



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

Инженерная школа новых производственных технологий
Направление подготовки: 15.03.01 Машиностроение
Отделение материаловедение

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы

Проектирование технологического процесса
изготовления детали «Червяк цилиндрический»

УДК 621.833.382.002:658.512

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А51	Беннер Александр Яковлевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ ИШНПТ	Ефременков Егор Алексеевич	к. т. н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОМ ИШНПТ	Ефременкова Светлана Константиновна			

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

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

Томск 2019

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

Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки (специальность): 15.03.01 Машиностроение
 Отделение материаловедение

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Ефременков Е.А.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
4А51	Беннеру Александру Яковлевичу

Тема работы:

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

Срок сдачи студентом выполненной работы: 30.05.19

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Чертеж детали «Червяк цилиндрический»; Тип производства: мелкосерийное.
---------------------------------	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Технологическая подготовка производства. Проектирование альтернативного процесса изготовления заданной детали на современных станках с ЧПУ. Разработка принципиальной схемы автоматизированного оборудования.
Перечень графического материала	Чертеж детали. Технологическая документация. Карта наладки.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Технологическая часть	Ефременкова Светлана Константиновна
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Скаковская Наталия Вячеславовна
Социальная ответственность	Скачкова Лариса Александровна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику

Задание выдал руководитель / консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ ИШНПТ	Ефременков Егор Алексеевич	к. т. н.		
Ассистент ОМ ИШНПТ	Ефременкова Светлана Константиновна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А51	Беннер Александр Яковлевич		

Код результата	Результат обучения
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире; умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции.
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P7	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении.
P8	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
<i>Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств</i>	
P11	Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных и строительно-монтажных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении и строительстве, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.
P12	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий.

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 172 с., 18 рис., 21 таблицы, 23 использованных источников, 2 приложения.

Ключевые слова: червяк цилиндрический, технологический процесс, технологическая подготовка, инструмент, станок, управляющая программа, режимы обработки, размерный анализ, минимальные припуски.

Объектом исследования является: деталь «Червяк цилиндрический».

Цель работы является разработка технологической документации на изготовление детали «Червяк цилиндрический» с применением оборудования с ЧПУ.

В процессе исследования был выполнен анализ технологичности детали, разработан технологический процесс, подобраны средства технологического оснащения для изготовления детали, подобраны режимы резания и рассчитаны минимальные припуски на обработку детали, произведен размерный анализ и построено граф дерево для технологического процесса. В финансовой части проекта был выполнен расчет сметы затрат на выполнение проекта и оценка экономической эффективности проекта. Выявлены вредные и опасные факторы и предложены мероприятия для устранения этих факторов. В результате исследования был разработан технологический процесс изготовления детали «Червяк цилиндрический», написана управляющая программа и карта наладки для токарного станка с ЧПУ, разработана принципиальная схема специального приспособления и рассчитано усилие зажима детали.

Нормативные ссылки

ГОСТ 9769-79 Пилы дисковые с твердосплавными пластинами.

ГОСТ 427-75 Линейки измерительные металлические.

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

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

ГОСТ 19045-80 Пластины режущие сменные многогранные твердосплавные трехгранной формы с задним углом 11° .

ГОСТ 2675-80 Патроны самоцентрирующие трехкулачковые.

ГОСТ 8522-79 Патроны сверлильные трехкулачковые с ключом.

ГОСТ 14952-75 Сверла центровочные комбинированные.

ГОСТ 4126 Набор радиусных шаблонов.

ГОСТ 6507-90 Микрометры.

ГОСТ 5378-88 Угломеры с нониусом.

ГОСТ 9378-93 Образцы шероховатости поверхности.

ГОСТ 166-89 Штангенциркули.

ГОСТ 10996-64 Фрезы дисковые зуборезные модульные.

ГОСТ 13785-68 Оправки с хвостовиком конусностью 7:24 и торцовыми шпонками для насадных торцовых фрез. Конструкция и размеры.

ГОСТ 1513-77 Надфили.

ГОСТ 4045-75 Тиски слесарные с ручным приводом.

ГОСТ 9776-82 Приборы для измерения цилиндрических червяков, червячных колес и червячных передач. Типы и основные параметры. Нормы точности.

