунок 7): 22, 23. Шпоночный паз 22 выполнен с шероховатостью $Ra\ 5$ и выдержаны допуски параллельности и симметричности относительно баз А и Б. Паз 23 с шероховатостью $Ra\ 6,3$.

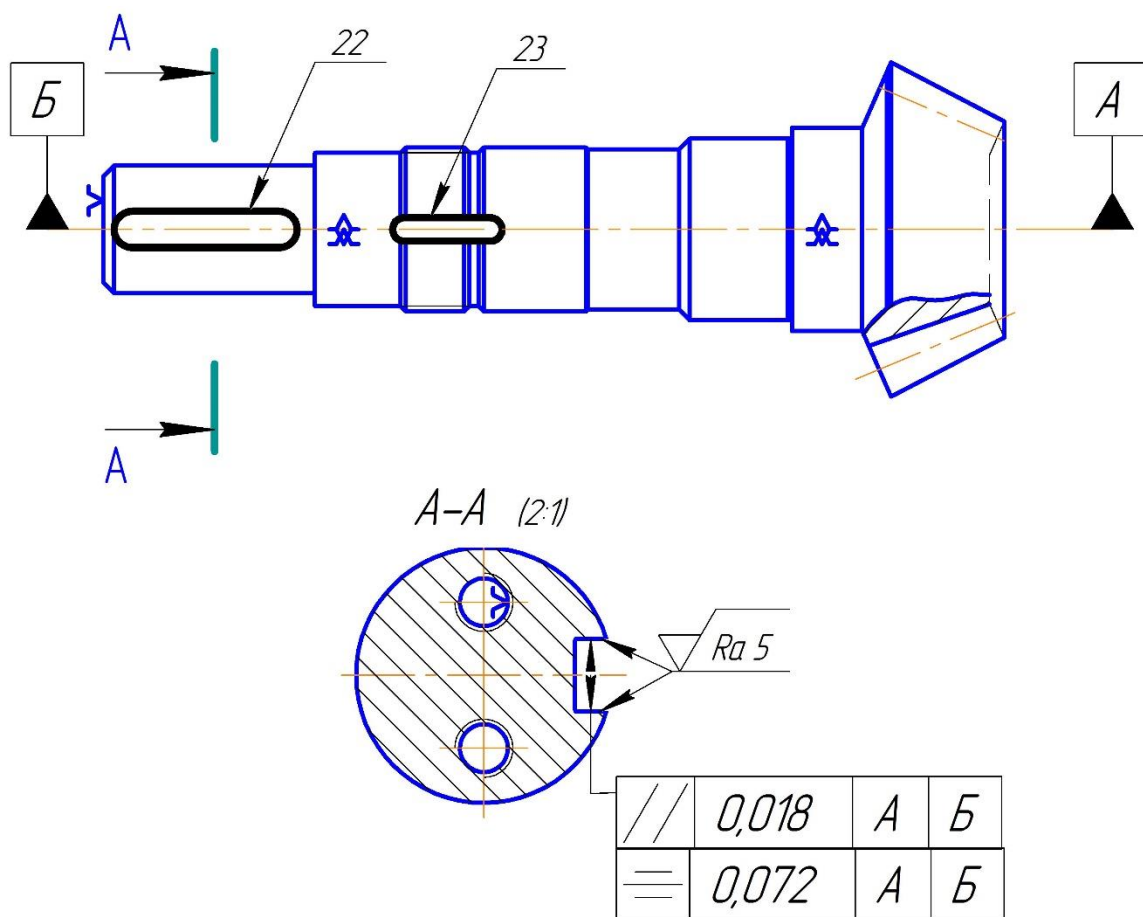


Рисунок 7-Получение шпоночных пазов

После механической обработки необходимо произвести слесарную обработку (притупить острые кромки, снять заусенцы) и осуществить контроль. После контрольной операции необходимо произвести промывочную и консервационную операции.

2.5. Расчет минимальных припусков на механическую обработку

Одной из основных задач, решаемых в процессе технологического проектирования, является обеспечение установленного качества деталей и машин при минимальных затратах ресурсов. В условиях высокой цены на материалы проблема уменьшения материалоемкости производства всегда актуальна. Уменьшение припусков на обработку является одним из путей, позволяющих снизить материалоемкость. Размер припуска для поверхности детали определяют расчетно-аналитическим методом или ориентировочно назначают по справочным таблицам (ГОСТам, РТМ и т. п.).

Так как вал ступенчатый и деталь изготавливается из проката расчет припусков и предельных размеров ведут по ступени (шейке) с наибольшей точностью в нашем случае $\varnothing 45^{+0,02}_{+0,009}$

Расчет минимального припуска на механическую обработку шейки вала $\varnothing 45^{+0,02}_{+0,009}$

Шероховатость поверхности детали $\sqrt{Ra\ 0,63}$, допуск на размер детали $\delta_{дет} = 0,011\text{мм}$.

Шероховатость поверхности заготовки $\sqrt{Ra\ 50}$, допуск на диаметр по 14-му качеству $\delta_{заг} = 1,4\text{ мм} = 1400\text{ мкм}$.

Для получения размера поверхности шейки вала с требуемой точностью необходимо в результате обработки обеспечить

получение уточнения $\varepsilon_{дет} = \frac{\delta_{заг}}{\delta_{дет}} = \frac{1400}{11} = 127,7$ шероховатости поверхности $\sqrt{Ra\ 0,63}$.

Основным методом обработки поверхностей валов, позволяющим получить требуемую точность и шероховатость поверхности является тонкое круглое шлифование. Но заготовки, поступающие на шлифование должны иметь диаметральный размер с допуском, меньшим $\delta_{заг}=1,4\text{ мм}$, и примерно соответствующим 9-му качеству (h9), т.е. с $\delta_{чист}=0,062\text{ мм}$, и с шероховатостью поверхности $\sqrt{Ra\ 1,6}$.

Круглое шлифование экономично может дать уточнение:

$$\varepsilon_{шлиф} = \frac{\delta_{чист}}{\delta_{дет}} = \frac{0,062}{0,011} = 5,63.$$

Сопоставляя эту величину с требуемой $\varepsilon_{дет} = 127,7$ видим, что осуществить переход от заготовки к готовой детали путем одного перехода не представляется возможным. Необходимо найти еще 1 или несколько методов обработки, которые бы обеспечили получение оставшейся величины уточнения: $\varepsilon_{ост} = \frac{\varepsilon_{дет}}{\varepsilon_{шлиф}} = \frac{127,7}{5,63} = 22,68$.

Оставшуюся величину уточнения можно получить при черновом точении. Для обработки заготовки выбираю черновое точение.

$$\varepsilon_{\text{черн.точ}} = \frac{\delta_{\text{заг}}}{\delta_{\text{черн.точ}}} = \frac{1,4}{0,25} = 5,6. \text{ Допуск на диаметральный размер после}$$

чернового точения определен по 12-му качеству (h12) $\delta_{\text{черн.точ}} = 0,25 \text{ мм}$.

Так как величины уточнения недостаточно то нужно добавить чистовое точение.

$$\varepsilon_{\text{получ}} = \varepsilon_{\text{черн.точ}} \cdot \varepsilon_{\text{шлиф}} = 5,6 \cdot 5,63 = 31,5, \text{ вместо требуемого}$$

$\varepsilon_{\text{дет}} = 127,7$ между черновым точением и круглым шлифованием введем еще обработку, которая даст уточнение $\varepsilon_{\text{чист}} = \frac{\varepsilon_{\text{дет}}}{\varepsilon_{\text{получ}}} = \frac{127,7}{31,5} = 4,05$.

Таким образом, для получения требуемой точности диаметр шейки вала заготовка должна пройти 2 операции:

- 1) Черновое точение $\varepsilon_{\text{черн.точ}} = \varepsilon_1 = 5,6$;
- 2) Чистовое точение $\varepsilon_{\text{чист.точ}} = \varepsilon_2 = 4,05$;
- 3) Круглое шлифование $\varepsilon_{\text{шлиф}} = \varepsilon_3 = 5,63$;

В результате обработки общее уточнение:

$$\varepsilon'_{\text{дет}} = \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \cdot \varepsilon_3 = 5,6 \cdot 4,05 \cdot 5,63 = 127,7.$$

Установив последовательность обработки, выбрав методы обработки, рассчитаем припуски и межпереходные размеры.

Расчет припусков на механическую обработку ведется с использованием таблицы (расчетной карты):

Таблица 1 – Припуски для операции 020 «Токарная с ЧПУ»
Расчетная карта вала Ø45 m5

Технологические переходы при обработке поверхности	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск Z_i^{min} , мкм	Расчетный размер, мм	Допуск δ , мкм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мкм	
	Rz	T	ρ	ε				d_{max}^{np}	d_{min}^{np}	$Z_{i max}^{np}$	$Z_{i min}^{np}$
Заготовка- h14	160	250	650	-	-	46,21 1	1400	47,7	46,3	-	-
Черновое точение – h12	50	100	39	-	2·189	46,02 2	250	46,2 8	46,03	1420	270
Чистовое точение – h9	10	30	26	-	2·66	45,89	62	45,9 62	45,9	318	130
Термообработка	-	-	20,2	-	-	-	-	-	-	-	-
Тонкое Круглое шлифование – m6	3,2	20	413	-	2·436,2	45,02	16	45,0 36	45,02	926	880
										2664	1280

Минимальный симметричный припуск при обработке поверхностей вращения находят по формуле $2Z_i^{min} = 2 \left(Rz_{(i-1)} + T_{(i-1)} + \sqrt{\rho_{(i-1)}^2 + \varepsilon_i^2} \right)$.

По справочнику [1] нахожу значения дефектного слоя T и шероховатости Rz для выбранных методов механической обработки:

- черновое точение – $Rz 50, T = 80$ мкм;
- чистовое точение – $Rz 10, T = 30$ мкм;
- круглое шлифование – $Rz 3,2, T=7$ мкм.

Погрешность установки ε_i в радиальном направлении равна 0, так как обработка ведется в центрах.

$$\text{Суммарное пространственное отклонение: } \rho_3 = \sqrt{\rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{ц}}^2}$$

$\rho_{\text{кор}}$ – пространственное отклонение, выражающееся в короблении детали. $\rho_{\text{кор}} = \Delta_k \cdot l = 0,0015 \cdot 104 = 0,156$ мм. (Δ_k – удельная кривизна заготовки на 1 мм длины, l – длина участка вала от обрабатываемой шейки до ближайшего торца).

$\rho_{\text{ц}}$ – пространственное отклонение, выражающееся в погрешности зацентровки. $\rho_{\text{ц}} = \sqrt{\delta_3^2/4 + 0,25^2} = \sqrt{0,62^2/4 + 0,25^2} = 0,398$ мм.

Находим суммарное отклонение:

$$\rho_3 = \sqrt{\rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{ц}}^2} = \sqrt{0,156^2 + 0,398^2} = 0,650 \text{ мм.}$$

Остаточное пространственное отклонение после каждого перехода можно определить по формулам:

- после чернового точения: $\rho = 0,06\rho_3 = 39$ мкм;
- после чистового точения: $\rho = 0,04\rho_3 = 26$ мкм;
- после круглого шлифования: $\rho = 0,02\rho_3 + 400 = 413$ мкм

Графу “расчетный размер” заполняем, начиная с конечного (чертежного) размера путем последовательного прибавления расчетного минимального припуска каждого технологического перехода:

Наименьший предельный размер определяем округлением расчётных размеров в сторону увеличения их значений.

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

Максимальные предельные значения припусков $Z_{i \max}^{\text{пр}}$ равны разности наибольших предельных размеров, а минимальные значения припусков

$Z_{i\min}^{\text{пр}}$ соответственно разности наименьших предельных размеров предшествующего и выполняемого переходов.

Затем нужно произвести проверку: $1400-16=2664-1280$; $1384=1384$ – равенство верно, значит расчет выполнен правильно.

Расчет минимальных припусков на обработку торцов 307h12

Таблица 2 – Припуски для операции 010 «Токарная»

Расчетная карта торцов 307h12

Технологические переходы при обработке поверхности	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $Z_i^{\text{пр}}$, мкм	Расчетный размер, мм	Допуск δ , мкм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мкм	
	$Rz_{(i-1)}$	$T_{(i-1)}$	$\rho_{(i-1)}$	ε_i				$l_{\text{пр}}^{\text{max}}$	$l_{\text{пр}}^{\text{min}}$	$Z_{i\text{max}}^{\text{пр}}$	$Z_{i\text{min}}^{\text{пр}}$
Отрезка заготовки от длинного прутка	160	150	250	200	-	307,74	3000	310,8	307,8	-	-
Подрезка правого торца h14	50	60	50	250	2·410	306,92	1300	308,3	307	2500	800
Подрезка левого торца h12	40	60	50	60	2·220	306,48	520	307,02	306,5	1280	500
										3780	1300

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

Затем нужно произвести проверку: $3780-1300=3000-520$; $2480=2480$ равенство верно, значит расчет выполнен правильно.

2.6 Проектирование технологических операций

Проектирование технологических операций представлено в приложении А.

2.6.1 Выбор средств технологического оснащения

Таблица 3 – Средства технологического оснащения

Операция	Оборудование	Инструмент	Приспособление
005 Заготовительная	Круглопильный отрезной станок 8Г663	Пила 3420-0365 ГОСТ 9769-79; Линейка-400 ГОСТ 427-75.	Призмы 7033-0031 ГОСТ 12195-66
010 Токарная Установ А	Токарный станок 16К20	Резец проходной отогнутый с пластиной из твердого сплава Т15К6 2102-1102 ГОСТ 18877-73; Центровочное сверло 2317-0006 ГОСТ 14952-75 Р6М5.	Патрон 3-х кулачковый 7100-0015 ГОСТ 2675- 80; Патрон сверлильный 13- В16 ГОСТ 8522-79.
010 Токарная Установ Б	Токарный станок 16К20	Резец проходной отогнутый с пластиной из твердого сплава Т15К6 2102-1102 ГОСТ 18877-73; Центровочное сверло 2317-0006 ГОСТ 14952-75 Р6М5.	Патрон 3-х кулачковый 7100-0015 ГОСТ 2675- 80; Патрон сверлильный 13- В16 ГОСТ 8522-79.
015 Вертикально- сверлильная	Вертикально- сверлильный станок 2С132	Сверло спиральное с коническим хвостовиком 2317- 0006 ГОСТ 10903-77.	Приспособление

020 Токарная с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ TC16A20Ф3	Державка для точения SCLCL 2525M 09HP (2шт); Пластина: CCMT 09 T3 08-PM 4335 (1шт); CCMT 09 T3 04-MM 2220 (1шт); Державка для точения канавок LF123U06-2525BM (1шт); Пластина: N123T3-0100-RS 1125 (1шт);	Зубчатый поводковый центр, StebCentre, D22 мм, KM2; Центр вращающийся 7032-4158-01; Резцедержатель: EWS_137230 ; Втулка переходная KM4/KM3 с лапкой; Втулка переходная KM6/KM2 с лапкой.
025 Зубофрезерная	Зубофрезерный станок 5K32	Фреза дисковая модульная Ø69 ГОСТ 10996-64 P6M5 (1шт)	Оправка 6222-0047 ГОСТ 13785-68; Зубчатый поводковый центр, StebCentre, D22 мм, KM2; Центр вращающийся 7032-4158-01; Втулка переходная KM4/KM3 с лапкой; Втулка переходная KM6/KM2 с лапкой
030 Слесарная	Верстак слесарный .	Надфиль плоск.остр. 2826-0048 ГОСТ 1513-77; Метчик 2620-1213 ГОСТ 3266-81.	Тиски 7827-0281 ГОСТ 4045-75; Раздвижной вороток 6910-0067 ГОСТ 22401-83.
040 Термическая	Электропечь УИТП-50М; Установка Индукционного Нагрева ИМ 50-8-50/WD1-1.		

045 Кругло-шлифовальная	Кругло-шлифовальный станок BUA 25B Practic.	Шлифовальный круг ПП 500х50х203 КНБ-V 1A1	Зубчатый поводковый центр, StebCentre, D22 мм, КМ2; Центр вращающийся 7032-4158-01; Втулка переходная КМ3/КМ2 с лапкой. Оправка для шлифовального круга Ø203 ГОСТ 2270-78.
050 Фрезерная	Фрезерный станок 692Д	Фреза шпоночная Ø10 2234-0365 ГОСТ 9140-70 P6M5; Фреза шпоночная Ø7 2234-0357 ГОСТ 9140-70 P6M5.	
055 Слесарная	Верстак Слесарный.	Надфиль плоск.остр. 2826-0048 ГОСТ 1513-77.	Тиски 7827-0281 ГОСТ 4045-75
065 Промывочная	Ванна ВП 9.7.7/0,9.	Раствор по ТТП 01279-00002.	
070 Консервация	Стол упаковочный.	Технический вазелин, парафинированная бумага.	

Таблица 4 – Средства контроля точности изготовления детали

Операция	Способ контроля	Измерительный прибор
005 Заготовительная	Инструментальный, визуальный.	Линейка – 400 ГОСТ 427-75.
010 Токарная	Инструментальный, визуальный.	Штангенциркуль ШЦ-II-400-0,05 ГОСТ 166-89;

		Глубиномер ГМ 25-2 ГОСТ 7470-92; Образец шероховатости 6,3 Т ГОСТ 9378-93; Угломер типа 2-2 ГОСТ 5378-88.
015 Вертикально-сверлильная	Инструментальный, визуальный.	Штангенциркуль ШЦ-I-0-125-0,1 ГОСТ 166-89.
020 Токарная с ЧПУ	Инструментальный, визуальный.	Набор радиусных шаблонов ГОСТ 4126; Микрометр МК Ц50-1 ГОСТ 6507-90; Микрометр МК Ц100-1 ГОСТ 6507-90; Угломер типа 1-2 ГОСТ 5378-88; Образец шероховатости 3,2 Т ГОСТ 9378-93; Штангенциркуль ШЦ-II-150-0,05 ГОСТ 166-89;
025 Зубофрезерная	Инструментальный, визуальный.	Штангенциркуль ШЦ-II-125-0,05 ГОСТ 166-89; Образец шероховатости 2,5 ГОСТ 9378-93. Прибор для измерения конических шестерен ZS1 ГОСТ 9776-82
035 Контрольная	Инструментальный, визуальный.	Штангенциркуль ШЦ-II-125-0,05 ГОСТ 166-89; Калибр-пробка резьбовая ПР-НЕ М8х1-7Н: ГОСТ 17758-72
045 Кругло шлифовальная	Инструментальный, визуальный.	Головка измерительная ИИГ ГОСТ 18833-73; Стойка С-III ГОСТ 10197-70; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75.

		Микрометр МК Ц50-1 ГОСТ 6507-90; Штангенциркуль ШЦ-II-150-0,05 ГОСТ 166-89.
050 Фрезерная	Инструментальный, визуальный.	Набор радиусных шаблонов ГОСТ 4126; Глубиномер ГМ 25-2 ГОСТ 7470-92; Штангенциркуль ШЦ-II-125-0,05 ГОСТ 166-89; Образец шероховатости 6,3 Т ГОСТ 9378-93; Образец шероховатости 5 Т ГОСТ 9378-93.
055 Контрольная	Инструментальный, визуальный.	Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75; Штангенциркуль ШЦ-II-125-0,05 ГОСТ 166-89; Микрометр МК Ц100-1 ГОСТ 6507-90.

2.6.2 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.

Произведем выбор и расчет оптимальных режимов обработки для трех разных операций – наружного точения, фрезерования и сверления [6].

Расчет режимов резания для токарной операции 010 .

Подрезка торца

- 1) Задаем подачу: $s = 0,2 \text{ мм/об.}$
- 2) Задаем глубину резания: $t = 1 \text{ мм.}$
- 3) Рассчитываем скорость резания:

$$V = \frac{Cv}{T^m t^x s^y} \cdot Kv = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,2^{0,35} \cdot 1^{0,15}} \cdot 0,72 = 195 \text{ м/мин.}$$

Где $Cv = 350, m = 0,2, x = 0,35, y = 0,15$ – коэффициент и показатели степени при обработке резцами с твердым сплавом GC4025 ;

$T = 60$ мин. – значение стойкости при одноинструментальной обработке.

$K_v = K_{mv}K_{nv}K_{iv} = 0,72$ – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки $K_{mv} = 0,8$, состояние поверхности $K_{nv} = 0,9$, материала инструмента $K_{iv} = 1$.

4) Рассчитываем силу резания:

$$P = 10C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 195^{-0,15} \cdot 0,66 = 268,5 \text{ Н.}$$

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

$K_p = K_{mp}K_{fp}K_{yp}K_{lp}K_{rp} = 0,66$ – коэффициент, учитывающий фактические условия резания.

Расчет центровочных отверстий

Задаем глубину резания: $t = 1,575$ мм.

Задаем подачу: $s = 0,2$ мм/об.

Рассчитываем скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{9,8 \cdot 3,15^{0,4}}{20^{0,2} \cdot 0,2^{0,5}} \cdot 0,73 = 14,3 \text{ м/мин.}$$

Где $C_v = 9,8$, $m = 0,2$, $y = 0,5$ – коэффициент и показатели степени при обработке сверлами из GC1220;

$T = 20$ мин. – значение стойкости при одноинструментальной обработке.

$K_v = K_{mv}K_{nv}K_{iv} = 0,73$ – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки $K_{mv} = 0,82$, состояние поверхности $K_{nv} = 0,9$, материала инструмента $K_{iv} = 1$.

5) Вычисляем мощность резания:

$$N = \frac{P \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{268,5 \cdot 195}{1020 \cdot 60} = 0,85 \text{ кВт.}$$

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,85}{0,85} = 1 \text{ кВт.}$$

Выбираем токарный станок 16К20

$N_{\text{ст}} = 10$ кВт – номинальная мощность токарного станка 16К20

Инструмент: проходной отогнутый с СМП из твердого сплава GC4025 (Т15К6) с углом наклона головки резца 45° . Радиус при вершине 0,4 мм.

Центровочное сверло Ø3,15 2317-0006 ГОСТ 14952-75

Расчет режимов резания для сверлильной операции 015

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

2) Рассчитываем скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{7 \cdot 6,8^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,2^{0,7}} \cdot 0,9 = 21,98 \text{ м/мин.}$$

Где $C_v = 7, m = 0,2, y = 0,7, q = 0,4$ – коэффициент и показатели степени при обработке сверлами из GC1220;

$T = 25$ мин. – значение стойкости при одноинструментальной обработке.

$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{iv} = 0,9$ – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки $K_{mv} = 0,9$, состояние поверхности $K_{nv} = 1$, материала инструмента $K_{iv} = 1$.

3) Рассчитываем частоту вращения станка:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 21,98}{3,14 \cdot 6,8} = 1029 \frac{\text{об}}{\text{мин.}}$$

$n_{\text{ст}} = 1000 \text{ об/мин.}$

4) Рассчитываем крутящий момент и осевую силу:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,034 \cdot 6,8^{0,4} \cdot 0,2^{0,7} \cdot 0,85 = 0,2 \text{ Нм.}$$

$C_m = 0,034$ – коэффициент учитывающий условия резанья.

$K_p = 0,85$ – коэффициент качества влияния обрабатываемого материала.

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p = 10 \cdot 68 \cdot 6,8^{0,4} \cdot 0,2^{0,7} \cdot 0,85 = 403,3 \text{ Н.}$$

$C_p = 68$ – коэффициент учитывающий условия резанья.

5) Рассчитываем мощность резанья:

$$N_{\text{э}} = \frac{M_{кр} \cdot n_{\text{ст}}}{9750} = \frac{0,2 \cdot 1000}{9750} = 0,2 \text{ кВт.}$$
$$N_{\text{п}} = \frac{N_{\text{э}}}{\eta} = \frac{0,2}{0,85} = 0,23 \text{ кВт.}$$

Выбираем вертикально-сверлильный станок 2С132

$N_{\text{ст}} = 4 \text{ кВт}$ – номинальная мощность

Инструмент: сверло Ø6,8 2317-0006 ГОСТ 14952-75.

Расчет режимов резания для круглошлифовальной операции 045 .

1) Назначаем режимы резания:

$$V_{\text{Круга}} = \frac{100 \text{ м}}{\text{с}}, V_{\text{заготовки}} = \frac{50 \text{ м}}{\text{мин}}, t = 0,015, S_{\text{прод}} = \frac{0,06 \text{ мм}}{\text{об}},$$

$B = 50 \text{ мм.}$

Где t – глубина резания;

B – ширина шлифовального круга.

2) Мощность резания:

$$N = C_N \cdot v^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q = 1,3 \cdot 50^{0,75} \cdot 0,015^{0,85} \cdot 0,06^{0,7} \cdot 50 = 4,8 \text{ кВт.}$$

Где $C_N = 1,3, r = 0,75, y = 0,7, x = 0,85$ – коэффициент и показатели степени при шлифовании ;

$N_{\text{ст}} = 5,5 \text{ кВт}$ – номинальная мощность круглошлифовального станка BUA 25B Practic.

Инструмент: шлифовальный круг ПП 500х50х203 КНБ-V 1A1

Аналогичным методом проводим расчет режимов резания для остальных операций и занесем результаты в таблицу 5.

Таблица 5 – Режимы резания

Операция	Инструмент	Глубина t, мм	Подача S, мм/об	Скорост ь резания V _c , м/мин	Количес тво оборотов в мин п, об/мин	Стойкост ь Т, мин
005 Заготовительная	Пила 3420- 0365 ГОСТ 9769-79	-	0,2 мм/зуб	70	45	100
010 Токарная (Установ А)						
Подрезка торца 309-0,81	Резец проходной отогнутый с пластиной из твердого сплава Т15К6 2102-1102 ГОСТ 18877- 73	1	0,2	195	700	60
Сверление центрального отверстия Ø3,15 мм	Центровочное сверло 2317-0118 ГОСТ 14952- 75 Р6М5.	1,575	0,2	13,8	1400	20
010 Токарная (Установ Б)						
Подрезка торца с углублением 307-0,21	Резец проходной отогнутый с пластиной из твердого сплава Т15К6 2102-1102 ГОСТ 18877- 73	1	0,2	195	700	60
Сверление центрального отверстия Ø3,15 мм	Центровочное сверло 2317-0118 ГОСТ 14952- 75	1,575	0,2	13,8	1400	20

	P6M5.					
015 Вертикально-сверлильная						
Сверление отверстий Ø6,8мм	Сверло спиральное Ø6,8мм 2317-0006 ГОСТ 10903-77.	-	0,2	21,98	1000	25
020 Токарная с ЧПУ						
Точение вала по контуру черновое	Резец с твердосплавной пластиной ССМТ 09 ТЗ 08-РМ	1,5	0,3	245	2000	45
Точение вала по контуру чистовое	Резец с твердосплавной пластиной ССМТ 09 ТЗ 04-ММ	0,5	0,25	500	2000	45
025 Зубофрезерная						
Фрезерование профиля конической передачи черновое	Фреза дисковая модульная Ø63 ГОСТ 10996-64 P6M5.	1,5	0,1 мм/зуб	20	80	80
Фрезерование профиля конической передачи чистовое	Фреза дисковая модульная Ø63 ГОСТ 10996-64 P6M5.	0,9	0,04 мм/зуб	25	150	80
045 Кругло-шлифовальная						
Шлифование	Шлифовальный круг ПП 500х50х203 КНБ-V 1A1	0,015	0,06	100	1500	-
050 Фрезерная						

Фрезерование шпоночного паза	Фреза шпоночная Ø10 2234-0365 ГОСТ 9140-70 P6M5	1	0,1 мм/зуб	13	485	45
Фрезерование шпоночного паза	Фреза шпоночная Ø7 2234-0357 ГОСТ 9140-70 P6M5	0,8	0,1	18	600	45

2.6.3 Уточнение содержания переходов

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

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

Уточним содержание переходов для получения поверхностей.

010 Токарная (установ А):

- 1) Подрезка торца – 1 переход, 3 рабочих хода;
- 2) Сверление центрального отверстия – 1 переход, 1 рабочий ход.

010 Токарная (установ Б):

- 1) Подрезка торца – 1 переход, 3 рабочих хода;
- 2) Сверление центрального отверстия – 1 переход, 1 рабочий ход;
- 3) Точение углубления – 1 переход, 4 рабочих хода.

015 Вертикально-сверлильная:

- 1) Сверление отверстия – 1 переход, 1 рабочий ход.

020 Токарная с ЧПУ:

- 1) Точение наружного Ø35,4 – 1 переход, 20 рабочих ходов;
- 2) Точение наружного Ø42,4 – 1 переход, 17 рабочих ходов;

- 3) Точение наружного Ø45,3 – 1 перехода, 16 рабочих ходов;
- 4) Точение наружного Ø45,4 – 1 переход, 16 рабочих ходов;
- 5) Точение наружного Ø50,4 – 1 перехода, 15 рабочих ходов;
- 6) Точение наружного Ø44 – 1 переход, 16 рабочих ходов.

025 Зубофрезерная:

- 1) Фрезерование зубьев – 1 переход, 3 рабочих хода.

045 Круглошлифовальная:

- 1) Шлифование Ø35 – 1 переход, 13 рабочих ходов;
- 2) Шлифование Ø42 – 1 переход, 13 рабочих ходов;
- 3) Шлифование Ø45 – 1 переход, 15 рабочих ходов;
- 4) Шлифование Ø50 – 1 переход, 15 рабочих ходов

050 Фрезерная:

- 1) Фрезерование шпоночного паза – 1 переход, 5 рабочих хода;
- 2) Фрезерование шпоночного паза – 1 переход, 4 рабочих хода

2.6.4 Нормирование технологических переходов

Одной из составляющих частей разработки технологического процесса является определение нормы времени на выполнение заданной работы. Расчет норм времени ведется по укрупненным типовым нормативам, установленных на основе изучения затрат рабочего времени. Расчет ведется по следующим формулам [7]:

$$t_{\text{оп}} = t_o + t_v$$

Где: t_o – основное время, мин;

t_v – вспомогательное время на операцию, мин.

$$t_v = t_{\text{уст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}}$$

Где: $t_{\text{уст}}$ – время на установку и снятие детали, мин;

$t_{\text{пер}}$ – вспомогательное время, связанное с переходом, мин;

$t_{\text{изм}}$ – вспомогательное время на контрольные измерения, мин.

Штучное время на операцию:

$$T_{\text{шт}} = t_{\text{оп}} \cdot \left(1 + \frac{A_{\text{обс}} + A_{\text{отд}}}{100}\right)$$

Где:

$t_{\text{оп}}$ – оперативное время, мин;

$A_{\text{обс}}$ – время на обслуживание рабочего места, мин;

$A_{\text{отд}}$ – время на отдых и личные надобности, мин.

$$A_{\text{обс}} = 4,5\% \cdot t_{\text{оп}}$$

$$A_{\text{отд}} = 4\% \cdot t_{\text{оп}}$$

Штучно калькуляционное время:

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п-з}}}{n};$$

Где: n – размер партии запуска, шт;

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

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

Ниже в таблице 6 приведены результаты расчета времени на изготовление корпуса.

Таблица 6 – Нормирование технологического процесса

№ оп.	Содержание операции	Время, мин
005	Заготовительная	
	1. Основное время	2,52
	2. Суммарное вспомогательное время	1,23
	3.Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности	0,317
	4.Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приемы	10
	5.Штучное время	3,76
010	6.Штучно-калькуляционное время	3,86
	Токарная (установ А)	
	1. Основное время	0,73
	2. Суммарное вспомогательное время	1,18
	3.Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности	0,162
	4.Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приемы	10
	5.Штучное время	1,913

	6.Штучно-калькуляционное время	2,013
010	Токарная (установ Б)	
	1. Основное время	1,25
	2. Суммарное вспомогательное время	1,18
	3.Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности	0,162
	4.Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приемы	10
	5.Штучное время	2,113
	6.Штучно-калькуляционное время	2,438
015	Вертикально-сверлильная	
	1. Основное время	0,75
	2. Суммарное вспомогательное время	0,97
	3.Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности	0,672
	4.Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приемы	5
	5.Штучное время	1,21
	6.Штучно-калькуляционное время	2,45
020	Токарная с ЧПУ	
	1. Основное время	6,456
	2. Суммарное вспомогательное время	1,46
	3.Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности	0,672
	4.Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приемы	27
	5.Штучное время	7,97
	6.Штучно-калькуляционное время	8,24
025	Зубофрезерная	
	1. Основное время	12,9
	2. Суммарное вспомогательное время	1,45
	3.Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности	1,21
	4.Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приемы	12
	5.Штучное время	14,52
	6.Штучно-калькуляционное время	14,64
045	Круглошлифовальная	
	1. Основное время	2,66
	2. Суммарное вспомогательное время	1,22
	3.Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности	0,674
	4.Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка.	10
	5.Штучное время	3,9
	6.Штучно-калькуляционное время	4

050	Фрезерная	
	1. Основное время	1,01
	2. Суммарное вспомогательное время	0,62
	3.Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности	0,138
	4.Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приемы	10
	5.Штучное время	1,632
	6.Штучно-калькуляционное время	1,732

2.7 Разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ

Разработка УП произведена с помощью САМ – системы FeatureCAM.

FeatureCAM – САМ- система для подготовки управляющих программ с высокой степенью автоматизации принятия решений, что позволяет минимизировать время разработки УП для станков с ЧПУ. В FeatureCAM сочетаются простота использования и возможность программирования широкого спектра станков с ЧПУ.

В данном курсовом проекте будут использоваться один токарный станок TC16A20Ф3. УП для данного станка была разработана в программе FeatureCAM.

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



Рис. 8 - Горизонтальный токарный центр L160A

Таблица 7 – Технические характеристики станка [8]

Диаметр патрона	мм	200
Макс. диаметр обработки	мм	400
Макс. длина обработки	мм	700
Частота вращения шпинделя	об/мин	20~2050
Мощность привода шпинделя	кВт	7,5
Перемещение по осям X/Z	мм	235/750
Скорость быстрой подачи по осям X/Z	м/мин	6/9
Количество инструментов	шт	8
Приводные инструменты	шт	-
Габаритные размеры станка ДхШхВ	мм	2220x1150x1500
Вес станка	кг	1800
Система ЧПУ	NC210; Siemens 808D; Fanuc 21i(опция)	

2.8 Размерный анализ технологического процесса

Построим Размерную схему технологического процесса изготовления детали типа “Вал”.

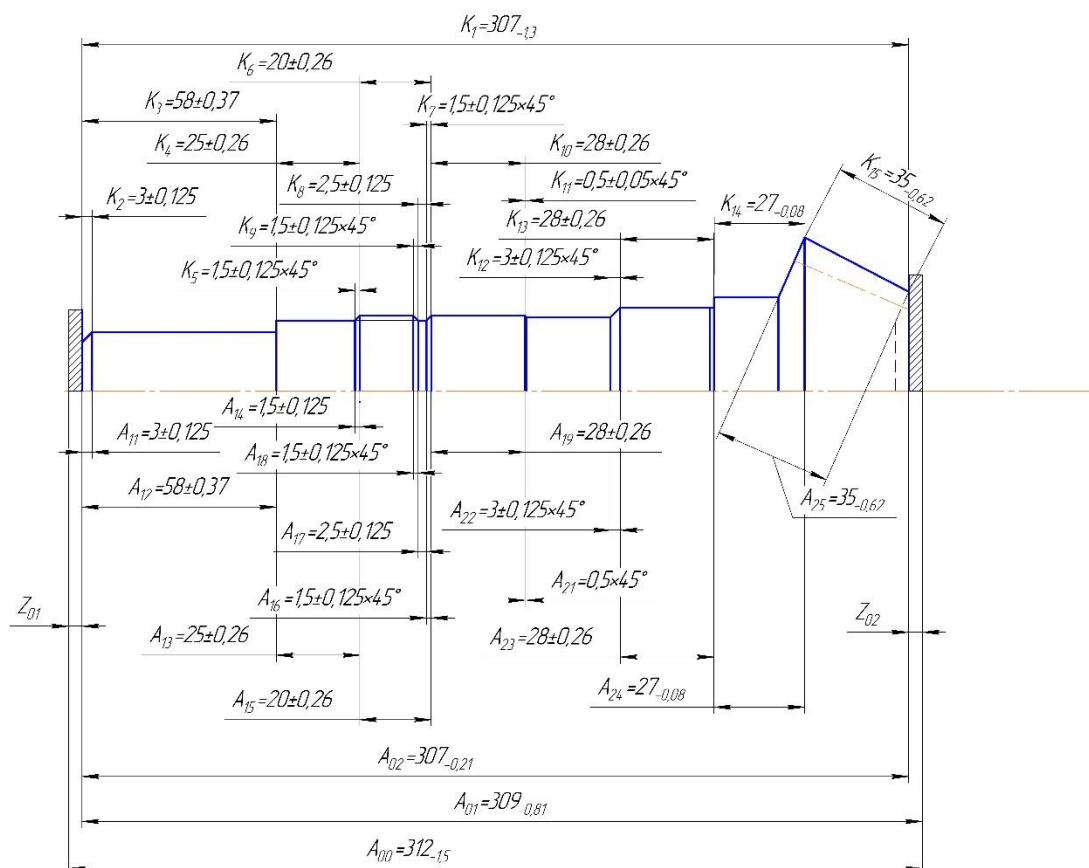


Рисунок 9 Размерная схема технологического процесса “Вал”

Для нахождения припуска Z составим размерную цепь где припуск будет замыкающим.

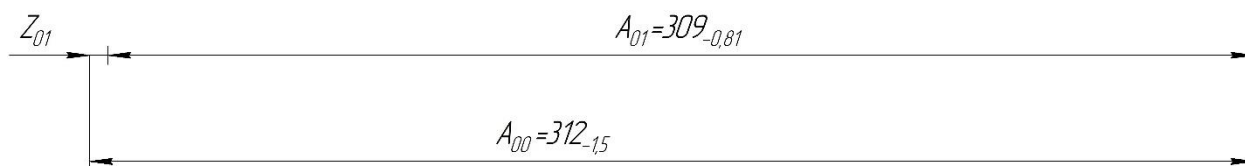


Рисунок 10 Размерная цепь для нахождения припуска Z
Полученная цепь имеет как увеличивающие, так и уменьшающие размеры .Увеличивающий размер A00, а уменьшающий A01.

Составим уравнения и найдем припуск Z01

$$Z = A_{00} - A_{01}$$

$$Z = 312_{-1.5} - 309_{-0.81} = 3_{-1.5}^{+0.81}$$

Из расчетов следует что размер A01 выдерживается.

2.9 Техничко-экономические показатели технологического процесса

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

Произведем расчет стоимости заготовки для одной детали:

Примерная стоимость прутка Ø95 мм – 35 р/кг. (теоретическая масса прутка длиной 1м высокой точности – 52,4 кг. (см. ГОСТ 2590-2006)).

Заготовка имеет длину 309 мм, массу 17,29 кг по данным КОМПАС-3D v16.

Тогда расчетная стоимость заготовки:

$$35 \cdot 17,29 = 605,15 \text{ руб/шт.}$$

Далее произведем примерный расчет стоимости труда рабочих задействованных при производстве детали типа червяк цилиндрический. Средний уровень заработной платы определим исходя из данных сайта TRUD за 2018 год [9]:

Таблица 9 – Затраты на оплату труда рабочих

Профессия	Стоимость работы, руб/час	Время занятости на рабочем месте, час	Заработная плата по факту выполненной работы, руб
Станочник заготовительного оборудования	150	7,20	1080
Токарь универсал	312	7,54	2352,48
Оператор токарного станка с ЧПУ	148	15,85	2345
Наладчик станков с ПУ	386	10	3860
Зуборезчик	267	27,8	7422,6
Слесарь	140	13	1820
Контролер ОТК	160	40	6400
Шлифовщик	120	6,66	800
Итого, Σ			26080

Далее представим затраты на оборудование в виде таблицы 10.

Таблица 10 – Стоимость оборудования

Операция	Оборудование	Стоимость, руб
Заготовительная	Отрезной круглопильный 8Г663	300 000
Токарная	Токарный станок 16К20	590 000
Токарная с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ ТС16А20Ф3	1 590 000
Термическая	Электродпечь УИТП-50М;	400 000
	Установка Индукционного Нагрева ИМ 50-8-50/WD1-1.	180 000
Фрезерная	Фрезерный станок 692д	2 598 000
Зубофрезерная	Зубофрезерный станок 5К32	420 000
Промывочная	Ванна промывочная ВП-9.7.7/0,9	30 000
Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок BUA 25B Practic	7 500 000
Итого, Σ		13 608 000

Таким образом для технологического оснащения производства детали типа «Колесо зубчатое» потребуется примерно 13 608 000 руб. без учета затрат на режущий инструмент, оснастку, мерительный инструмент.

2.10. Проектирование средств технологического оснащения

Приспособление, использующееся на вертикально-сверлильной операции (015), служит для зажима обрабатываемой заготовки и для точного расположения отверстий. Для обработки заготовка устанавливается в призмы и прижимается сбоку прихватом, который исключает возможность проворачивания во время обработки и жестко фиксирует заготовку. Главным требованием, предъявляемым к приспособлению, является обеспечение достаточной силы зажима заготовки и точное расположение отверстий. Для установки данной заготовки по наружному диаметру был спроектирован специальный пневматический зажим с кондуктором, схема которого представлена на рисунке 11. Пневматический зажим работает следующим образом: заготовка 1 устанавливается в призмы 2, при поступлении сжатого воздуха в полость пневмоцилиндра 3 шток пневмоцилиндра 4 втягивается и осуществляется прижим заготовки 1 прижимом 5. Когда заготовка установлена в пневмозажим поворачивается кондуктор и сверлятся отверстия.

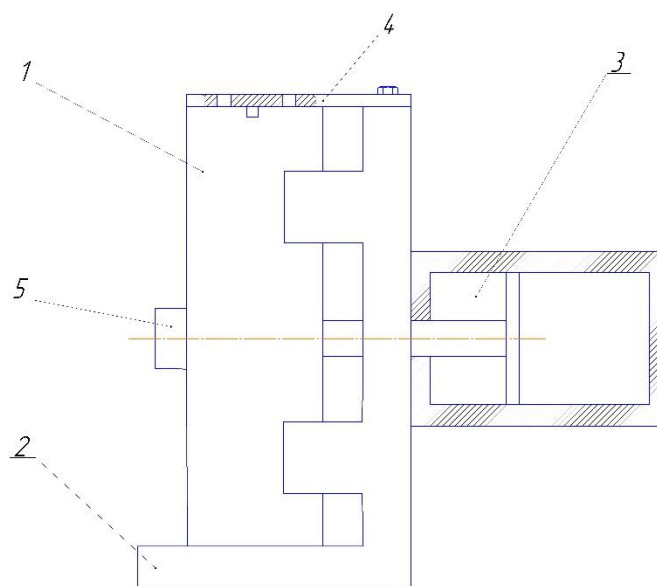


Рисунок 11 Кинематическая схема пневматического зажима с кондуктором

Так как используя данное приспособление мы сверлим отверстия $\varnothing 6,8$ то рассчитаем силу зажима для этого случая. Сила зажима зависит от условий установки и закрепления в приспособлении. Для расчета сил зажима воспользуемся литературой [1]

При сверлении возникает осевая сила резания P_0 и крутящий момент $M_{кр}$. Так как эти величины ранее были посчитаны в разделе 2.6.2 вынесем их сюда.

$$P_0=403,3 \text{ Н};$$

$$M_{кр}=0,2 \text{ Нм.}$$

Найдем величину сил зажима из условия, что заготовка сохраняет неподвижное состояние под действием сил зажима, резания и реакций опор во время обработки. Для расчета применим формулу для закрепления детали в призмах.

$$W = \frac{K \cdot M_{кр} \cdot \sin \alpha / 2}{f \cdot D}$$

Где K – коэффициент запаса равный 1,5, f – коэффициент трения на рабочих поверхностях зажимов равный 0,25, $\sin \alpha$ – угол призмы.

$$W = \frac{1,5 \cdot 0,2 \cdot 0,5}{0,25 \cdot 95} = 0,063 \text{ Н.}$$

Для обеспечения неподвижности заготовки при выполнении операции, ее нужно зажать пневмоцилиндром с усилием $W=0,063 \text{ Н}$.

Усилие на штоке при обратном ходе рассчитывается следующим образом:

$$Q = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta}{4};$$

$$Q = \frac{3,14 \cdot (40^2 - 16^2) \cdot 0,4 \cdot 0,85}{4} = 358,7 \text{ Н.}$$

где D - диаметр полости цилиндра, d - диаметр штока, p – давление, η - КПД.

Для пневмоцилиндра Pneumat 139X40002501 имеем:

$$D = 40 \text{ мм}, d = 16 \text{ мм}, p = 4 \text{ бар.}, \eta = 0,85 \text{ КПД. } W < Q = 358,7 \text{ Н}$$

Следовательно условие прижима выполняется.

Так как требуемые усилия прижима очень малы то расчет на срез резьбового соединения не требуется.

2.11. Проектирование гибкой производственной системы (модуля)

Автоматизация производственных процессов на основе внедрения роботизированных технологических комплексов и гибких производственных модулей, вспомогательного оборудования, транспортно-накопительных и контрольно-измерительных устройств, объединенных в гибкие производственные системы, управляемые от ЭВМ, является одной из стратегий ускорения научно-технического прогресса в машиностроении.

Анализ действующих гибких производственных систем (ГПС) показывает, что на них обрабатываются детали партиями от 3 до 500 шт. Однако на отдельных ГПС выпускаются детали партиями в несколько тысяч штук.

Применение ГПС целесообразно, когда объемы производства изделий недостаточны для принятия решений о жесткой автоматизации с использованием автоматических линий и когда за ожидаемый срок жизни изделия расходы на создание автоматических линий не могут быть оправданы.