ГОСТ 9140-2015 Фрезы шпоночные с цилиндрическим, коническим хвостовиками и хвостовиком с конусностью 7:24

ГОСТ 2270-78 Инструмент абразивный. Основные размеры элементов крепления.

ГОСТ 18833-73 Головки измерительные рычажно-зубчатые.

ГОСТ 10197-70 Стойки и штативы для измерительных головок.

ГОСТ 1050-88 Сталь качественная и высококачественная. Сортовой и фасонный прокат, калиброванная сталь.

ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.

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

СН 2.2.4/2.1.8.566–96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий.

СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*

СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019)

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

ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

Обозначения, сокращения

- ЧПУ – числовое программное управление;
- ТПП – технологическая подготовка производства;
- ТКИ – технологичность конструкции изделия;
- ТП – технологический процесс;
- СТО – средства технологического оснащения;
- СПИД – (станок-приспособление-инструмент-деталь);
- КИМ – коэффициент использования материала;
- САПР – система автоматизированного проектирования;
- СМП – сменные многогранные пластины;
- ГПС – гибкая производственная система;
- ГПМ – гибкий производственный модуль;
- УП – управляющая программа;
- ПУ – программное управление;

Оглавление

Введение.....	12
Глава 1. Проектирование технологического процесса изготовления детали «Червяк цилиндрический»	14
1.1 Технологическая подготовка производства	14
1.2 Этапы технологической подготовки детали «Червяк цилиндрический»	15
1.3 Анализ технологичности конструкции детали «Червяк цилиндрический».....	17
1.4 Обеспечение эксплуатационных свойств детали.....	21
1.5 Выбор исходной заготовки	22
1.6 Проектирование технологического маршрута	24
1.7 Расчет минимальных припусков на механическую обработку.....	26
1.7.1 Расчет минимального припуска на механическую обработку $\varnothing 35k6$	26
1.7.2 Расчет минимального припуска на механическую обработку торца 300h12	31
1.8 Проектирование технологических операций.....	33
1.8.1 Уточнение содержания переходов.....	39
1.8.2 Выбор средств технологического оснащения	41
1.8.3 Выбор и расчет режимов резания.....	45
1.8.4 Нормирование технологических переходов	55
1.9 Разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ.....	58
1.10 Размерный анализ технологического процесса.....	60
1.11 Техничко-экономические показатели технологического процесса..	66
1.12 Проектирование средств технологического оснащения.....	68
1.12.1 Принцип работы приспособления.....	68
1.12.2 Расчет усилия зажима.....	68
1.12.3 Проектирование гибкой производственной системы (модуля).....	71

Заключение.....	74
Глава 2. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	76
2.1 Организация и планирование работ.....	76
2.1.1. Продолжительность этапов работ.....	77
2.2. Расчет сметы затрат на выполнение проекта.....	84
2.2.1 Расчет затрат на материалы.....	84
2.2.2 Расчет заработной платы.....	85
2.2.3 Расчет затрат на социальный налог	87
2.2.4 Расчет затрат на электроэнергию.....	87
2.2.5 Расчет амортизационных расходов	88
2.2.6 Расчет прочих расходов	89
2.2.7 Расчет общей себестоимости разработки	89
2.2.8 Расчет прибыли	90
2.2.9 Расчет НДС	90
2.2.10 Цена разработки НИР.....	91
2.3. Оценка экономической эффективности проекта.....	91
2.3.1 Определение срока окупаемости инвестиций (PP – payback period).....	93
Заключение.....	97
Глава 3. Социальная ответственность.....	100
3.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	100
3.2 Производственная безопасность.....	102
3.2.1 Опасный уровень напряжения в электрической цепи.....	103
3.2.2 Повышенный уровень шума.....	104
3.2.3 Повышенный уровень вибрации.....	105
3.2.4 Недостаточная освещенность рабочей зоны.....	106
3.2.5 Отклонение показателей микроклимата.....	107
3.3 Экологическая безопасность.....	108

3.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	109
Заключение.....	111
Список литературы.....	112
Приложение А Чертеж детали «Червяк цилиндрический»	115
Приложение Б Комплект технологической документации.....	117

Введение

Машиностроение – отрасль народного хозяйства, необходимая для развития любого государства. В XXI веке повысились требования к качеству и количеству выпускаемой машиностроительной продукции. Это стало возможно с внедрением и использованием более современных технологий и методов механической, электромагнитной, термической, ультразвуковой и т.д., обработки материалов. Чтобы обеспечить требуемую точность и производительность изготовления деталей, необходимо повышать долю автоматизированного оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ), а также заменять ручной труд механизированным, что в данное время и происходит. Для эффективного управления и использования такого оборудования требуются высококвалифицированные инженеры-операторы.