Основной ее технологической ячейкой являются гибкие производственные модули (ГПМ). Под ГПМ понимают, комплекс технологических, технических, программных и организационных средств, предназначенных для обработки деталей в автоматизированном режиме с минимальным участием человека. Кроме функции обработки деталей ГПМ выполняет в автоматическом режиме загрузку заготовок в зону резаний из какого-либо накопителя, выгрузку обработанных деталей из зоны резания в накопитель, частичный или полный контроль точности обработки и другие функции. Применительно к механообработке основой ГПМ является станок с ЧПУ, оснащенный дополнительными технологическими и техническими средствами.

Для производства детали «Вал» целесообразно провести автоматизацию токарной операции с использованием станка с ЧПУ ТС16А20Ф3. Поскольку именно на ней затрачивается наибольшее количество времени на обработку и наладку инструментов.

Для автоматизации операции используем промышленного робота KUKA KR 10 R900. Грузоподъемность манипулятора до 15 кг .



Рис.12 Промышленный робот KUKA KR 10 R900

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.

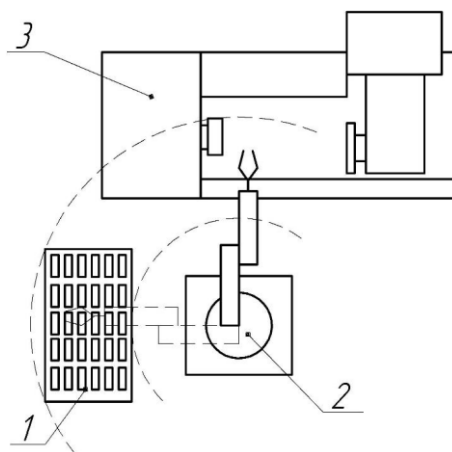


Рис.13 – Схема автоматизированной ячейки токарного станка с ЧПУ

1 – Накопитель-приемник

2 – Промышленный робот KUKA KR 10 R900

3 – Токарный станок с ЧПУ TC16A20Ф3

Штриховыми линиями обозначена зона работы робота

Данный ГПМ позволяет автоматизировать токарную обработку на станке TC16A20Ф3, что составляет 1/3 часть от всей возможной автоматизации механообработки.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
4A51	Штелле Игорь Валерьевич

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

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Рассчитать стоимость материалов, оборудования, оплаты труда, отчислений, накладные расходы.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Премии 30%. Надбавки 20%. Дополнительная заработная плата 12%. Накладные расходы 16%.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Страховые взносы 30%.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	План составления проекта. График Ганта.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Эффективность исследования.

Перечень 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 ШБИП.	Скаковская Наталия Вячеславовна	к.ф.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4A51	Штелле Игорь Валерьевич		

Глава 3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В данном разделе приводятся организация и планирование работ по составлению технологического процесса изготовления детали «Вал», затраты на возможную реализацию техпроцесса. Также необходимо провести коммерческий анализ технологии.

Цель этого раздела является проектирование и создание конкурентоспособной технологии, которая отвечает современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Достижение цели обеспечится решением следующих задач:

- Оценка коммерческого потенциала
- Определение возможных альтернатив
- Планирование научно-исследовательских работ
- определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

3.1 Оценка коммерческого потенциала

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

Целевой рынок – сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем разработка. В свою очередь, сегмент рынка – это особым образом выделенная часть рынка, группы потребителей, обладающих определенными общими признаками.

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

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

Таблица 11 – Карта сегментирования рынка

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

Как видно из таблицы 11, наиболее перспективной является фирма 1, так как она задействована во всех сегментах рынка.

3.2 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 «Вал»: ОАО «Томский электромеханический завод им. В.В. Вахрушева» и АО «НПЦ Полус».

В таблице 12 приведена оценочная карта, включающая конкурентные технические разработки в области производства детали.

Таблица 12 – 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	5	4	4	1	0,8	0,8
2. Срок службы	0,4	4	4	4	1,6	1,6	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	5	0,4	0,4	0,5
5. Финансирование научной разработки	0,1	3	5	5	0,3	0,5	0,5
Итого:	1	21	21	22	4,3	4,1	4,2

Б_ф – продукт проведенной исследовательской работы;

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

Б_{к2} – АО «Научно-Производственный Центр Полус».

Таким образом, на основании таблицы 12 можно сделать вывод, что разработанный в ходе исследовательской работы технологический процесс может составить серьезную конкуренцию уже имеющимся на российском

рынке производителям. Главными преимуществами данной разработки является довольно высокая производительность и срок службы при относительно низкой цене.

3.3 Технология QuaD

Технология QuaD представляет собой инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке, а также позволяющий принимать решение о целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

Таблица 13 – Оценка разработки

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
1. Скорость производства	0,06	75	100	0,75	0,045
2. Энергоэффективность	0,05	50	100	0,5	0,025
3. Универсальность техпроцесса	0,1	80	100	0,8	0,08
4. Простота контроля изделия	0,1	65	100	0,65	0,065
5. Потребность в специальной оснастке	0,01	90	100	0,9	0,009
6. Такт выпуска изделия	0,1	30	100	0,3	0,03
7. Сложность исполнения	0,01	60	100	0,6	0,006
8. Трудоёмкость	0,04	50	100	0,5	0,02
9. Материалоёмкость	0,1	65	100	0,65	0,065
10. Безопасность	0,01	50	100	0,5	0,005

11. Экологичность	0,02	50	100	0,5	0,01
12. Технологичность	0,08	55	100	0,08	0,044
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
13. Конкурентоспособность продукта	0,03	75	100	0,75	0,0225
14. Ликвидность	0,06	85	100	0,85	0,051
15. Перспективность рынка	0,07	90	100	0,9	0,063
16. Цена	0,1	90	100	0,9	0,09
17. Послепродажное обслуживание	0,01	10	100	0,1	0,001
18. Финансовая эффективность	0,02	60	100	0,6	0,012
19. Срок выхода на рынок	0,02	50	100	0,5	0,01
20. Наличие патента	0,01	10	100	0,1	0,001
Итого	1				0,6545

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot B_i, \text{ где}$$

P_{cp} – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

$P_{cp} = 0,6545$, значит технологический процесс имеет среднюю перспективность.

3.4 SWOT-анализ

На основе анализа, проведенного в предыдущих разделах бакалаврской работы был составлен SWOT-анализ научно-исследовательского проекта. Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Матрица первого этапа SWOT-анализа

	Сильные стороны: С1. Ряд конструкторских размеров выдерживается непосредственно; С2. Использование производительных видов обработки; С3. Низкое влияние человеческого фактора; С4. Требуется малая номенклатура станков.	Слабые стороны: Сл1. Наличие малопроизводительной операции; Сл2. Наличие термообработки; Сл3. Обработка станками с ЧПУ; Сл4. Необходимость специальной оснастки.
Возможности: В1. Изготовление детали на любом предприятии; В2. Поддержка государством; В3. Увеличение такта выпуска деталей; В4. Возможность удешевления ТП.		
Угрозы: У1. Разработка более совершенного техпроцесса; У2. Изменение конструкции или требований; У3. Ограничения от государства; У4. Перенасыщение рынка; У5. Отсутствие спроса.		

Вторым этапом составляется матрица возможного взаимодействия возможностей (В), сильных сторон (С), слабых сторон (Сл) и угроз.

Таблица 15 - Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта					
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4
	B1	+	+	0	+
	B2	-	-	-	-
	B3	0	+	+	0
	B4	-	-	0	0

Таблица 16 - Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта					
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	B1	+	+	+	+
	B2	0	0	0	0
	B3	+	-	-	0
	B4	+	+	+	+

Таблица 17 - Интерактивная матрица угроз и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта					
Угрозы		C1	C2	C3	C4
	У1	+	0	+	-
	У2	+	0	0	+
	У3	-	-	0	0
	У4	0	0	0	+
	У5	0	0	0	+

Таблица 18 - Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта					
Угрозы		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	У1	+	+	+	+
	У2	+	0	0	0
	У3	-	-	+	0
	У4	0	0	0	+
	У5	0	0	0	+

Третий этап SWOT-анализа реализуется заполнением матрицы SWOT-анализа (таблица 19).

Таблица 19 – Итоговая матрица SWOT-анализа

	Сильные стороны: С1. Ряд конструкторских размеров выдерживается непосредственно; С2. Использование производительных видов обработки; С3. Низкое влияние человеческого фактора; С4. Требуется малая номенклатура станков.	Слабые стороны: Сл1. Наличие малопроизводительной операции; Сл2. Наличие термообработки; Сл3. Обработка станками с ЧПУ; Сл4. Необходимость специальной оснастки.
Возможности: В1. Изготовление детали на любом предприятии; В2. Поддержка государством; В3. Увеличение такта выпуска деталей; В4. Возможность удешевления ТП.	В1 С1 С2 С4; В3 С2 С3.	В1 Сл1 Сл2 Сл4; В3 Сл1; В4 Сл1 Сл2 Сл3 Сл4.
Угрозы: У1. Разработка более совершенного техпроцесса; У2. Изменение конструкции или требований; У3. Ограничения от государства; У4. Перенасыщение рынка; У5. Отсутствие спроса.	У1 С1 С3; У2 С1 С4; У4 С4; У5 С4.	У1 Сл1 Сл2 Сл3 Сл4; У2 Сл1; У3 Сл3; У4 Сл4; У5 Сл4.

3.5 Определение возможных альтернатив

Возможно использовать в качестве заготовки не прокат, а отливку. Тем самым увеличив коэффициент использования материала и скорость производства детали.

3.6 Планирование научно-исследовательских работ

3.6.1 Структура работ

Данный этап характеризуется планированием работ по разработке технологического процесса, анализом трудоёмкости и необходимых средств для реализации проекта.

Таблица 20 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работы	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследования	2	Ознакомление с литературой	Инженер
	3	Выбор способов обработки	Инженер
Технологическая часть	4	Анализ конструкции и технологичности	Инженер
	5	Определение типа производства	Инженер
	6	Выбор заготовки	Инженер
	7	Составление технологического процесса	Инженер
	8	Назначение допусков	Инженер
	9	Расчет припусков	Инженер
	10	Размерный анализ	Инженер
	11	Выбор режимов резания	Инженер
	12	Выбор технологической оснастки	Инженер
	13	Нормирование времени	Инженер
Конструкторская часть	14	Разработка 3D модели	Инженер
	15	Разработка сборки станда	Инженер
	16	Расчет модели в САЕ системе	Инженер
Обобщение и оценка результатов	17	Оценка качества исполнения	Руководитель, Инженер

3.6.2 Определение трудоёмкости выполнения работ

Трудовые затраты являются основной статьёй расходов разработки, и потому важным моментом является определение трудоёмкости работ каждого участника исследования.

Трудоёмкость выполнения оценивается экспертным путём в человеко-днях, характеризуется вероятностным характером, по причине зависимости от множества трудно оцениваемых факторов.

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{min}i} + 2t_{\text{max}i}}{5}, \text{ где:}$$

$t_{\text{ож}i}$ — ожидаемая трудоёмкость выполнения i -ой работы [чел.-дн];

$t_{\text{min}i}$ — минимально возможная трудоёмкость заданной i -ой работы [чел.-дн];

$t_{\text{max}i}$ — максимально возможная трудоёмкость заданной i -ой работы [чел.-дн].

Таблица 21 - Трудоемкость

№ работы	$t_{\text{min}i}$, чел.-дн.	$t_{\text{max}i}$, чел.-дн.	$t_{\text{ож}i}$, чел.-дн.
1	1	3	1,8
2	1	2	1,4
3	1	2	1,4
4	1	2	1,4
5	1	2	1,4
6	1	2	1,4
7	3	5	3,8
8	1	2	1,4
9	1	2	1,4
10	2	3	2,4
11	3	4	3,4
12	2	3	2,4
13	2	3	2,4
14	1	2	1,4
15	2	3	2,4
16	1	3	1,8
17	2	4	2,8

Основываясь на ожидаемой трудоёмкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях, T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями.

$$T_p = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \text{ где:}$$

T_{pi} – продолжительность i -ой работы, [чел-дн];

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой задачи, [чел-дн];

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

Таблица 22 – Определение трудоемкости в рабочих днях

№ п/п	$t_{ожі}$, чел.-дн.	$Ч_i$, чел.	T_{pi} , раб.дн.
1	1,8	2	0,9
2	1,4	1	1,4
3	1,4	1	1,4
4	1,4	1	1,4
5	1,4	1	1,4
6	1,4	1	1,4
7	3,8	1	3,8
8	1,4	1	1,4
9	1,4	1	1,4
10	2,4	1	2,4
11	3,4	1	3,4
12	2,4	1	2,4
13	2,4	1	2,4
14	1,4	1	1,4
15	2,4	1	2,4
16	1,8	1	1,8
17	2,8	3	0,93

3.7 Разработка графика проведения научного исследования

Построение графика Гангта требует временных показателей выполнения. Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов переводят в календарные дни.

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

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 равен 1,48.

Таблица 23 – Длительность работ в календарных днях

Содержание работы	Трудоемкость работ, [чел-дн]			Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{mini}	t_{maxi}	t_{oji}		
1	1	3	1,8	0,9	2
2	1	2	1,4	1,4	3
3	1	2	1,4	1,4	3
4	1	2	1,4	1,4	3
5	1	2	1,4	1,4	3
6	1	2	1,4	1,4	3
7	3	5	3,8	3,8	6
8	1	2	1,4	1,4	2
9	1	2	1,4	1,4	3
10	2	3	2,4	2,4	4
11	3	4	3,4	3,4	6
12	2	3	2,4	2,4	4
13	2	3	2,4	2,4	4
14	1	2	1,4	1,4	3
15	2	3	2,4	2,4	4
16	1	3	1,8	1,8	3
17	2	4	2,8	0,93	2

На основании полученных данных составляется график Ганта. Так как производится анализ проведенной работы, сроки на составление технологического процесса ставятся с 10 декабря до 15 апреля.

№	Содержание работы	Должность исполнителя	$T_{кал}$	Месяц					
				Дек.	Январь			Февр.	
				1	1	2	3	1	2
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	2						
2	Выбор способов обработки	Руководитель, инженер	3	 					
3	Ознакомление с литературой	Инженер	3						
4	Анализ конструкции и технологичности	Инженер	3						

5	Определение типа производства	Инженер	3						
6	Выбор заготовки	Руководите ль, инженер	3						
7	Составление технологическог о процесса	Инженер	6						
8	Назначение допусков	Инженер	2						
9	Расчет припусков	Инженер	3						
10	Размерный анализ	Инженер	4						
11	Выбор режимов резания	Инженер	6						
12	Выбор технологической оснастки	Руководите ль, инженер	4						
13	Нормирование времени	Инженер	4						
14	Определение погрешности установки	Инженер	3						
15	Расчет сил закрепления	Инженер	4						
16	Составление чертежа	Инженер	3						
17	Оценка эффективности полученных результатов	Руководите ль, инженер	2						

3.8 Бюджет научно-технического исследования

3.8.1 Расчет материальных затрат НТИ

Таблица 24 – Стоимость материалов

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за кг	Затраты на материалы
Сталь 40	руб/кг	1729	35	60515
СОЖ	руб/л	35	300	10500
Итого				71015

3.8.2 Расчет затрат на специальное оборудование для НТИ

В статье приведены расходы, на станки, которые используются при изготовлении детали, в реальности данное оборудование не закупалось для этого проекта.

Таблица 25 – 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	Круглопильный отрезной станок 8Г663	1	300 000	300 000
2	Станок токарно-винторезный 16К20	1	793 000	793 000
3	Вертикально сверлильный станок 2С132	1	520000	520000
3	Токарный станок с ЧПУ ТС16А20Ф3	1	1 590 000	1 590 000
4	Электропеч УИТП-50м	1	350 000	350 000
6	Кругло-шлифовальный станок ВUA 25В Practic.	1	1 300 000	1 300 000
7	Фрезерный станок 692Д	1	2598000	2598000
Итого:				7451000

3.8.3 Основная заработная плата исполнителей

В данный раздел входит заработная плата людей, причастных к исполнению темы заработная плата приведена с учетом районного коэффициента.

Таблица 26 – Заработная плата

№	Исполнители по категориям	Трудоемкость, чел.дн.	ЗП на 1 чел.дн.,	Всего заработная плата по тарифу.
1	Студент(ассистент)	56	830	46480
2	Преподаватель(ассистент)	11	1550	17050
Итого				63530

3.8.4 Отчисления во внебюджетные фонды

На 2014г. в соответствии 212-ФЗ от 24.07.2009 установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании п.1 ст.58 212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%.

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.
Руководитель проекта	17 050
Студент-дипломник	46 480
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271
ИТОГО	
17216,63	

3.8.5 Формирование бюджета

Таблица 27 – Бюджет разработки

№	Наименование статьи	Сумма, руб.
		Исп1
1	Матеральные затраты НТИ	71015
2	Затраты на специальное оборудование для научных работ	7451000
3	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	65530
4	Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	0

5	Отчисления во внебюджетные фонды	17216,63
6	Затраты на научные и производственные командировки	0
7	Контрагентные расходы	0
8	Накладные расходы	1216761,9
9	Бюджет затрат НТИ	8821523,53

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

Данный раздел служит для сравнения реально действующего технологического процесса с разработанным.

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

Φ_{pi} – стоимость i-го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}1} = \frac{8821523,53}{9821523,53} = 0,89;$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}2} = \frac{9821523,53}{9821523,53} = 1.$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \text{ где:}$$

a_i – весовой коэффициент i-го варианта исполнения разработки;

b_i – балльная оценка i-го варианта путем исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

Таблица 28 – Сравнительные данные исполнителей

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Объект	
		Исп. 1	Исп. 2
1. Надежность	0,2	5	5
2. Материалоемкость	0,2	5	3
3. Сложность исполнения	0,1	4	3

4. Технологичность	0,3	4	4
5. Энергоёмкость	0,05	5	3
6. Качество исполнения	0,15	5	5
Итого	1		

$$I_{p1} = 5 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,3 + 5 \cdot 0,05 + 5 \cdot 0,15 = 4,6.$$

$$I_{p2} = 5 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,3 + 3 \cdot 0,05 + 5 \cdot 0,15 = 4;$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки:

$$I_{\text{исп.}i} = \frac{I_{p-\text{исп.}i}}{I_{\text{финр}}};$$

$$I_{\text{исп.1}} = \frac{4,6}{0,805} = 5,71;$$

$$I_{\text{исп.2}} = \frac{4}{1} = 4;$$

Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп.1}}}{I_{\text{исп.2}}};$$

Таблица 29 – Эффективность проекта

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,89	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,6	4
3	Интегральный показатель эффективности	5,71	4
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,72	

Таким образом наиболее эффективным вариантом технологического процесса является первое исполнение. Так же первое исполнение является предпочтительным потому как не требуется дополнительное оборудование и возможно обойтись стандартным сырьём.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
4A51	Штелле Игорю Валерьевичу

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

Тема ВКР: Проектирование технологического процесса изготовления детали «Вал»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	В качестве объекта исследования выступает технологическое бюро. В технологическом бюро проводится проектирование технологического процесса изготовления детали «Вал».
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	– Условия труда должны отвечать всем требованиям трудового кодекса РФ редакции 01.04.19. – Рабочее место должно соответствовать техническим требованиям и санитарным нормам. СанПиН 2.2.4.548-96, ГОСТ 12.1.003-89 «ССБТ, СанПиН 2.2.4./2.1.8.582-96, СНиП 2.07.01-89 : 3, СНиП II-89-80.
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Движущиеся машины и механизмы; повышенная температура воздуха рабочей зоны; материалов и заготовок; повышенные уровни шума и вибрации на рабочих местах; недостаточная освещенность рабочей зоны; острые кромки, заусенцы поверхностей заготовок, инструментов и оборудования, электрический ток.
3. Экологическая безопасность:	Источник загрязнения гидросферы: использованная смазочно-охлаждающая жидкость для механической обработки деталей, загрязнение воздуха, твердые отходы.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возможные чрезвычайные ситуации на производстве: пожар

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	10.12.2018
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Скачкова Лариса Александровна			10.12.2018

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4A51	Штелле Игорь Валерьевич		10.12.2018

Глава 4. Социальная ответственность

Данная бакалаврская работа заключается в разработке технологического процесса изготовления детали «Вал». В качестве объекта исследования выбрано технологическое бюро.

В ходе работы необходимо рассмотреть производственную безопасность, экологическую безопасность, безопасность в чрезвычайных ситуациях, а также предложить организационные мероприятия по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего).

Деталь «Вал» изготавливается с помощью снятия металла на металлорежущих станках. Также деталь подвергается термической обработке. На данном этапе работы, нужно убедиться, что технологический процесс производства детали является безопасным для жизни работников предприятия и потребителей.

4.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

4.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства

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

- заключение трудового договора допускается с лицами, достигшими возраста шестнадцати лет, за исключением случаев, предусмотренных настоящим Кодексом, другими федеральными законами;
- лица, получившие общее образование или получающие общее образование и достигшие возраста пятнадцати лет, могут заключать трудовой договор для выполнения легкого труда, не причиняющего вреда их здоровью;
- обязательному предварительному медицинскому осмотру при заключении трудового договора подлежат лица, не достигшие возраста 78 восемнадцати лет, а также иные лица в случаях, предусмотренных настоящим Кодексом и иными федеральными законами;
- нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать сорока часов в неделю;

– во время регламентированных перерывов целесообразно выполнять комплексы упражнений и осуществлять проветривание помещения.

4.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Согласно ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ «Оборудование производственное. Общие эргономические требования», существует ряд общих положений, которые предъявляются к системе «человек — машина — среда», таких как:

– эргономические требования к производственному оборудованию должны устанавливать его соответствие антропометрическим, физиологическим, психофизиологическим и психологическим свойствам человека и обусловленным этими свойствами гигиеническим требованиям с целью сохранения здоровья человека и достижения высокой эффективности труда;

– эргономические требования к производственному оборудованию должны устанавливаться к тем его элементам, которые сопряжены с человеком при выполнении им трудовых действий в процессе эксплуатации, монтажа, ремонта, транспортирования и хранения производственного оборудования;

– при установлении эргономических требований к производственному оборудованию необходимо рассматривать оборудование в комплексе со средствами технологической и в необходимых случаях организационной оснастки.

4.2 Производственная безопасность

Производственная безопасность — это система организационных мероприятий и технических средств, уменьшающих вероятность воздействия на рабочих, опасных производственных факторов до приемлемого уровня. Для определения опасных факторов на данном производстве воспользуемся классификацией опасных и вредных производственных факторов по ГОСТ 12.0.003- 2015. Проанализировав всевозможные опасные и вредные факторы на данном производстве, занесем их в таблицу 30 .

Таблица 30 – Опасные и вредные факторы производства

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1.Опасный уровень напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через человека	+	+	+	Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ
2.Повышенный уровень шума на рабочем месте		+	+	Уровень шума на рабочих местах. СН 2.2.4/2.1.8.562–96
3.Повышенный уровень вибрации		+	+	Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. СН 2.2.4/2.1.8.566–96
4.Недостаточная освещенность рабочей зоны		+	+	Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*
5.Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. СанПиН 2.2.4.548–96
6.Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	+	Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*
7.Недопустимые метеорологические условия для помещения рабочей зоны	+	+	+	Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003

Приведем нормативные документы, которые регламентируют действие каждого выявленного фактора.

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

4.2.1 Превышение уровней шума

Согласно п.4. СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96, допустимый уровень шума в производственных помещениях не должен превышать 80 дБ. Если уровень шума будет выше допустимого, то это скажется на физическом состоянии рабочего. При превышении уровня шума можно воспользоваться следующими методами снижения шума:

- Снижение шума в источнике осуществляется за счет улучшения конструкции машины или изменения технологического процесса.

- Средства индивидуальной защиты (СИЗ) применяются в том случае, если другими способами обеспечить допустимый уровень шума на рабочем месте не удастся. Принцип действия СИЗ

- защитить наиболее чувствительный канал воздействия шума на организм человека – ухо. Применение СИЗ позволяет предупредить расстройство не только органов слуха, но и нервной системы от действия чрезмерного раздражителя.

- Методы и средства коллективной защиты, которые включают в себя применение звукоизоляции, акустическую обработку помещений, рациональную планировку предприятий и производственных помещений, а также изменение направленности излучения шума.

4.2.2 Отклонение параметров микроклимата

Поскольку виды работ, выполняемые рабочими классифицируются как категория работ №3 – относятся к работам, связанные с постоянными передвижениями, перемещением и переноской значительных тяжестей (свыше 10кг) и требующих больших физических усилий. Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных

помещений, в соответствии с периодом года и категорией работ, согласно СанПиН 2.2.4.548-96 предоставлены в таблице 31.

Таблица 31 – Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость воздуха, м/с
Холодный	III(более 290)	С13,0-15,9 до 18,1-21,0	12-22	0,2-0,4
Теплый	III(более 290)	С15,0-17,9 до 20,1-26,0	14-27	0,2-0,5

Если отклонение параметров микроклимата выходит за пределы, установленные в СанПиН 2.2.4.548-96 необходимо воспользоваться методами регулирования параметров, такими как установка отопительных систем и систем кондиционирования помещений.

4.2.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Работая при освещении плохого качества или низких уровней, люди могут ощущать усталость глаз и переутомление, что приводит к снижению работоспособности. В ряде случаев это может привести к ухудшению физического состояния.

Нормирование естественного и искусственного освещения производится по СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 в зависимости от разряда зрительной работы (наименьший размер объекта различения), от контраста объекта различия с фоном и от характеристики фона. Также существует нормирование коэффициента пульсации освещенности для каждого типа ламп.

В производственных помещениях, в случаях преимущественной работы с деталями, допускается применение системы комбинированного освещения

(к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения деталей, инструментов и тд.).

В соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 определяем что вид работ относится к работам средней точности, следовательно, освещенность на рабочих поверхностях столов в зоне размещения детали должна быть 400-500 лк.

В случаях если освещенность не достигает 400-500 лк следует пересмотреть проектировку размещения устройств освещения, либо заменить устройства освещения.

4.2.4 Электрический ток

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

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

Требования электробезопасности электроустановок производственного и бытового назначения на стадиях проектирования, изготовления, монтажа, наладки, испытаний и эксплуатации, а также технические способы и средства защиты, обеспечивающие электробезопасность электроустановок различного назначения приведены в ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».

4.2.5 Термическая опасность

Источником данного фактора может возникнуть горячий инструмент, заготовка, поверхности оборудования и др. Характер фактора – физический. Термические опасности могут приводить к:

- ожогам и ошпариванию из-за соприкосновения с предметами или материалами, имеющими чрезвычайно высокую или низкую температуру, вызванную, например, пламенем или взрывом, а также излучением источников тепла;

- ущербу здоровью из-за воздействия высокой или низкой температуры окружающей производственной среды.

Работники, связанные с термической обработкой заготовки (детали) должны иметь при себе средства индивидуальной защиты: специальные защитные очки, индивидуальные средства защиты органов дыхания, перчатки, прихваты, прижимы и др. Данные средства защиты подойдут и для защиты от механических повреждений, таких как, острые кромки, шероховатость поверхностей заготовки и др.

4.2.6 Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования

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

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

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

– Саморегулирующиеся защитные устройства (открытие саморегулирующихся устройств зависит от движения материала). Применение этих методов отдельно или комплексно помогут избежать несчастных случаев, связанных с подвижными частями производственного оборудования.

4.3 Экологическая безопасность

В результате изготовления детали «Вал», выявлены следующие источники загрязнения окружающей среды:

- Загрязнение гидросферы
- Загрязнение атмосферы
- Твердые отходы

Рассмотрим источники загрязнений, и найдем пути решения в отдельности для каждого.

Загрязнение гидросферы может произойти в результате выброса СОЖ в сточные воды. Во избежание проблемы возможны несколько путей решения:

– Механические методы очистки сточных вод. Традиционно в группу методов механической очистки включают процеживание, отстаивание, осветление во взвешенном слое осадка, фильтрование, центробежные методы.

– Захоронение сточных вод. Высококонцентрированные и токсичные сточные воды многих отраслей промышленности, например: концентрированные рассолы установок опреснения; сточные воды, содержащие металлоорганические, в частности, ртутьорганические соединения, для которых ещё не разработаны достаточно эффективные и экономичные методы, – могут быть захоронены в глубоких подземных горизонтах.

В данном производстве предполагается использовать метод фильтрации жидких отходов. Загрязнение атмосферы может произойти в результате попадания СОЖ на нагретые поверхности заготовок, а также металлообрабатывающего оборудования. Для избежания проблем, связанных с загрязнением атмосферы можно прибегнуть к методам очистки воздуха:

В данном производстве предполагается использовать метод окислительно – восстановительных процессов, в результате которых образуются новые экологически менее опасные продукты.

Твердые отходы в виде стружки, снятой с материала заготовки предполагается использовать повторно.

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайными ситуациями на производственном предприятии могут быть пожары. Основы пожарной безопасности определены по ГОСТ 12.1.004-91 и ГОСТ 12.1.010-76.

Все производства по пожарной опасности подразделяются на 5 категорий: А, Б, В, Г, Д. Производственное помещение, в котором выполняется технологический процесс, относится к категории В.

Причинами пожара могут быть: токи короткого замыкания, электрические перегрузки, выделение тепла, искрение в местах плохих контактов при соединении проводов, курение в неположенных местах.

4.4.1 Обоснование мероприятий по предотвращению пожара и разработка порядка действия в случае его возникновения

Тушение горящего электрооборудования под напряжением должно осуществляются имеющимися огнетушителями ОУ-5. Чтобы предотвратить пожар в производственном помещении, необходимо:

- содержать помещение в чистоте, убирать своевременно мусор. По окончании работы поводить влажная уборка всех помещений;
- работа должна проводиться только при исправном электрооборудовании;
- на видном месте должен быть вывешен план эвакуации из здания с указанием оборудования, которое нужно эвакуировать в первую очередь;
- уходящий из помещения последним должен проверить выключены ли нагревательные приборы, электроприборы, оборудование и т.д. и отключение силовой и осветительной электрической сети.

Также необходимо соблюдение организационных мероприятий:

- правильная эксплуатация приборов, установок;
- правильное содержание помещения;
- противопожарный инструктаж сотрудников аудитории;
- издание приказов по вопросам усиления ПБ;
- наличие наглядных пособий и т.п.

В случаях, когда не удастся ликвидировать пожар самостоятельно, необходимо вызвать пожарную охрану по номеру 010 и покинуть помещение, руководствуясь планом пожарной эвакуации.

Заключение

В ходе работы был разработан технологический процесс детали «Вал». Для этого были рассмотрены такие пункты, как анализ технологичности конструкции детали, обеспечение эксплуатационных свойств детали, способ получения заготовки, проектирование технологического маршрута, расчет допусков и припусков на обработку, расчет режимов резания, нормирование технологических переходов, проектирование приспособления.

В ходе выполнения раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» был произведен анализ конкурирующих разработок, SWOT-анализ, отражающий сильные и слабые стороны разработки, а также определена трудоемкость выполнения работ и произведен расчет материальных затрат НТИ. Бюджет проекта составил 8821523,53 руб.

В разделе «Социальная ответственность» проведен анализ и оценка вредных и опасных факторов, которые могут оказать воздействие на инженера-технолога, работающего в технологическом бюро, а также приведены рекомендации по обеспечению оптимальных условий труда и охране окружающей среды. Рассмотрены вопросы связанные с чрезвычайными ситуациями. В результате анализа разработан ряд рекомендаций по обеспечению оптимальных условий труда и охране окружающей среды.

Список литературы

1. Лебедев Л.В., Шрубченко И.В., Погонин А.А., Чепчуров М.С., Бойко А.Ф. — Старый Оскол: ТНТ, 2013. — 624 с.
2. 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.
3. Пашкевич М.Ф. Технологическая оснастка: учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов. — Мн.: Адукацыя і выхаванне, 2002. — 320 с.
4. Должиков В.П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: Учебное пособие. — Томск: Изд-во ТПУ, 2003. — 324 с.
5. Сталь 40 // Центральный металлический портал РФ URL: http://metallcheckiy-portal.ru/marki_metallov/stk/40 (дата обращения: 31.05.19).
6. Основы технологической подготовки производства. — Учебное пособие, под. Ред. С.А. Медведева, Санкт-Петербург 2010г. — 69с.
7. Схиртладзе А. Г., Пучков В. П., Прис Н. М. Проектирование технологических процессов в машиностроении: учебное пособие/ А. Г. Схиртладзе, В. П. Пучков, Н. М. Прис. — Старый Оскол: ТНТ, 2011. — 408 с.
8. TC16A20Ф3 токарный станок с чпу [Электронный ресурс] - <https://stankomach.com/katalog-stankov/tokarnye/ChPU/tc16k/obzor/tc16a20f3.html>
9. Сайт подбора вакансий [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://russia.trud.com/>

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

11.Техническое нормирование операций механической обработки деталей: Учебное пособие. Компьютерная версия. – 2-е изд., перер. /И.М. Морозов, И.И. Гузеев, С.А.Фадюшин. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2005. – 65 с.

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

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

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

15. Инструкция о действиях работников в случае возникновения пожара // Аудит Пожарной Безопасности URL: <http://pozharaudit.ru/useful179.html> (дата обращения: 25.05.19).

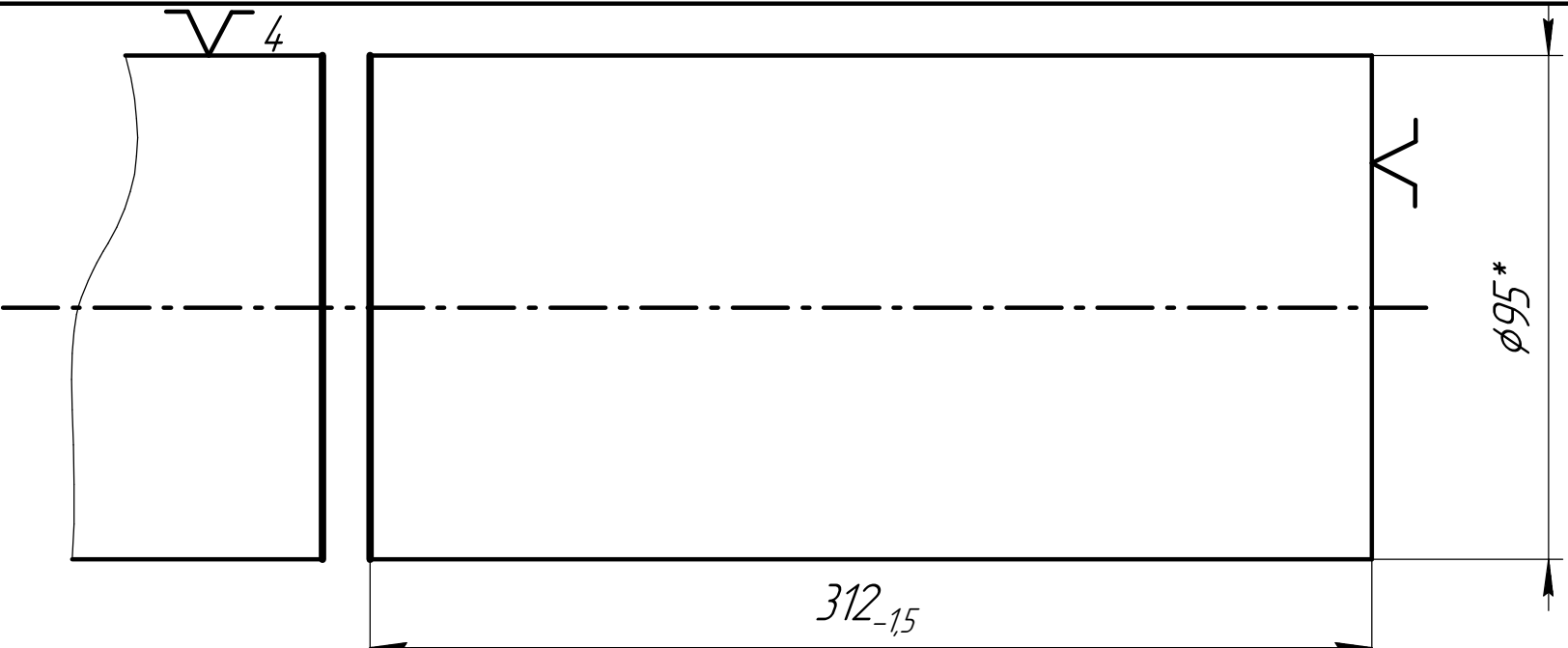
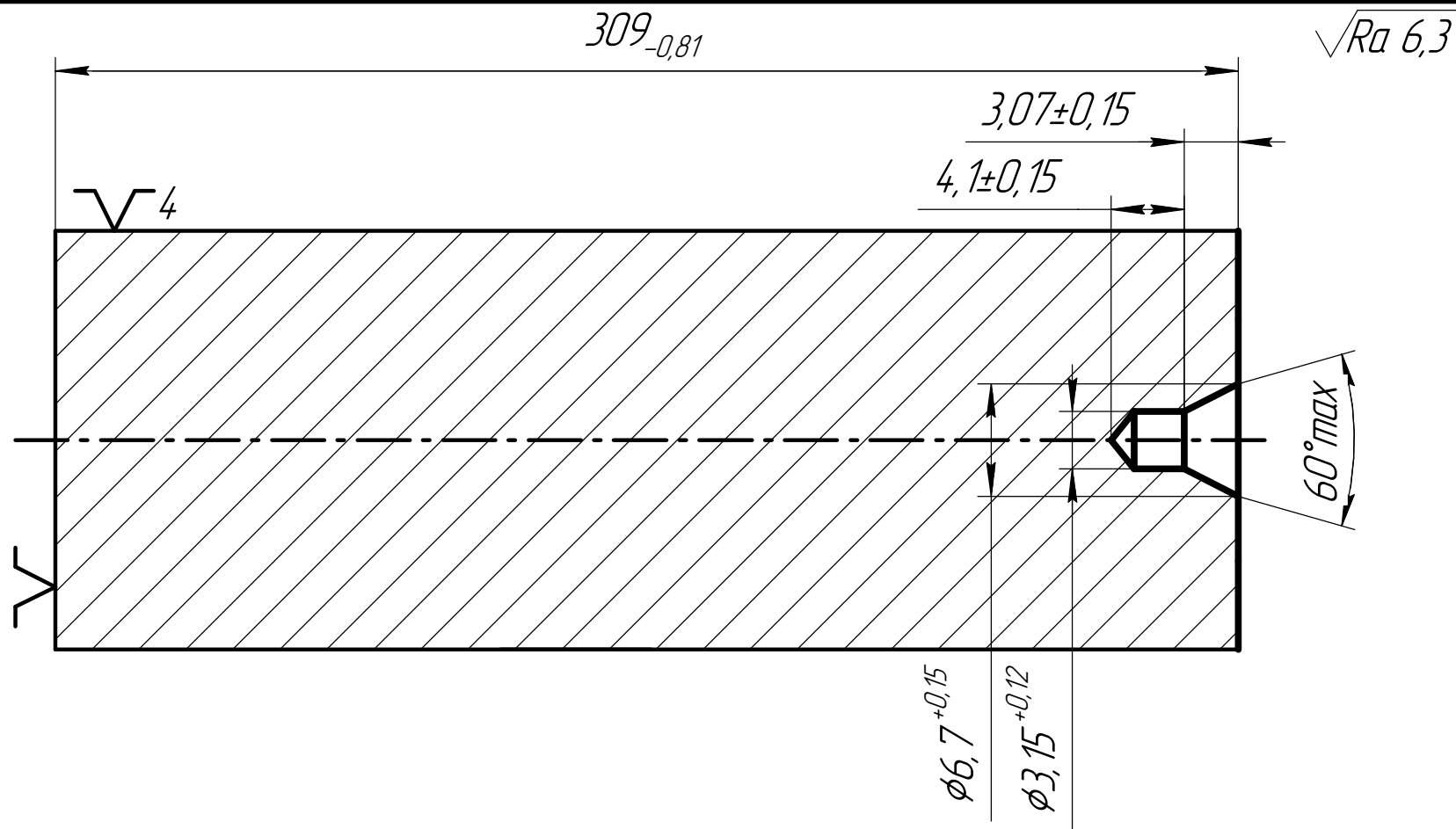
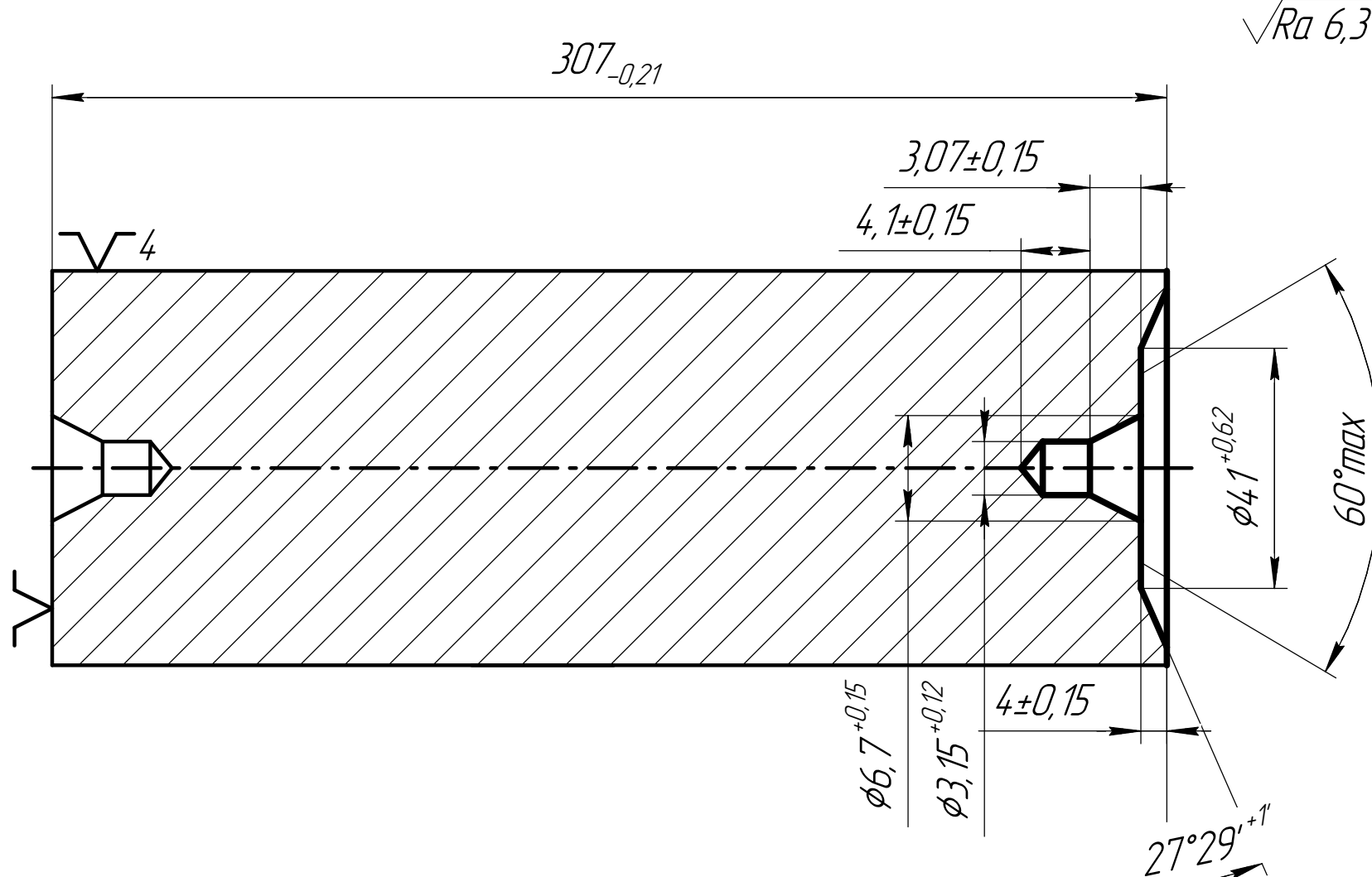
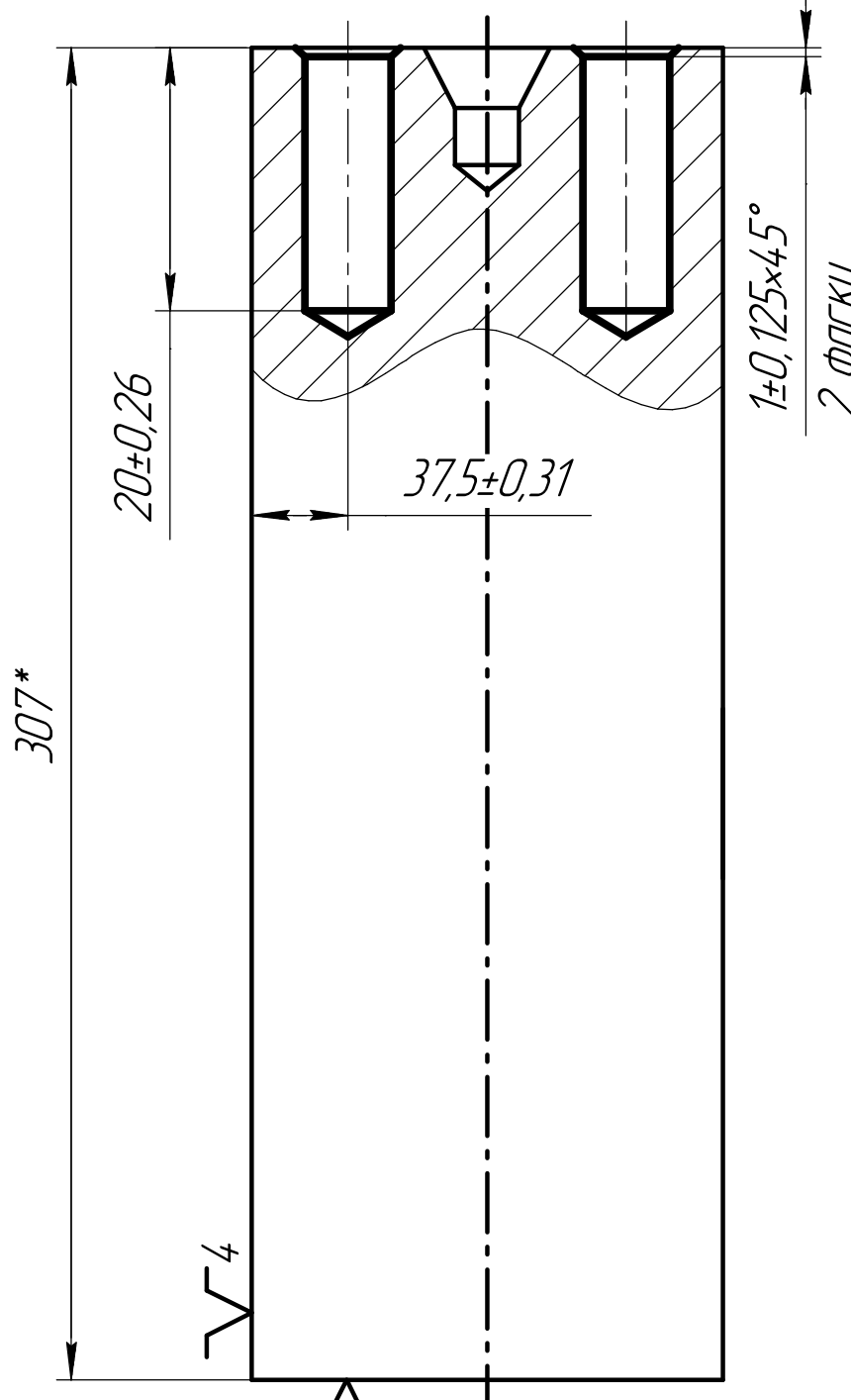
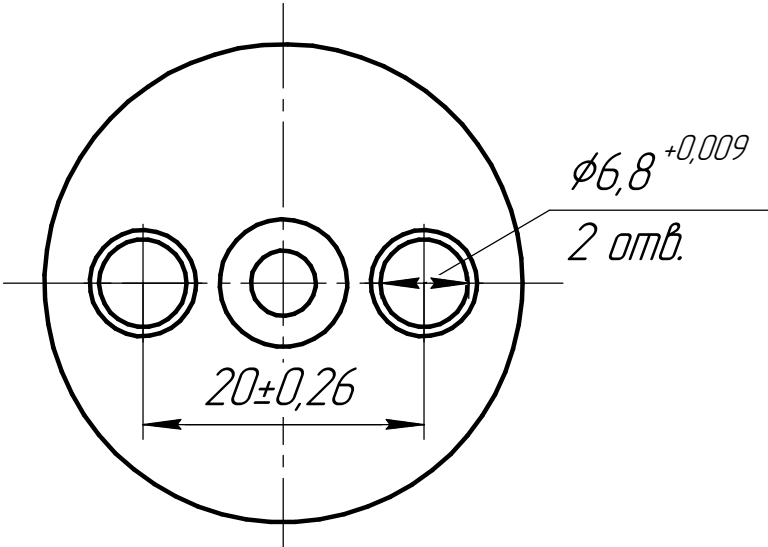
16. Лабораторный практикум по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» для студентов всех специальностей: учебное пособие/ Ю.А. Амелькович, Ю.В. Анищенко, А.Н. Вторушина, М.В. Гуляев, М.Э. Гусельников, А.Г. Дашковский, Т.А. Задорожная, В.Н. Извеков, А.Г. Кагиров, К.М. Костырев, В.Ф. Панин, А.М. Плахов,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