Модернизация машиностроительной отрасли должна проводиться заменой старого и устаревшего оборудования новым автоматическим оборудованием с ЧПУ. В нашей стране высокая доля производств с устаревшими станками советского времени, которые не способны обеспечивать необходимых требований.

Наиболее популярный метод обработки материалов – механическая обработка. Другие методы либо дорогостоящие, либо малопродуктивные, либо еще не распространены. Поэтому технологам и конструкторам необходима более полноценная теоретическая и практическая подготовка именно в этой области, но также важно знание и понимание более современных методов обработки, не получившие пока широкого распространения.

Руководство машиностроительных предприятий должно не только умело адаптировать своё производство под современные нужды и рационально использовать свои возможности, но и следить за современными тенденциями и по возможности внедрять их своё производство.

Целью моей работы является – разработка технологической документации на изготовление детали «Червяк цилиндрический» с

применением оборудования с ЧПУ, для достижения которой решались следующие задачи: анализ технологичности, разработка технологического маршрута изготовления детали, выбор средств технологического оснащения, инструментов, расчет минимальных припусков, расчет режимов обработки.

Глава 1. Проектирование технологического процесса изготовления детали «Червяк цилиндрический»

1.1 Технологическая подготовка производства

Технологическая подготовка производства представляет из себя совокупность мероприятий, которые обеспечивают технологическую готовность предприятия [12].

Основная цель ТПП — это обеспечение высокой производительности производства. Кроме того, особенное внимание уделяется требуемому качеству, соблюдение поставленных сроков в соответствии с назначенными технико-экономическими показателями, которые определяют технический уровень изделия и наименьшие трудовые и материальные издержки.

Для выполнения поставленной цели применяют ряд главных функций ТПП, а именно:

- обеспечение ТКИ;
- разработка ТП;
- выбор, проектирование и изготовление СТО;
- организация и управление процессом ТПП [12].

Выше изложенные функции являются группой задач, которые связаны общей целью. Функции могут выполняться раздельно друг от друга, но невзирая на это они находятся во взаимосвязи.

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 [12].

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

1.2 Этапы технологической подготовки детали «Червяк цилиндрический»

Для технологической подготовки детали «Червяк цилиндрический» необходимо выполнить следующие этапы: анализ технологичности детали; разработка технологического процесса 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.

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 зубчатый 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 «Червяк цилиндрический» производится в последовательности операций: заготовительная, токарная, токарная с ЧПУ, контрольная, зубофрезерная, слесарная, контрольная, фрезерная, слесарная, контрольная, термическая, контрольная, круглошлифовальная, контрольная, зубошлифовальная,

контрольная, промывочная, консервация. Для каждой операции необходимо подобрать соответствующий ей станок. Станок должен обеспечить необходимые режимы резания, обладать требуемой жесткостью системы к детали. Для токарной операции необходим станок с ЧПУ, так СПИД, обеспечивать полноценный доступ инструмента 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. 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 САД-программах. Всю технологическую документацию необходимо оформить в соответствии с актуальными нормативными документами и стандартами.

1.3 Анализ технологичности конструкции детали «Червяк цилиндрический»

Разработка ТП выполняется для изделий, конструкции которых отработаны на технологичность. Конструкция детали непосредственно влияет на разработку технологического процесса, выбор средств технологического оснащения, зажимных приспособлений и возможно будет признана технологичной, в случае если гарантирует простое и дешевое изготовление этого изделия. В зависимости от точности размеров изготавливаемой детали зависит выбор рабочих. В зависимости от материала выбирается способ получения заготовки, её вид (прокат, штамповка поковка, и т.д.), режимы резания, материал инструмента.