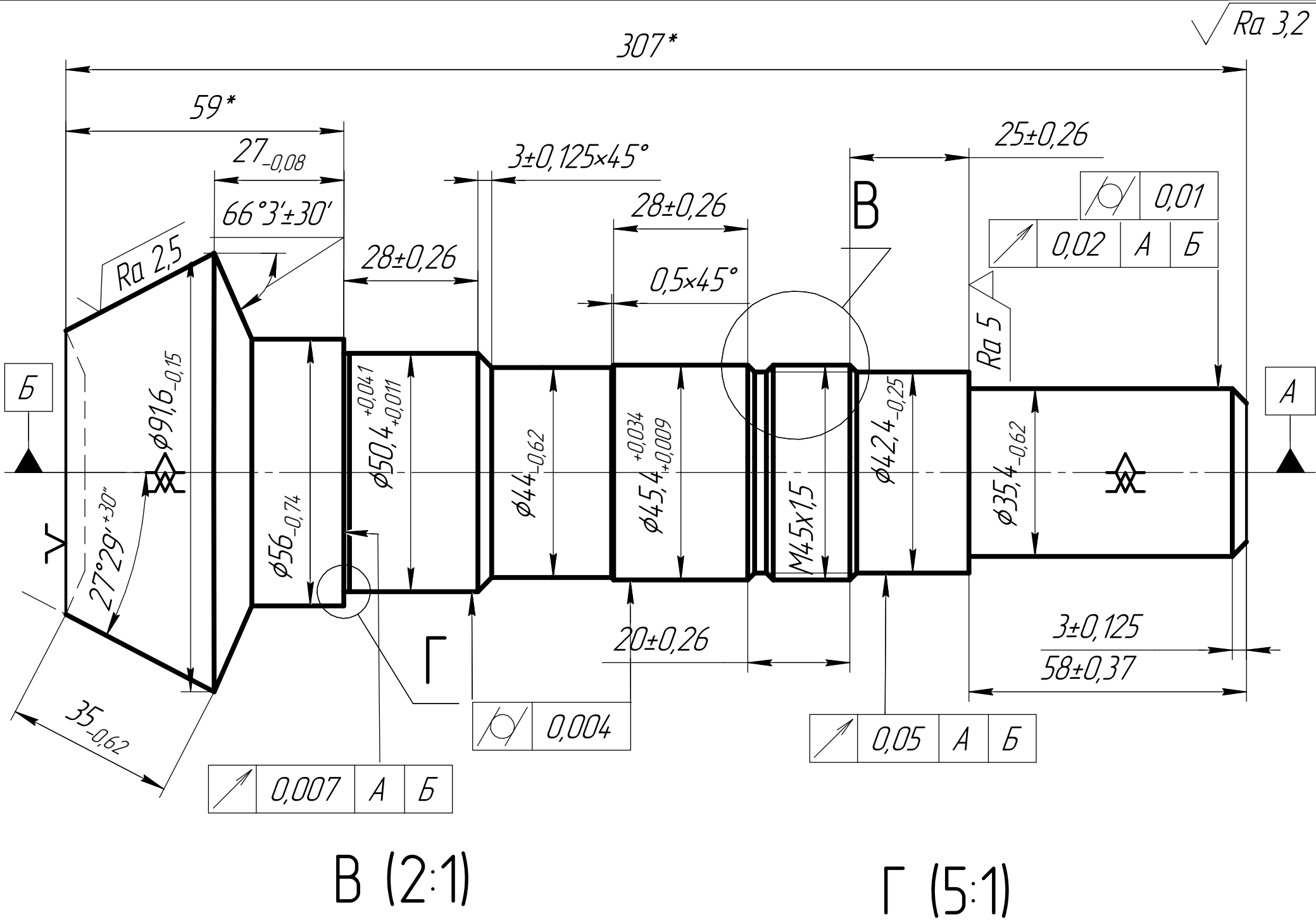
17. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2016 год

Приложение А

Проектирование технологических операций

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

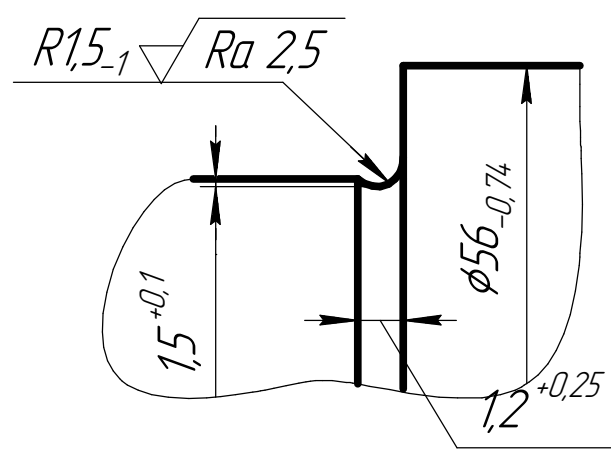
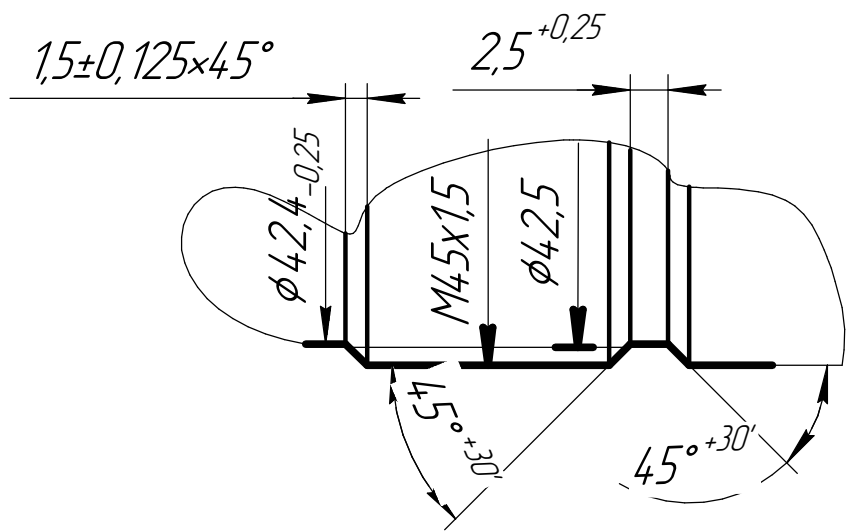
Операционный эскиз		Описание											
		<u>005 Заготовительная</u> А. Установить заготовку в призмы. База: наружный диаметр и торец 1. Отрезать заготовку, выдерживая размер 312 _{-1,5} мм.											
		<u>010 Токарная</u> А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон База: внешний диаметр и торец 1. Подрезать торец выдерживая размер 309 _{-0,81} мм 2. Центровать торец выдерживая размеры 6,7 ^{+0,15} мм, 3,15 ^{+0,12} мм, 4,1±0,15 мм, 3,07±0,15 мм, , 60°max.											
		Б. Переустановить заготовку в трехкулачковый патрон База: внешний диаметр и торец 3. Подрезать торец выдерживая размер 307 _{-0,21} мм. 4. Точить контур выдерживая размеры 41 ^{+0,62} мм, 4±0,15 мм, 27°29'±1' . 5. Центровать торец выдерживая размеры 6,7 ^{+0,15} мм, 3,15 ^{+0,12} мм, 4,1±0,15 мм, 3,07±0,15 мм, 60°max.											
		<u>015 Вертикально-сверлильная</u> А. Установить заготовку в пневмо зажимное приспособление База: внешний диаметр и торец 1. Сверлить 2 отверстия 6,8 ^{+0,009} выдерживая размер 20±0,26 мм, 20±0,26 мм. 2. Снять 2 фаски 1±0,125x45°.											
		<table data-bbox="1142 2861 1467 2935"><tr><td>Изм.</td><td>Лист</td><td>№ докум.</td><td>Подп.</td><td>Дата</td></tr><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr></table>		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата									



020 Токарная с ЧПУ

А. Установить заготовку в поводковый центр и центр задней бабки
База: центра и торец.

1. Точить деталь согласно эскиза
2. Выдерживать отклонения от радиального биения-0,02 мм, 0,07 мм, 0,05 мм.
цилиндричности - 0,01 мм, 0,004 мм,

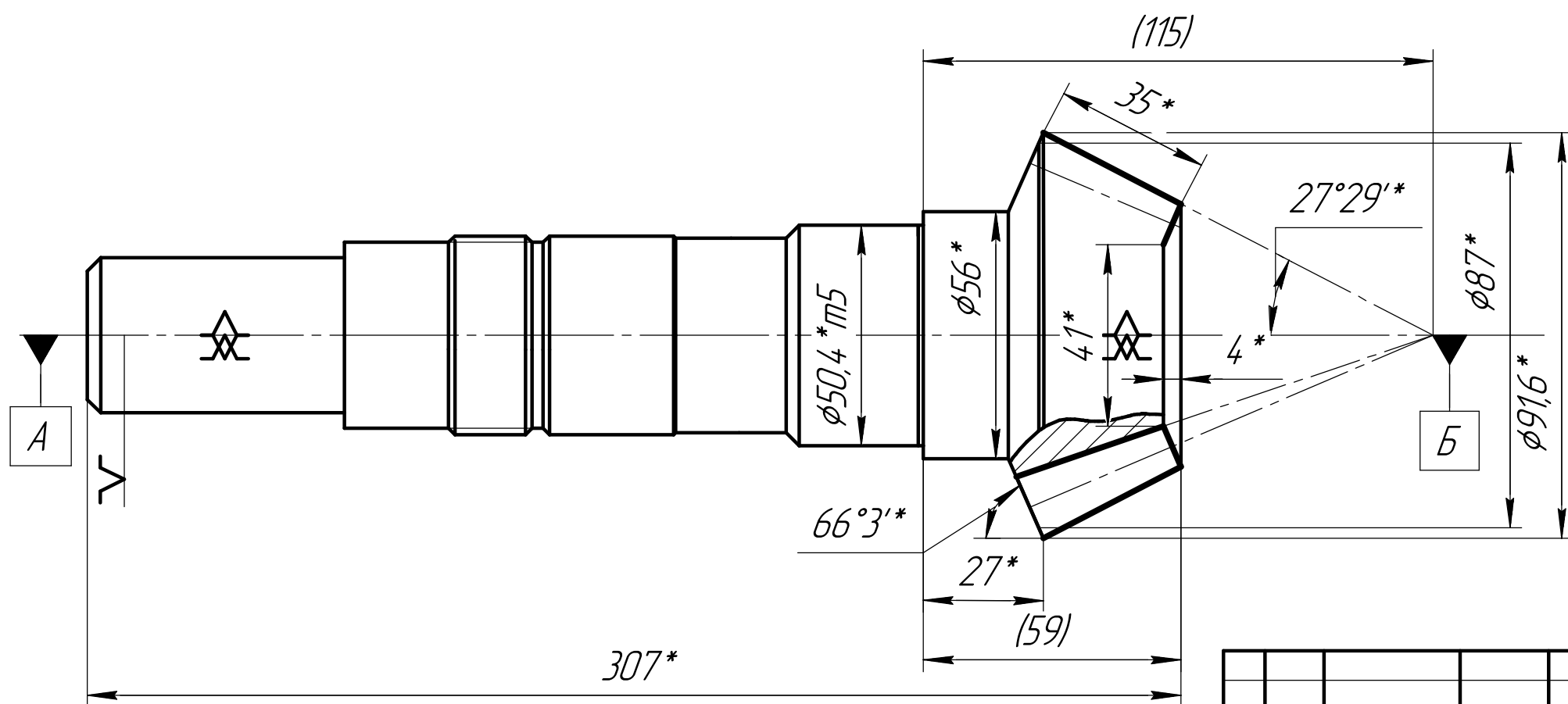


Внешний окружной модуль	m_e	5
Число зубьев	Z	16
Тип зуба	-	Прямой
Исходный контур	-	ГОСТ 13754-81
Коэффициент смещения	X_e	0
Угол делительного конуса	δ	23°58'
Степень точности	-	
Средняя толщина зубопо постоянной хорде в измеренном сечении	S_x	4,49
Высота до средней постоянной хорды зуба в измеренном сечении	h_{ax}	6,46
Межосевой угол	Σ	90
Угол конуса впадин	δ_l	20°29'
Внешнее начальное конусное расстояние	R_e	98,48
Среднее начальное конусное расстояние	R	81,0
Средний делительный диаметр	d	65,8
Внешняя высота зуба	h_e	11,0

025 Зубофрезерная

А. Установить заготовку в поводковый центр и центр задней бабки
База: центра и торец.

1. Фрезеровать зубья в размеры согласно эскизу



030 Слесарная

1. Снять заусенцы, притупить острые кромки
2. Нарезать 2 резьбы М8х1,5

035 Контрольная

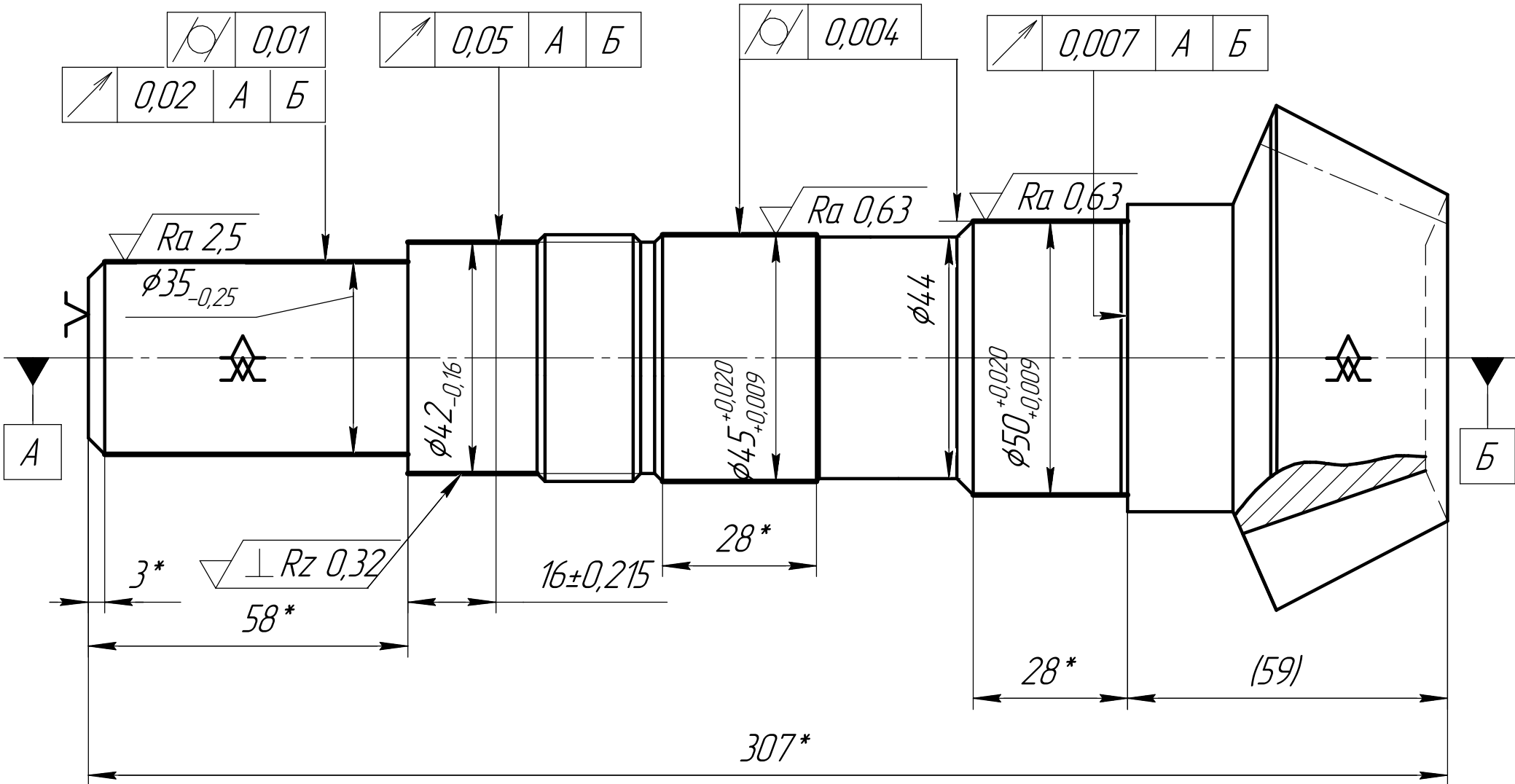
1. Контролировать размеры полученных поверхностей

040 Термическая

1. Калий зybя ТВЧ 270-290 НRC.
2. Отпустить при температуре 650-700°С.

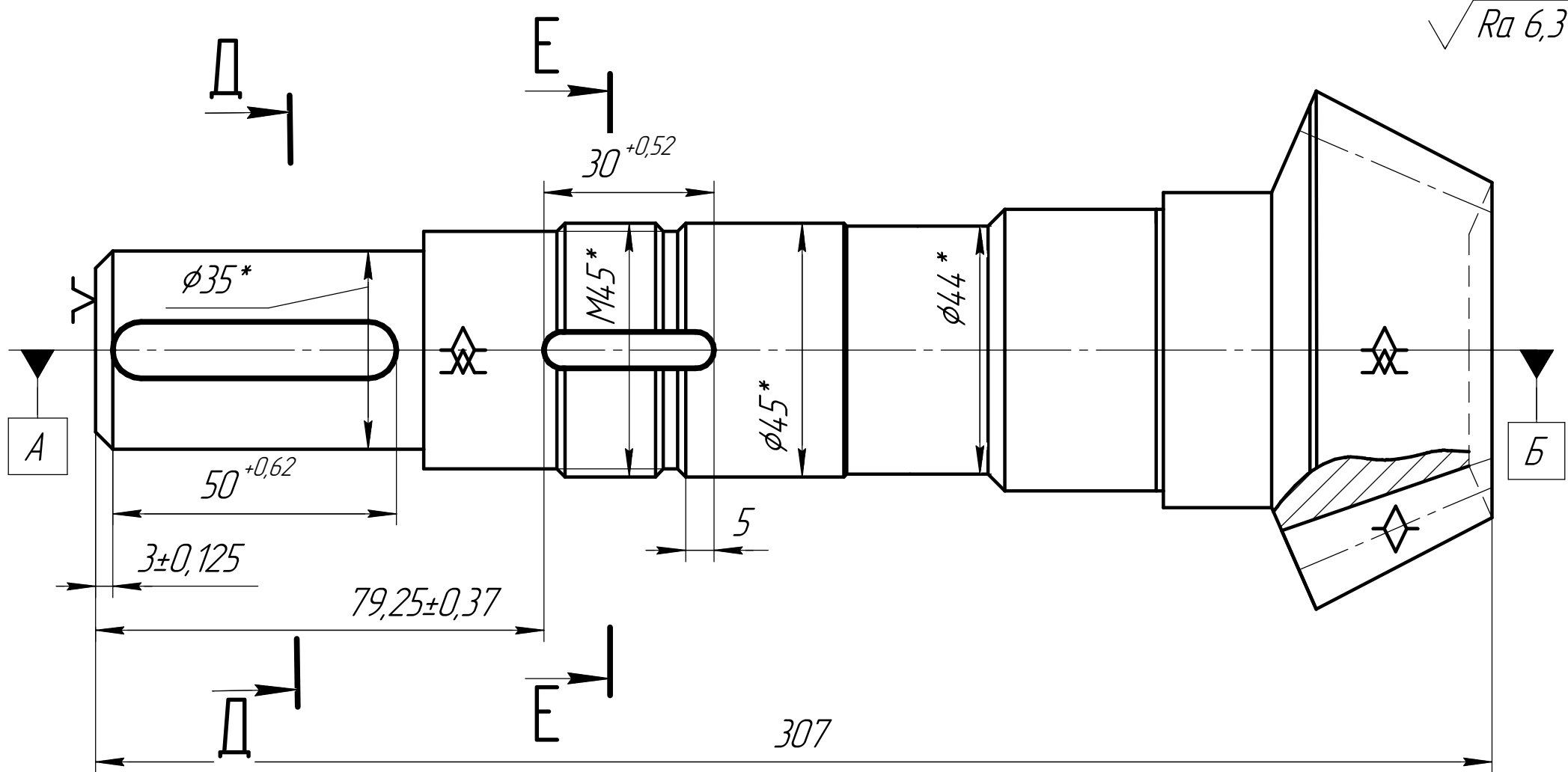
045 Кругло-шлифовальная

1. Установить заготовку в поводковый центр и центр задней бабки.
База: центры и торец.
2. Шлифовать поверхности согласно эскизу.
3. Выдерживая отклонения от радиального биения-0,02 мм, 0,07 мм, 0,05 мм.
цилиндричности - 0,01 мм, 0,004 мм,



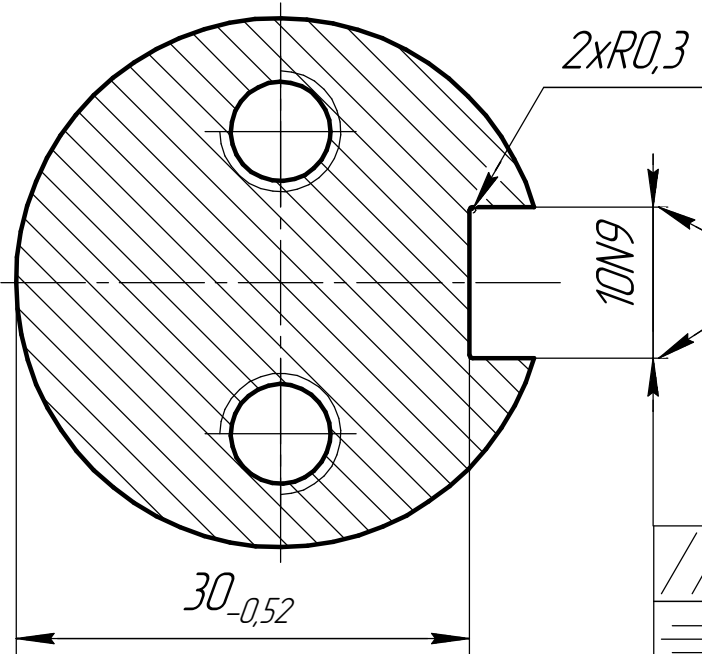
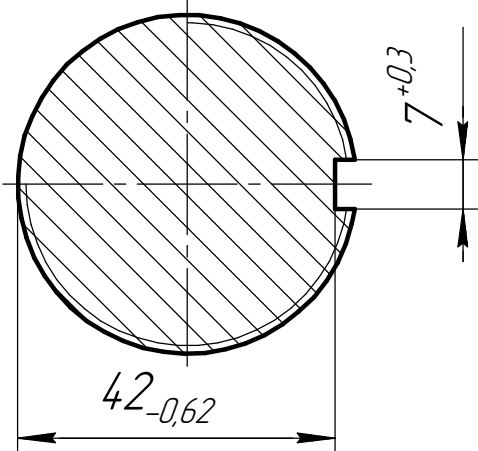
050 Фрезерная

1. Установить заготовку в центрах
База: центры, торец.
2. Фрезеровать шпоночный пазы в
размеры согласно эскизу.



E-E

Д-Д (2:1)



///	0,018	A	Б
≡	0,072	A	Б

Инд. № подл. Подп. и дата

Взам. инд. №

Подп. и дата

Инд. № подл.

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

Копировал

Формат А2

Лист

055 Слесарная

1. Снять заусенцы притупить острые кромки

060 Контрольная

1. Контролировать размеры полученных поверхностей
2. Контролировать биеение полученных поверхностей
3. Контролировать цилиндричность полученных поверхностей
4. Контролировать шероховатость полученных поверхностей

065 Промышленная

1. Промыть детали по ТТП 01279-00002

070 Консервация

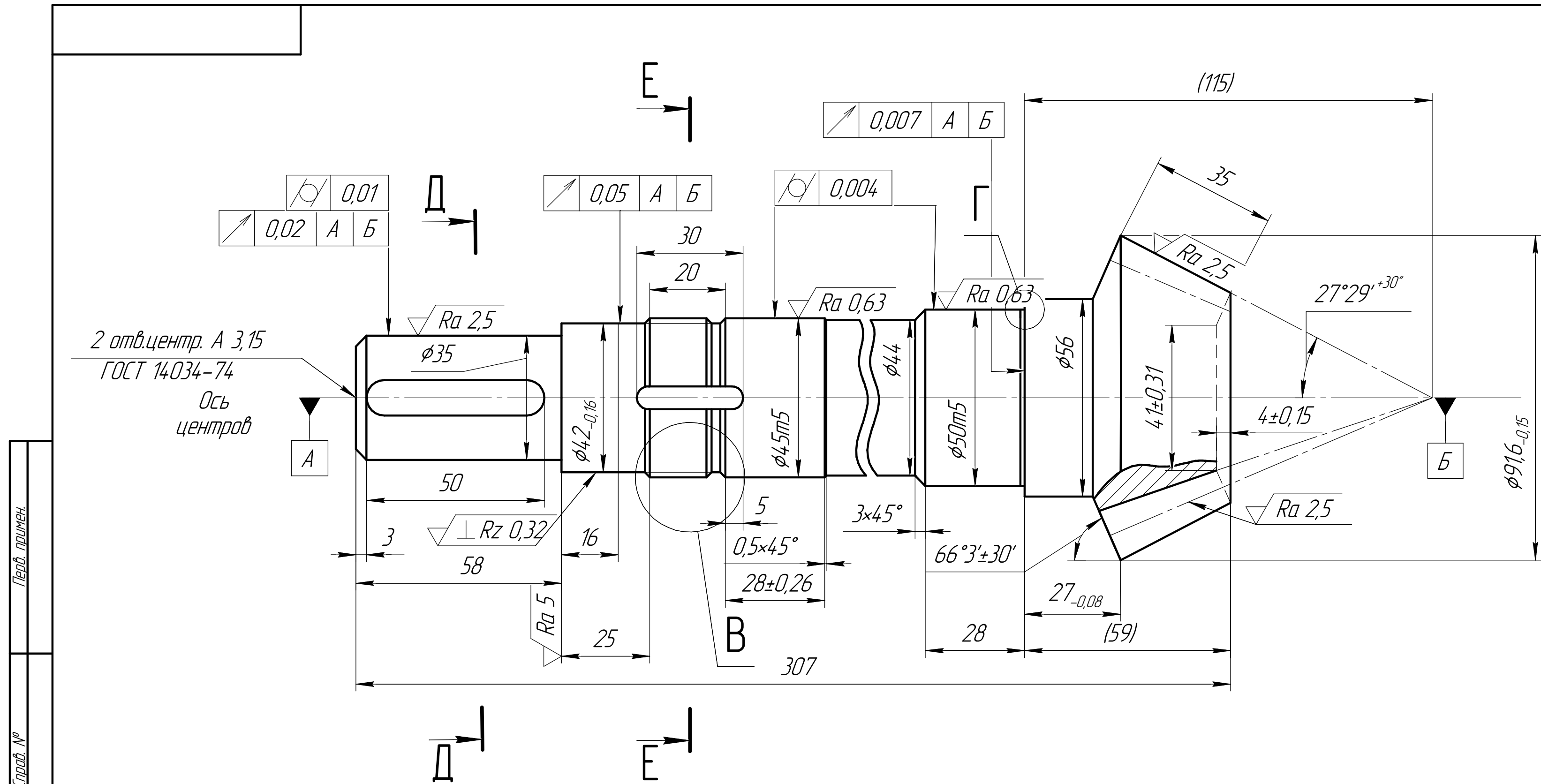
1. Консервировать детали по ТТП 60270-00002, вариант 14

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

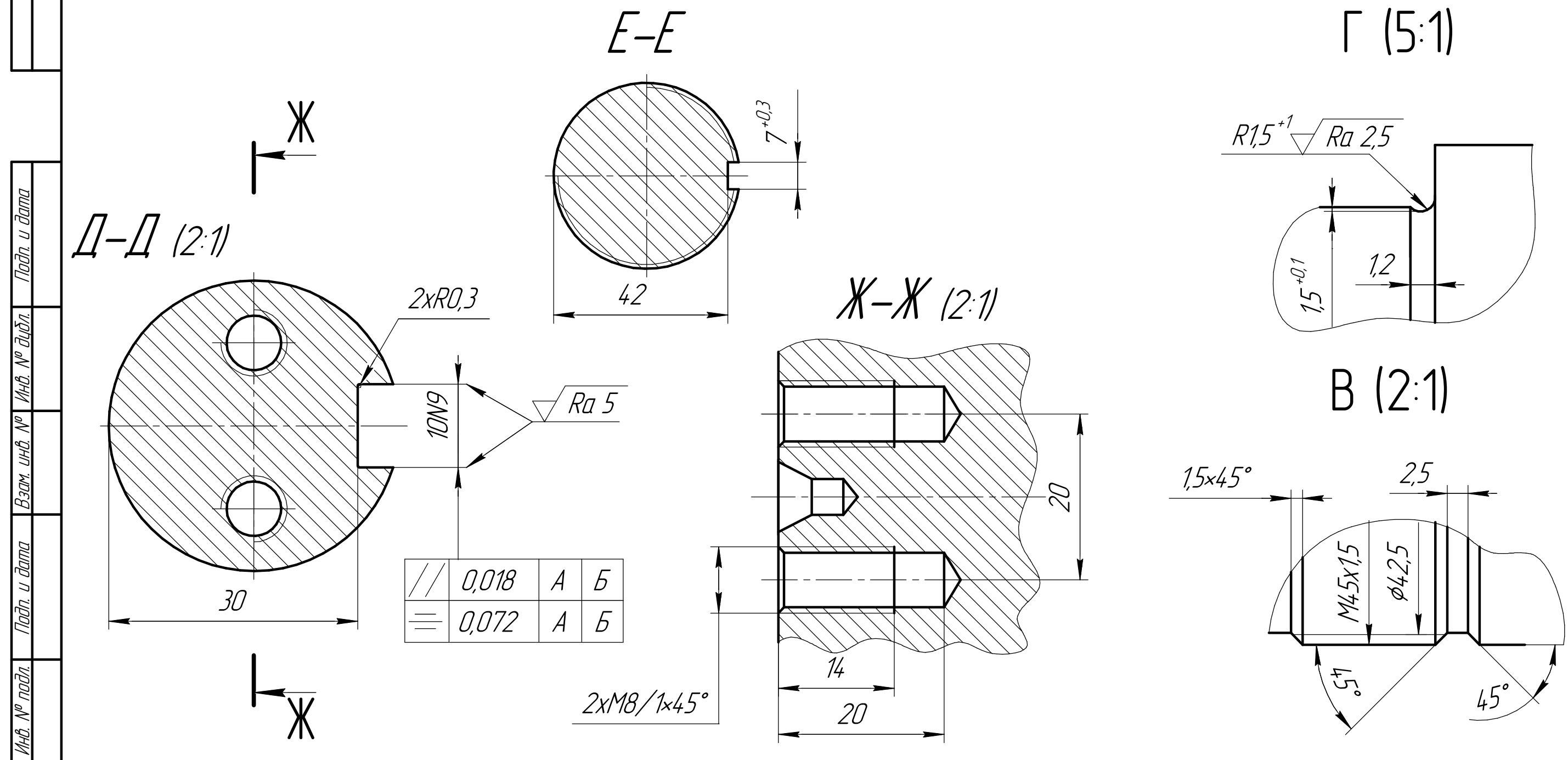
						Лист
Взм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Приложение Б

Чертеж детали



Внешний окружной модуль	m_e	5
Число зубьев	Z	16
Тип зуба	-	Прямой
Исходный контур	-	ГОСТ 13754-81
Коэффициент смещения	X_e	0
Угол делительного конуса	δ	$23^\circ 58'$
Степень точности	-	
Средняя толщина зуба по постоянной хорде в измеренном сечении	S_x	4,49
Высота до средней постоянной хорды зуба в измеренном сечении	h_{ax}	6,46
Межосевой угол	Σ	90
Угол конуса впадин	δ_i	$20^\circ 29'$
Внешнее начальное конусное расстояние	R_e	98,48
Среднее начальное конусное расстояние	R	81,0
Средний делительный диаметр	d	65,8
Внешняя высота зуба	h_e	11,0



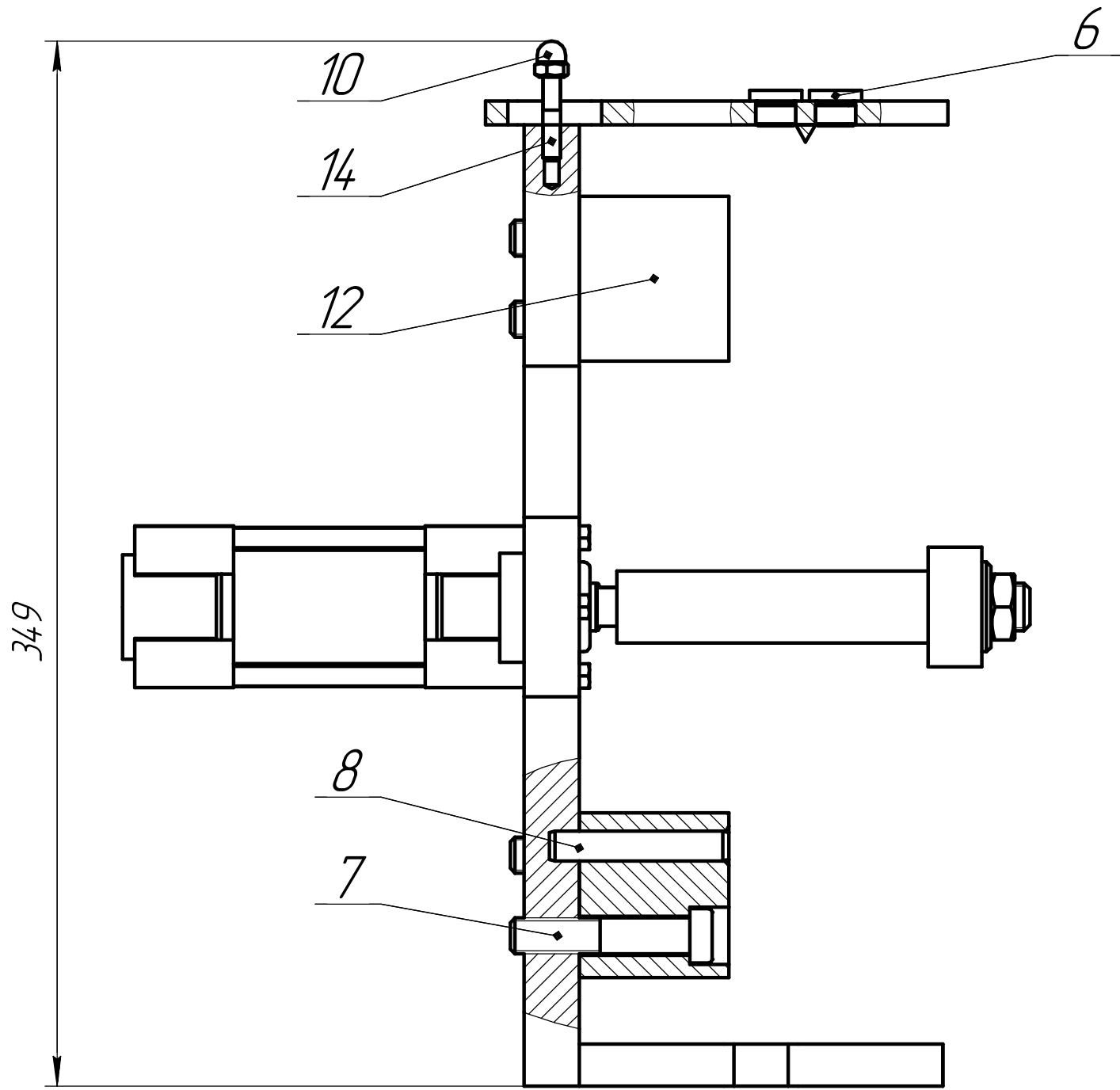
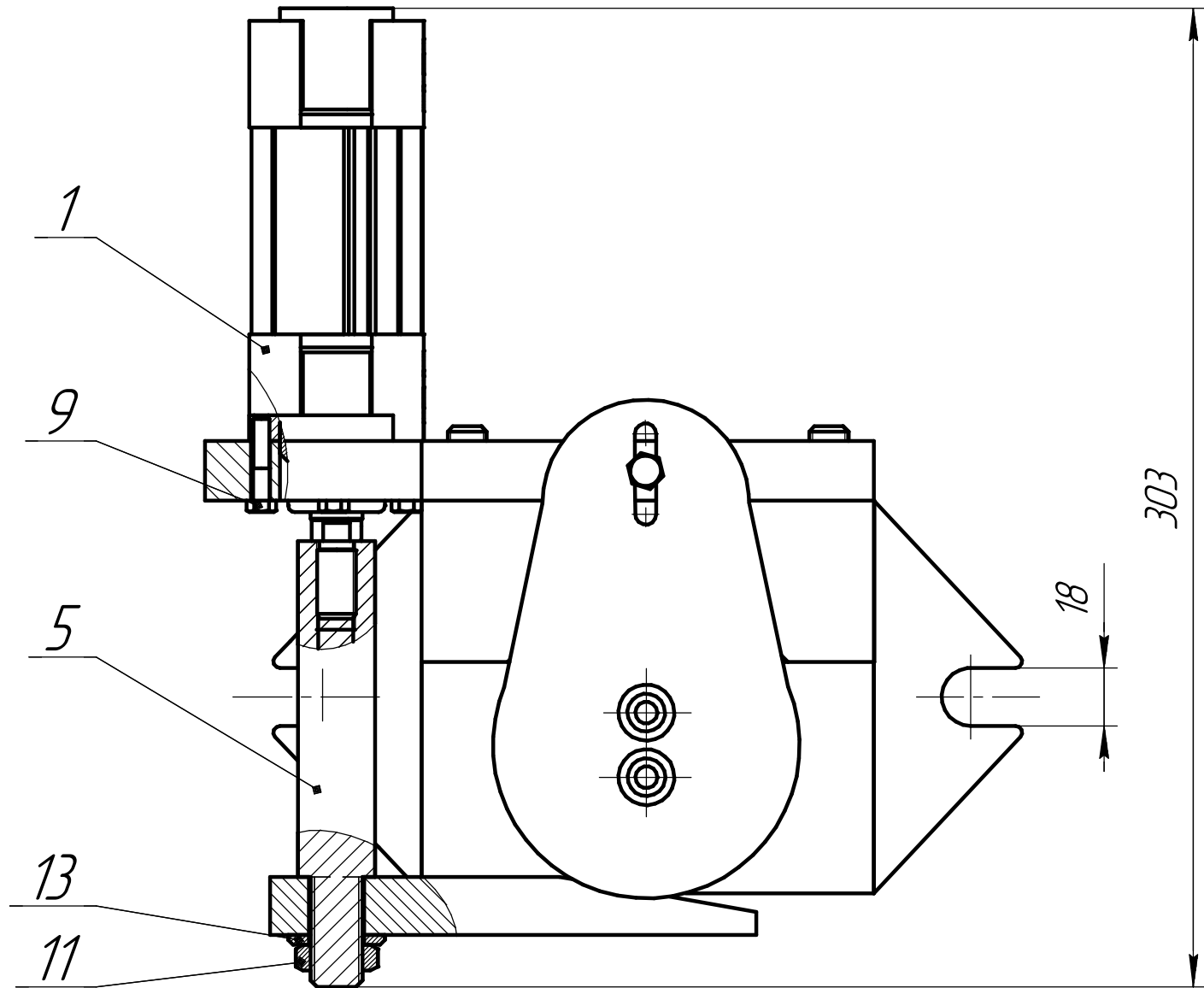
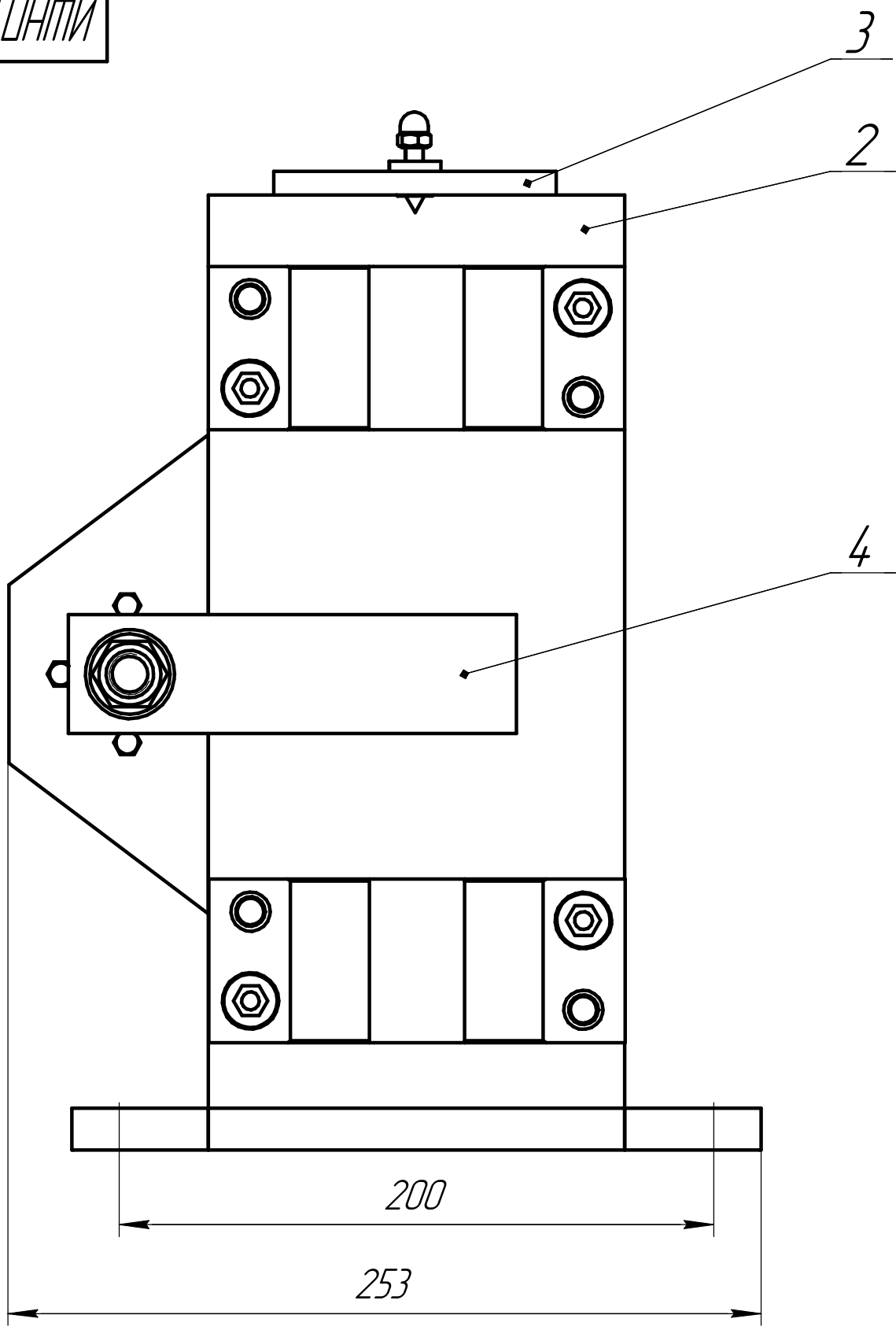
1. НВ 170-190
2. Твердость зубьев НВ 270-290
3. Точность зубчатого колеса - в соответствии с ГОСТ 1758-81
4. Неуказанные предельные отклонения размеров: охватываемых - $h14$, остальных - $\pm 0,5$ IT 14

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Колесо зубчатое	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.								1:1
Пров.								
Т.контр.								
Н.контр.					Сталь 40			
Утв.					ГОСТ 1050-88			
Копировал						Формат А2		

Приложение В

Чертеж приспособления

ИШНПТ-1014.00.00.00.СБ



ИШНПТ-1014.00.00.00.СБ						Кондуктор откидной		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Штеппе И.В.						18,18	1:1
Проб.	Ефременков Е.А.					Лист	Листов	1
Т.контр.						ТПУ ИШНПТ Группа 4А51		
Н.контр.						Копировал		
Утв.						Формат А2		

Приложение Г

Комплект технологической документации

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			

	НИ ТПУ		ИШНПТ-1014.00.00.00						ИШНПТ 4А51							
	Вал								1	1	1					

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

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ

На маршрутный технологический процесс механической обработки
детали «Вал»

Проверил: Доцент
Ефременков Е.А.

Выполнил: студент группы 4А51
Штелле И.В.

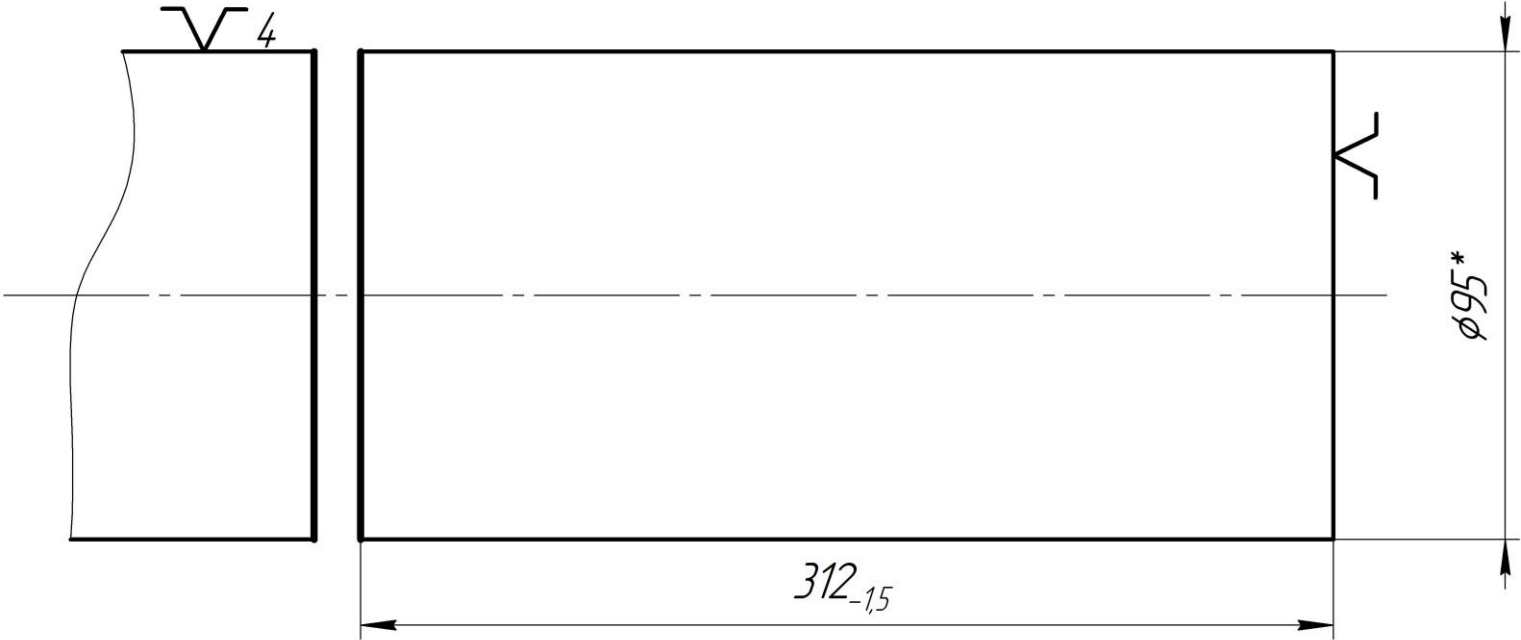
										ГОСТ 3.118-82			Форма 1							
													2	1						
Разраб.		Штелле И. В.							НИ ТПУ	ИШНПТ-1014.00.00.00						ИШНПТ 4А51				
Проверил		Ефременков Е.А.																		
Н. контр.																				
M01	Сталь 40 ГОСТ 1050-88																			
	Код		ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.		КИМ	Вид загот.		Профиль и размеры						КД	МЗ		
M02	080000		166	4,22	1			0,244	Прокат		Ø95×312			1	17,29					
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции				Обозначение документа											
Б	Код, наименование оборудования								СМ	Проф.		Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тп.з.	Тшт.
A03	005 Заготовительная								Станочник		2	18800	1	1	1	100	10	3,76		
B04	Отрезной круглопильный станок 8Г663																			
A05	010 Токарная								Токарь		4	19149	1	1	1	100	20	3,82		
B06	Токарный станок 16K20																			
A07	015 Вертикально-сверлильная								Станочник		3	18800	1	1	1	100	5	1,21		
B08	Вертикально-сверлильный станок 2C132																			
A09	020 Токарная с ЧПУ								Оператор станка с ЧПУ		4	16045	1	1	1	100	27	7,97		
B10	Токарный станок с ЧПУ TC16A20Ф3																			
A11	025 Зубофрезерная								Зуборезчик		4	12273	1	1	1	100	12	14,52		
B12	Зубофрезерный станок 5K32																			
A13	030 Слесарная								Слесарь		2	18466	1	1	1	100	1	4		
A14	035 Контрольная								Контролер		3	12958	1	1	1	100		1		
МК																				

[illegible]

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

							2	1
Разраб.	Штелле И.В.			НИ ТПУ	ИШНПТ-1014.00.00.00		ИШНПТ 4А51	
Пров.	Ефременков Е.А.							
				Вал				005
Н. контр.								

$\sqrt{Ra\ 6,3}$



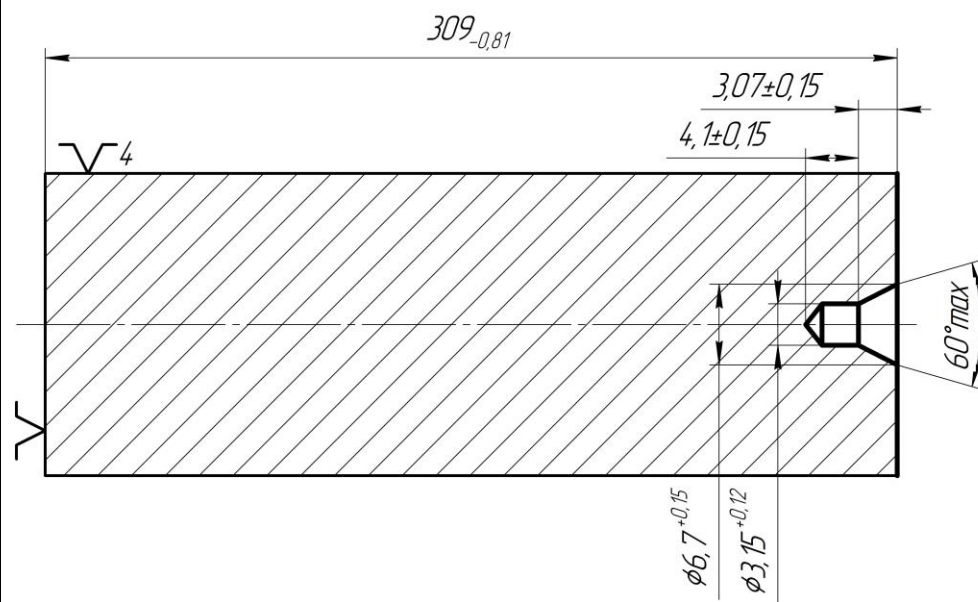
**Размеры для справок*

[illegible]

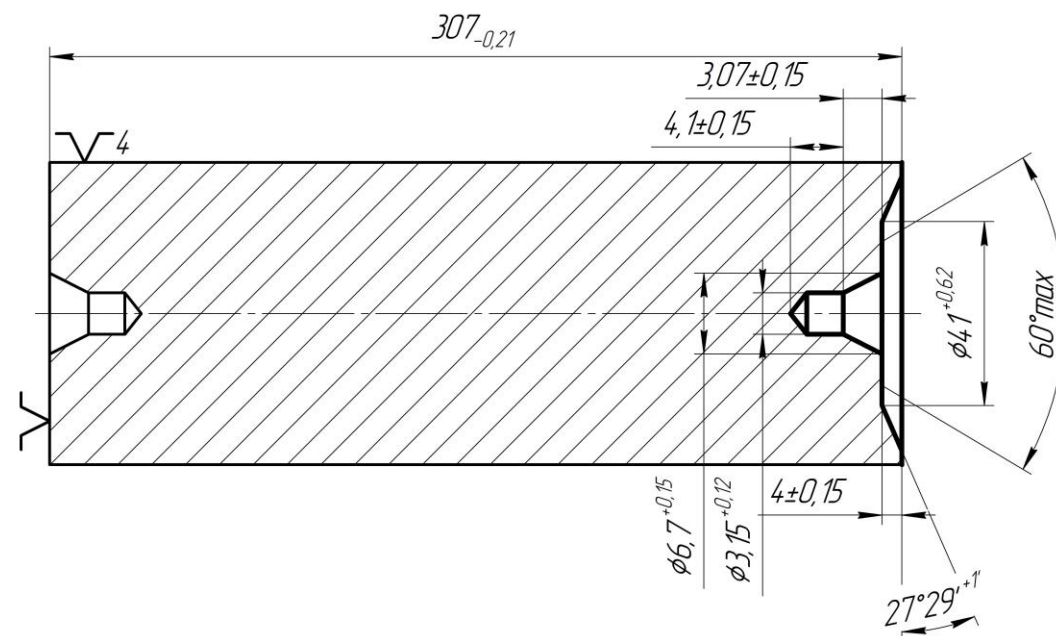
[illegible]

ИШНПТ-1014.00.00.00	ИШНПТ 4A51	010
---------------------	------------	-----

Установ А



Установ Б



KƏ

										ГОСТ 3.1404-86				Форма 3				
													3	1				
Разраб.		Штелле И.В.						НИ ТПУ		ИШНПТ-1014.00.00.00					ИШНПТ 4А51			
Пров.		Ефременков Е.А.																
Н. контр.										Вал					010			
Наименование операции				Материал				Твердость		ЕВ	МД		Профиль и размеры			МЗ		КОИД
Токарная				Сталь 40 ГОСТ 1050-88				197НВ		кг	4,22		Прокат Ø95×312			17,29		1
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы				То	Тв		Тп.з.		Тшт.		СОЖ			
Токарный станок 16К20								0,73	1,18		10		4,02		-			
Р					ПИ		D или B		L		t	i	S	n	V			
O01	Установить заготовку в 3-х кулачковый патрон																	
O02	Базы: Наружный диаметр и торец																	
T03	Патрон 3-х кулачковый 7100-0015 ГОСТ 2675-80																	
O04	1.Подрезать торец в размер 309 ^{-0,81} мм																	
T05	Резец проходной отогнутый 2112-1102 ГОСТ 18877-73;																	
T06	Пластина 01331-160304 ГОСТ 19045-80 T15K6																	
T07	Штангенциркуль ШЦ-II-400-0,05 ГОСТ 19045;																	
T08	Образец шероховатости 6,3 Т ГОСТ 9378-93																	
P09					95				309		1	2	0,2 мм/об		700		195	
O10	2.Центровать торец выдерживая размеры Ø6,7 ^{+0,36} мм,3,07±0,15 мм,																	
O11	4,1±0,15 мм, Ø3,15 ^{+0,12} мм,60°±1°.																	
T12	Центровочное сверло 2317-0118 ГОСТ 14952-75 P6M5;																	
T13	Патрон сверлильный 13-B16 ГОСТ 8522-79																	
OK																		

[illegible]

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

[illegible][illegible]

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

[illegible]

Q3	4,1±0,15 mm, Ø3,15 ^{+0,12} mm, 60°±1°.
----	---

Т33	Центровочное сверло 2317-0118 ГОСТ 14952-75 Р6М5;
-----	---

T34	Патрон сверлильный 13-B16 ГОСТ 8522-79
-----	--

ТЗ	Глубиномер ГМ 25-2 ГОСТ 7470-92; Угломер типа 2-2 ГОСТ 5378-88
----	--

P36	6,7	7,17	1,575	1	0,2 мм/об	1400	13,8
-----	-----	------	-------	---	-----------	------	------

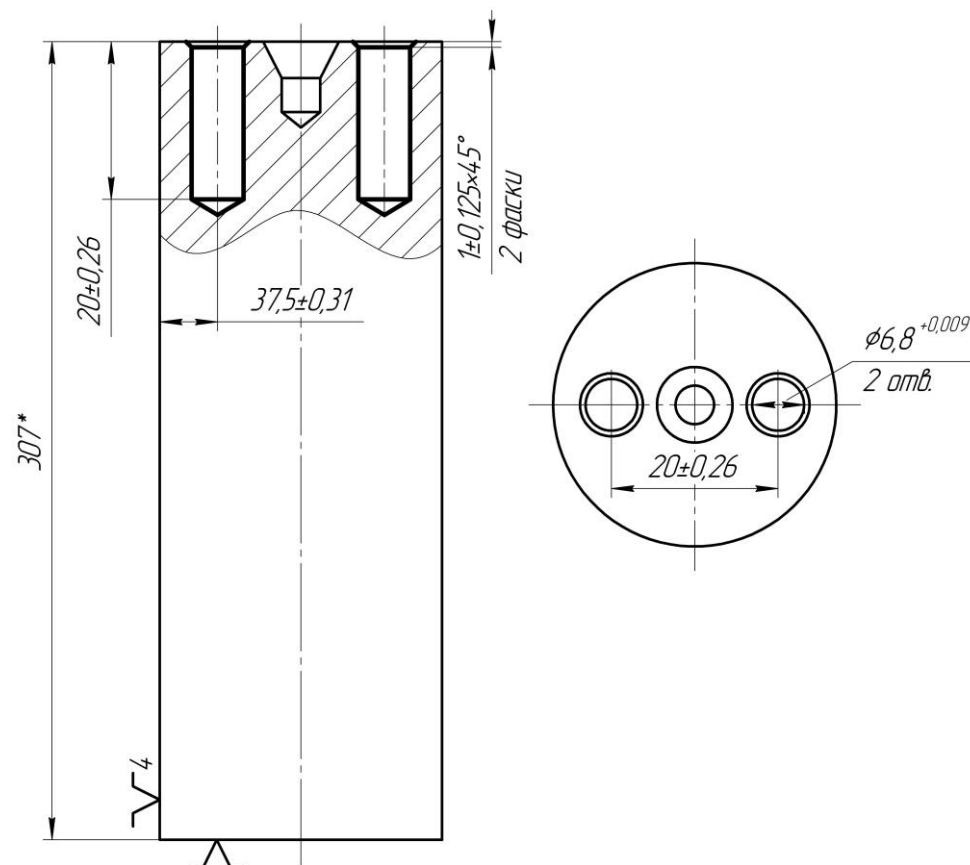
[illegible][illegible][illegible][illegible][illegible][illegible][illegible][illegible][illegible][illegible][illegible]

OF	
----	--

OK

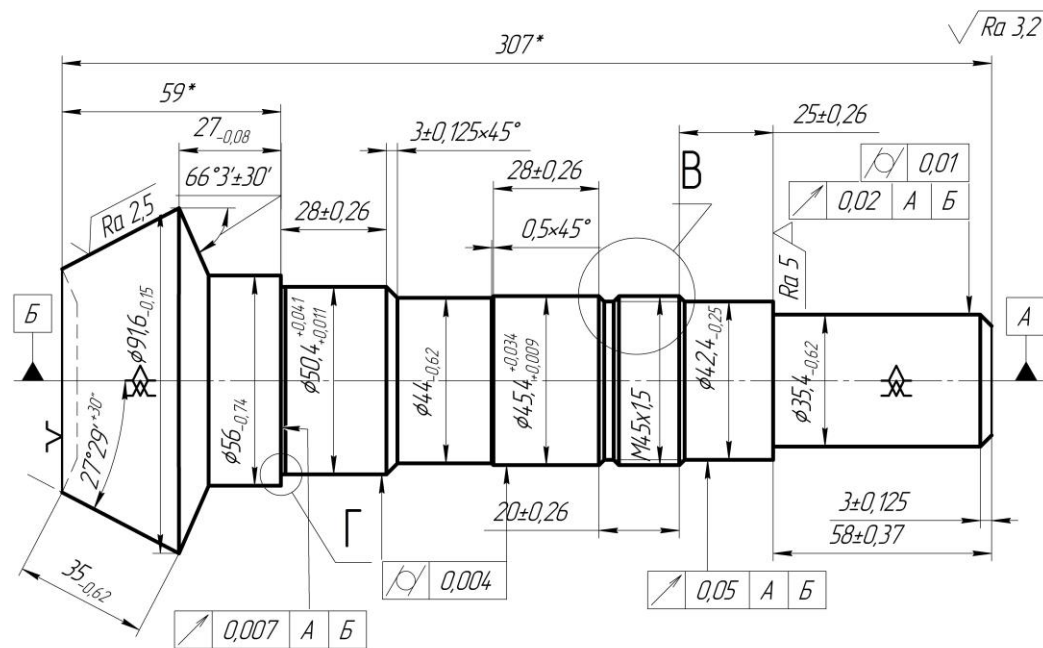
[illegible]

015

 $\sqrt{Ra\ 3,2}$ 

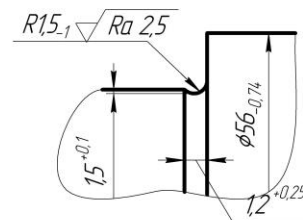
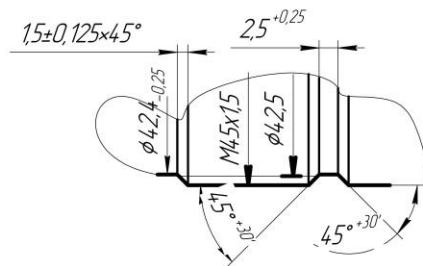
										ГОСТ 3.1404-86				Форма 3			
										1			1				
Разраб.		Штелле И.В.						НИ ТПУ		ИШНПТ-1014.00.00.00					ИШНПТ 4А51		
Пров.		Ефременков Е.А.															
Н. контр.										Вал					015		
Наименование операции				Материал				Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ		КОИД
Вертикально-сверлильная				Сталь 40 ГОСТ 1050-88				197НВ		кг	4,22	Прокат Ø95×307			17,29		1
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы				То	Тв		Тп.з.	Тшт.	СОЖ				
Вертикально-сверлильный станок 2С132								0,75	0,97		5	1,21	-				
Р					ПИ	D или B		L		t	i	S	n	V			
O01	Установить заготовку в пневмозажимное приспособление																
O02	Базы: внешний диаметр и торец;																
T03	Пневмозажимное приспособление;																
O04	1Сверлить 2 отверстия Ø6,8 ^{+0,009} мм, выдерживая размеры 20±0,26мм, 20±0,26мм;																
T05	Сверло спиральное с коническим хвостовиком 2317-0006 ГОСТ 10903-74;																
T06	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-99;																
P06					6,8		20		1	0,2 мм/об		1000		21,98			
O08	Снять 2 фаски 1±0,125x45°																
T09	Зенковка 2353-0089 ГОСТ 14953-80																
OK																	

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

[illegible][illegible]

B (2:1)

Γ (5:1)



										ГОСТ 3.1404-86				Форма 3		
Разраб.		Штелле И.В.						НИ ТПУ		ИШНПТ-1014.00.00.00					ИШНПТ 4А51	
Пров.		Ефременков Е.А.														
Н. контр.								Вал						020		
Наименование операции				Материал				Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ		КО
Токарная с ЧПУ				Сталь 40 ГОСТ 1050-88				197НВ		кг	4,22	Прокат Ø95×307		17,29		1
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы				То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ				
Токарный станок с ЧПУ ТС16А20Ф3				8700-0001				6,456	1,46	27	7,97	Эмулькат ТУ 0258-088-057446885-96				
Р					ПИ		D или B		L		t	i	S	n	V	
O01	Установить заготовку в зубчатый поводковый центр и центр задней бабки															
O02	Базы: Центры и торец															
T03	Зубчатый поводковый центр, StebCentre,D22 мм, KM2; Втулка переходная KM6/KM2;															
T04	Центр вращающийся 7032-4158-01; Втулка переходная KM4/KM3															
O05	1.Точить деталь согласно эскиза;															
T06	Резцедержатель ESW_137230;															
T07	Державка для точения SCLCL 2525M 09HP															
T08	Пластины: CCMT 09 T3 08-PM 4335; CCMT 09 T3 04-MM 2220															
T09	Микрометр МК Ц100-1 ГОСТ 6507-90;															
T10	Образец шероховатости 3,2 Т ГОСТ 9378-93															
P11	CCMT 09 T3 08-PM 4335				80				1,5		1	0,3 мм/об		1640	245	
P12	CCMT 09 T3 04-MM 2220				80				0,5		1	0,25 мм/об		2000	504	
ОК																

Дубл.															
Взам.															
Подл.															
Разраб.	Штелле И.В.				НИ ТПУ	ИШНПТ.4А51014.КП.001				ИШНПТ 4А51					
Проверил	Ефременков Е.А.														
								Токарная с ЧПУ “Вал”							020
Н. контр.															
У	Опер.	Обозначение детали, программы, оборудования, устройства ЧПУ													
Т	Пер.	ПИ	Вспомогательный и режущий инструмент (код, наименование)					Наладочные размеры		Коррект. разм.		НК			
У01		Токарный станок с ЧПУ TC16A20Ф3													
Т02	1	Резцедержатель ESW_137230; Державка для точения SCLCL 2525M 09НР;													
Т03		1	ССМТ 09 Т3 08-РМ 4335					W _x =93±0,09; W _z =20±0,05							
Т04		2	ССМТ 09 Т3 04-ММ 2220					W _x =93±0,09; W _z =20±0,05							
Т05	2	Резцедержатель ESW_137230; Державка для точения SCLCL 2525M 09НР;													
Т06		4	ССМТ 09 Т3 08-РМ 4335					W _x =93±0,09; W _z =54±0,05							
Т07		5	ССМТ 09 Т3 04-ММ 2220					W _x =93±0,09; W _z =54±0,05							
Т08	3	Резцедержатель ESW_137230; Державка для точения канавок LF123U06-2525ВМ;													
Т09		3	Пластина N123Т3-01000-RS 1125					W _x =102±0,07; W _z =47±0,04							
Т10															
Т11															
Т12															
Т13															
Т14															
Т15															
Т16															
КНИ															

						4		1			
НИ ТПУ		ИШНПТ-1014.00.00.00		8700-0001		ИШНПТ 4А51					
		Токарная с ЧПУ						020			
Оборудование, устройство ЧПУ				Особые указания							
Токарный станок TC16A20Ф3 с УЧПУ Fanuc 21i											
Кодирование информации, содержание кадра				Кодирование информации, содержание кадра							
N20 G21 G40 G90 G80				N150 X86.862 Z33.743							
N25 G28 U0				N155 G0 Z306.433							
N30 G28 W125.0				N160 G1 X69.664							
N40 T101				N165 Z36.547							
N45 M8				N170 X77.91 Z34.968							
N50 G92 S4500				N175 X78.617 Z35.322							
N55 G96 S95				N180 G0 Z307							
N60 G0 X94.4 Z306.433 M4				N185 G1 X61.419							
N65 G1 Z-0.963 F1.				N190 Z38.126							
N70 X95.0				N195 X69.664 Z36.547							
N75 X95.707 Z-0.609				N200 X70.371 Z36.9							
N80 G0 Z306.433				N205 G0 Z307							
N85 G1 X86.155				N210 G1 X53.174							
N90 Z33.389				N215 Z57.97							
N95 X93.221 Z32.036				N220 X57.359 Z57.983							
N100 G3 X94.369 Z31.207 R0.894				N225 G3 X59.157 Z57.095 R0.894							
N105 G1 X94.4 Z28.62				N230 G1 X59.381 Z38.516							
N110 G3 X94.393 Z28.537 R0.894				N235 X61.419 Z38.126							
N115 G1 X89.232 Z-0.963				N240 X62.126 Z38.479							
N120 X94.4				N245 G0 Z306.433							
N125 X95.107 Z-0.609				N250 G1 X46.757							
N130 G0 Z306.433				N255 Z90.234							
N135 G1 X77.91				N260 X46.779 Z88.428							
N140 Z34.968				N265 X52.341 Z85.68							
N145 X86.155 Z33.389				N270 G3 X52.872 Z85.05 R0.894							
						Разраб.		Штелле И.В.			
						Консульт.		Ефременков Е.А.			
						Н. контр.					
ККИ											

											2
					ИШНПТ.-1014.00.00.00			ИШНПТ 4A51			020
Кодирование информации, содержание кадра						Кодирование информации, содержание кадра					
N275 G1 X53.174 Z60.076						N420 X34.704 Z299.658					
N280 G3 X53.167 Z59.993 R0.894						N425 G3 X35.236 Z299.027 R0.894					
N285 G1 X52.813 Z57.969						N430 G1 X35.889 Z244.922					
N290 X53.174 Z57.97						N435 X37.519 Z244.926					
N295 X53.881 Z58.324						N440 X38.226 Z245.28					
N300 G0 Z306.433						N445 G0 X52.757					
N305 G1 X46.376						N450 Z173.054					
N310 Z199.295						N455 G1 X46.757					
N315 G3 X46.443 Z199.059 R0.894						N460 G3 X46.75 Z172.976 R0.894					
N320 G1 X46.757 Z173.059						N465 G1 X46.376 Z170.841					
N325 G3 Z173.054 R0.894						N470 Z121.741					
N330 G1 X47.464 Z173.407						N475 X46.757 Z90.234					
N335 G0 Z306.433						N480 X47.464 Z90.587					
N340 G1 X37.519						N485 G0 Z170.841					
N345 Z244.926						N490 G1 X46.376					
N350 X41.101 Z244.937						N495 X45.822 Z167.671					
N355 G3 X42.899 Z244.049 R0.894						N500 X46.376 Z121.741					
N360 G1 X43.179 Z220.92						N505 X47.083 Z122.095					
N365 X45.67 Z219.689						N540 G1 X34.563 Z299.586 F0					
N370 G3 X46.201 Z219.058 R0.894						N545 G3 X35.036 Z299.026 R0.794					
N375 G1 X46.376 Z204.559						N550 G1 X35.69 Z244.821					
N380 G3 X46.37 Z204.475 R0.894						N555 X41.102 Z244.837					
N385 G1 X45.562 Z199.862						N540 X79.676 Z-48.797					
N390 X45.912 Z199.689						N545 G3 X80.2 Z-49.429 R0.894					
N395 G3 X46.376 Z199.295 R0.894						N550 G1 X80.907 Z-49.075					
N400 G1 X47.083 Z199.648						N555 X41.102 Z244.837					
N405 G0 Z306.433						N560 G3 X42.699 Z244.048 R0.794					
N410 G1 X28.662						N565 G1 X42.979 Z220.878					
N415 Z302.639						N570 X45.53 Z219.618					
ККИ											

[illegible]

ИШНПТ-1014.00.00.00	ИШНПТ 4А51	025
---------------------	------------	-----



$\sqrt{Ra\ 2,5}$

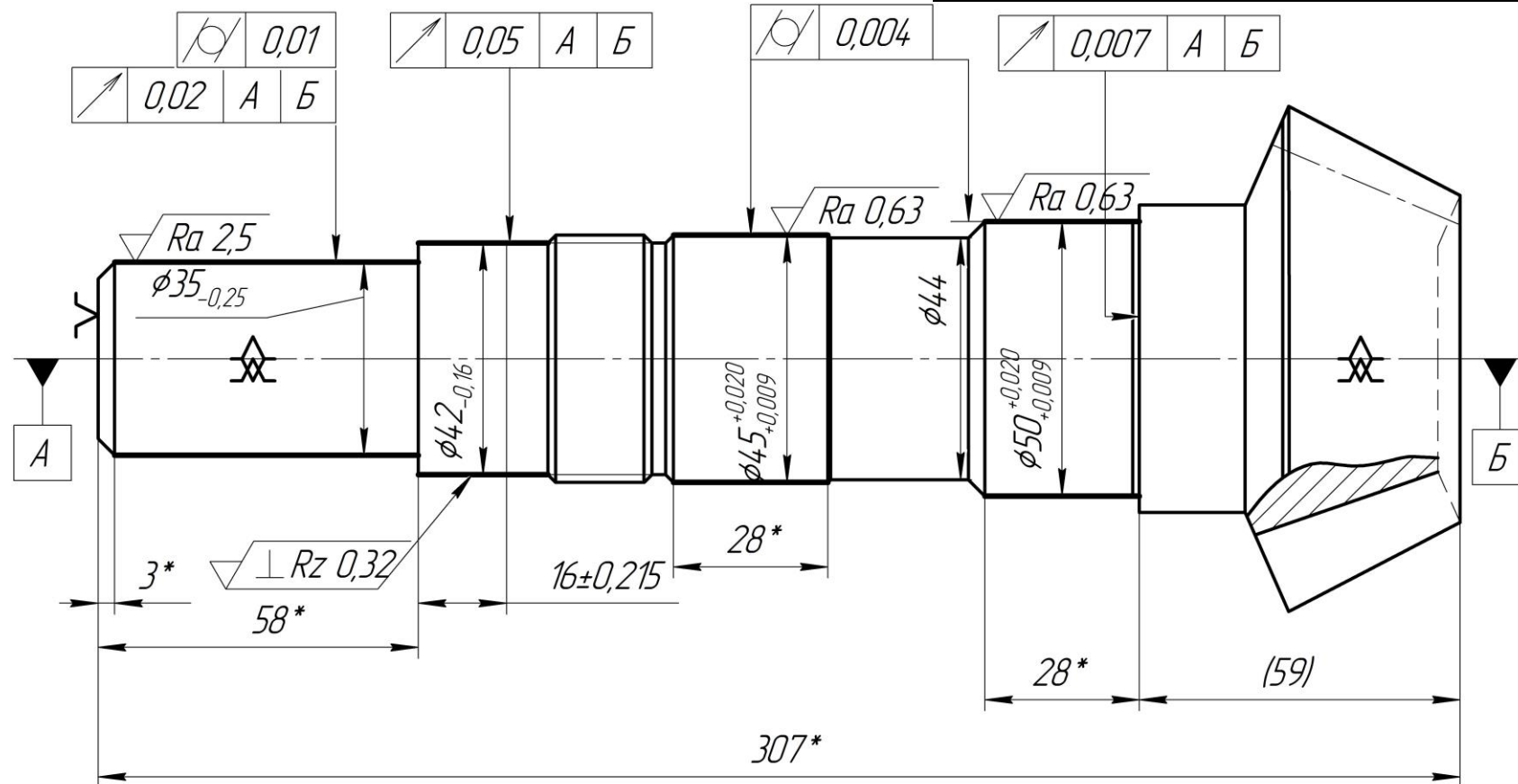
[illegible]

[illegible]

										ГОСТ 3.1404-86			Форма 3			
													1	1		
Разраб.		Штелле И.В.						НИ ТПУ		ИШНПТ- 1014.00.00.00					ИШНПТ 4А51	
Пров.		Ефременков Е.А.														
										Вал					035	
Н. контр.																
Наименование операции				Материал				Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИ
Контрольная				Сталь 40 ГОСТ 1050-88				187НВ		кг	4,22	Прокат Ø95×307			17,29	1
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы				То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ				
											1	-				
Р							ПИ	D или B		L	t	i	S	n	V	
O01	1.Контролировать размеры полученных поверхностей															
T02	Микрометр МК Ц100-1 ГОСТ 6507-90;															
T03	Микрометр МК Ц50-1 ГОСТ 6507-90; Угломер типа 1-2 ГОСТ 5378-88;															
T04	Набор радиусных шаблонов ГОСТ 4126;															
T05	Штангенциркуль ШЦ-II- 150-0,05 ГОСТ 166-89;															
T06	Глубиномер ГМЦ25-1 ГОСТ 7470-92															
O07	2.Контролировать шероховатости полученных поверхностей															
T08	Набор образцов шероховатости ГОСТ 9378-93															
09																
10																
11																
12																
13																
OK																

										ГОСТ 3.1404-86			Форма 3	
Дубл.														
Взам.														
Подл.														
												1	1	
Разраб.	Штелле И.В.			НИ ТПУ	ИШНПТ-1014.00.00.00					ИШНПТ 4А51				
Пров.	Ефременков Е.А.													
Н. контр.				Вал									040	
Наименование операции				Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД
Термическая				Сталь 40 ГОСТ 1050-88		187НВ		кг	4,22	Прокат Ø95×307			17,29	1
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		То	Тв		Тп.з.	Тшт.	СОЖ			
Электропечь УИТП-50М Установка для ТВЧ ИМ 50-8-50/WD1-1											-			
Р				ПИ	D или B		L		t	i	S	n	V	
O01	1.Калить заготовку при температуре 840-860°C, охлаждать в воде до 200°C.													
O02	2.Отпускать при температуре 700°C.													
T03	Электропечь УИТП-50М													
O04	3.Калить зубья ТВЧ 270-290 НВ.													
T05	Установка для ТВЧ ИМ 50-8-50/WD1-1													
06														
07														
08														
09														
10														
11														
12														
13														
OK														

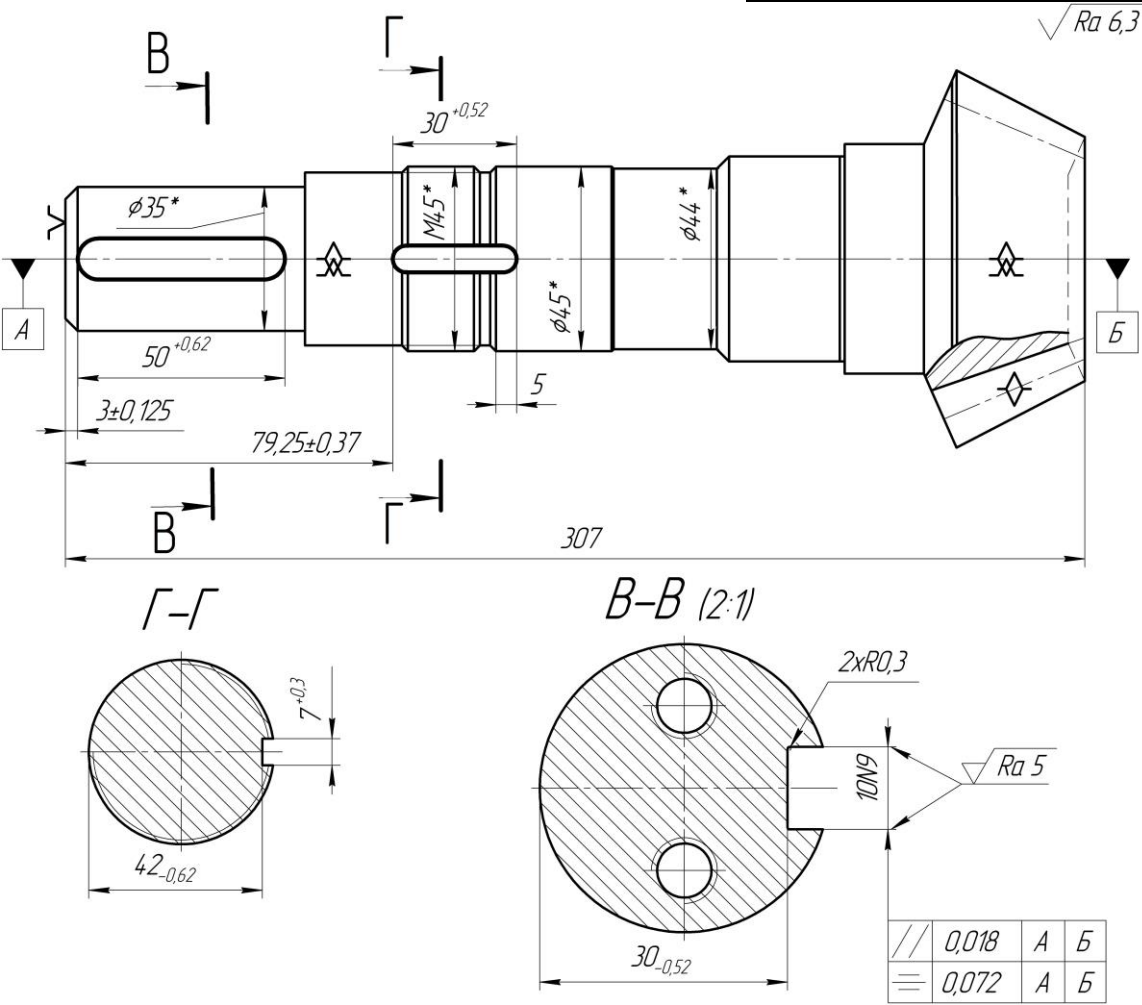
Дубл.			
Взам.			
Подл.			

[illegible][illegible]

* Размеры для справок

										ГОСТ 3.1404-86			Форма 3	
Дубл.														
Взам.														
Подл.														
												2	1	
Разраб.	Штелле И.В.			НИ ТПУ	ИШНПТ-1014.00.00.00					ИШНПТ 4А51				
Пров.	Ефременков Е.А.													
Н. контр.				Вал									045	
Наименование операции				Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД
Круглошлифовальная				Сталь 40 ГОСТ 1050-88			187 НВ		кг	4,22	Прокат Ø95×307		17,29	1
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы			То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ			
Круглошлифовальный станок BUA 25B Practic							2,66	1,22	10	3,9				
Р				ПИ	D или B		L		t	i	S	n	V	
O01	Установить заготовку в зубчатый поводковый центр и центр задней бабки													
O02	Базы: Центры и торец													
T03	Зубчатый поводковый центр, StebCentre, D22 мм, КМ2; Втулка переходная КМ3/КМ2;													
T04	Центр вращающийся 7032-4158-01													
O05	1.Шлифовать поверхности согласно эскизу.													
O06	2.Выдерживать отклонения от радиального биения - 0,02 мм, 0,05 мм,													
O07	0,007 мм, от цилиндричности - 0,004 мм,0,01мм.													
T08	Оправка для шлифовального круга Ø203 ГОСТ 2270-78													
T09	Шлифовальный круг ПП 500×50×203 КНБ-V 1А1													
T10	3982-003-01394573; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75;													
T11	Головка измерительная ИИГ ГОСТ 18833-73;													
T12	Стойка С-III ГОСТ 10197-70; Микрометр МК Ц50-1 ГОСТ 6507-90;													
T13	Штангенциркуль ШЦ-II-150-0,05 ГОСТ 166-89.													
ОК														

										ГОСТ 3.1105-84			Форма 7а		
Дубл.															
Взам.															
Подл.															
										ИШНПТ-1014.00.00.00			ИШНПТ 4А51		050



										ГОСТ 3.1404-86				Форма 3	
Разраб.		Штелле И.В.				НИ ТПУ		ИШНПТ-1014.00.00.00					ИШНПТ 4А51		
Пров.		Штелле И.В.													
								Вал					050		
Н. контр.															
Наименование операции				Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД
Фрезерная				Сталь 40 ГОСТ 1050-88			187НВ		кг	4,22	Прокат Ø95×307			17,29	1
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы			То	Тв		Тп.з.	Тшт.	СОЖ			
Фрезерный станок 692д							1,01	0,62		10	1,632	-			
Р				ПИ		D или B		L		t	i	S	n	V	
O01	Установить заготовку в зубчатый поводковый центр и центр задней бабки														
O02	Базы: Центры, торец и зуб														
T03	Центр вращающийся 7032-4158-01; Втулка переходная КМ4/КМ3														
O04	1.Фрезеровать шпоночные пазы согласно эскиза														
T05	Втулка переходная 1752-4-1;														
T06	Фреза шпоночная Ø7 2234-0357 ГОСТ 9140-70 Р6М5;														
T07	Фреза шпоночная Ø10 2234-0365 ГОСТ 9140-70 Р6М5;														
T08	Набор радиусных шаблонов ГОСТ 4126;														
T09	Штангенциркуль ШЦ-II- 125-0,05 ГОСТ 166-89;														
T10	Образец шероховатости 6,3 ГОСТ 9378-93;														
T11	Глубиномер ГМ 25-2 ГОСТ 7470-90														
P12	Ø7					7	30		4	0,8	0,1 мм/зуб		485	13	
P13	Ø10					10	50		5	1	0,1 мм/зуб		600	18	
OK															

										ГОСТ 3.1404-86				Форма 3		
Дубл.																
Взам.																
Подл.																
													1	1		
Разраб.	Штелле И.В.					НИ ТПУ	ИШНПТ-1014.00.00.00						ИШНПТ 4А51			
Пров.	Ефременков Е.А.															
Н. контр.						Вал									055	
Наименование операции				Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ		КОИД
Слесарная				Сталь 45 ГОСТ 1050-88			187НВ		кг	4,22	Прокат Ø95×307			17,29		1
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы			То	Тв		Тп.з.	Тшт.	СОЖ				
Верстак слесарный										1	4	-				
Р					ПИ	D или B		L		t	i	S	n	V		
O01	1.Снять заусенцы, притупить острые кромки.															
T02	Тиски 7827-0281 ГОСТ 4045-75;															
T03	Надфиль плоск.остр. ГОСТ 1513-77															
04																
05																
06																
07																
08																
09																
10																
11																
12																
13																
OK																

										ГОСТ 3.1404-86			Форма 3			
													1	1		
Разраб.		Штелле И.В.						НИ ТПУ		ИШНПТ- 1014.00.00.00					ИШНПТ 4А51	
Пров.		Ефременков Е.А.														
										Вал					060	
Н. контр.																
Наименование операции				Материал				Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИ
Контрольная				Сталь 40 ГОСТ 1050-88				187НВ		кг	4,22	Прокат Ø95×307			17,29	1
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы				То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ				
ТКМ-359М											1	-				
Р					ПИ		D или B		L		t	i	S	n	V	
O01	1.Контролировать размеры полученных поверхностей															
T02	Микрометр МК Ц100-1 ГОСТ 6507-90;															
T03	Микрометр МК Ц50-1 ГОСТ 6507-90; Угломер типа 1-2 ГОСТ 5378-88;															
T04	Набор радиусных шаблонов ГОСТ 4126;															
T05	Штангенциркуль ШЦ-II- 150-0,05 ГОСТ 166-89;															
T06	Глубиномер ГМЦ25-1 ГОСТ 7470-92															
O07	2.Контролировать шероховатости полученных поверхностей															
T08	Набор образцов шероховатости ГОСТ 9378-93															
O09	2.Контролировать твердость витков и заготовки.															
T10	ТКМ-359М															
11																
12																
13																
OK																

										ГОСТ 3.1404-86			Форма 3					
Дубл.																		
Взам.																		
Подл.																		
													1	1				
Разраб.		Штелле И.В.						ТПУ	ИШНПТ-1014.00.00.00			ИШНПТ 4А51						
Пров.		Ефременков Е.А.																
								Вал								065		
Н. контр.																		
Наименование операции				Материал				Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ		КОИ	
Промывочная				Сталь 40 ГОСТ 1050-88				187НВ		кг	4,22	Прокат Ø95×307			17,29		1	
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы				То	Тв		Тп.з.	Тшт.	СОЖ					
Ванна ВП 9.7.7/0,9											4	12						
Р							ПИ	D или B		L		t	i	S	n	V		
O01	1.Промыть детали по ТТП 01279-00002																	
T02	Раствор по ТТП 01279-00002																	
OK																		

										ГОСТ 3.1404-86			Форма 3		
Дубл.															
Взам.															
Подл.															
													1	1	
Разраб.	Штелле И.В.			ТПУ	ИШНПТ-1014.00.00.00						ИШНПТ 4А51				
Пров.	Ефременков Е.А.														
Н. контр.				Вал										070	
Наименование операции				Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИ
Консервация				Сталь 40 ГОСТ 1050-88			187НВ		кг	4,22	Прокат Ø95×307			17,29	1
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы			То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ				
Стол упаковочный									8	12					
Р				ПИ	D или B		L		t	i	S	n	V		
O01	1.Консервировать детали по ТТП 60270-00001, вариант 14.														
T02	Технический вазилин, парафинированная бумага														
OK															