Выполним анализ чертежа конструкции детали «Червяк цилиндрический» и сможем дать качественную оценку технологичности.

Тип детали – Червяк цилиндрический.

Материал детали Сталь 45 чаще всего используется при изготовлении червяков для передач, работающих с большими перерывами и редко испытывающих максимальные нагрузки. Он дешевый, широко распространенный и используемый в производстве машин и оборудования; хорошо обрабатывается резанием, что позволяет сократить время на обработку.

Таблица 1 - Химический состав Стали 45

Марка сплава	Химический состав в %									
	C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As	Fe
Сталь 45	0,42-0,5	0,17-0,37	0,5-0,8	<0,25	<0,04	<0,035	<0,25	<0,25	<0,08	97

При проектировании изделий, обрабатываемых резанием, необходимо учитывать также следующие факторы: обрабатываемость сталей зависит от их состава, т.е. содержания углерода и легирующих элементов.

Углерод. С увеличением содержания углерода обрабатываемость ухудшается. Одновременно увеличивается возможность получения более высоких параметров шероховатости поверхности, растут усилия резания [4].

Сера. Содержание в стали серы до 0,04 % улучшает ее обрабатываемость. В стали образуется хрупкая составляющая, которая в виде множества субмикроскопических включений нарушает сплошность феррита [4].

Марганец. Увеличение содержания марганца при 0,42-0,5 % углерода ведет к повышению прочности стали и снижению ее пластичности, вследствие чего обрабатываемость стали улучшается. Конструкционные стали повышенной и высокой обрабатываемости резанием, содержат 0,6-1 % марганца [4].

Кремний. Содержание в стали кремния снижает ее обрабатываемость и уменьшает возможность получения требуемой шероховатости. В сталях образуется SiO_2 который приводит к быстрому изнашиванию обрабатывающего инструмента [4].

Фосфор. Фосфор также является вредной примесью. Он образует с железом соединение Fe_3P , которое растворяется в железе. Кристаллы этого химического соединения очень хрупки. Обычно они располагаются по границам зерен стали, резко ослабляя связь между ними, вследствие чего сталь приобретает очень высокую хрупкость в холодном состоянии (хладноломкость). Особенно сказывается отрицательное влияние фосфора при высоком содержании углерода. Обрабатываемость стали фосфор несколько улучшает, так как способствует отделению стружки [5].

Хром. Хром – наиболее дешевый и распространенный элемент. Он повышает твердость и прочность, незначительно уменьшая пластичность, увеличивает коррозионную стойкость; содержание больших количеств хрома делает сталь нержавеющей и обеспечивает устойчивость магнитных сил. Ухудшает обрабатываемость стали – снижается ее теплопроводность, увеличивается твердость и прочность [5].

Никель сообщает стали коррозионную стойкость, высокую прочность и пластичность, увеличивает прокаливаемость, оказывает влияние на изменение коэффициента теплового расширения. Никель ухудшает теплопроводность стали и увеличивает их прочность, что приводит к ухудшению обрабатываемости стали [5].

Медь. К вредному влиянию меди относят снижение хладноломкости стали. При повышенном содержании меди она отрицательно влияет на качество поверхности стали при ее термообработке. Однако при содержании более 0,20 % медь повышает ее стойкость к атмосферной коррозии, а также прочностные свойства легированных и низколегированных сталей [5].

Мышьяк. Мышьяк в стали не является вредной примесью, и его действие похоже на действие меди. При содержании до 0,1% мышьяк повышает предел прочности и предел упругости стали (на каждую 0,01 % увеличения содержания мышьяка 0,4 кг/мм²). При этом пластичность и ударная вязкость снижаются незначительно. До 0,25% мышьяк не изменяет свариваемость стали. Мышьяк при затвердевании ликвидирует подобно сере и фосфору. Присадка мышьяка несколько повышает сопротивляемость стали атмосферной коррозии [5].

В качестве технологических баз будем использовать центровые отверстия, которые дают возможность обработать практически все наружные поверхности вала на одних базах с помощью установки в зубчатом поводковом центре. Так как технологические базы совпадают с конструкторскими базами, у нас не будет возникать погрешности базирования. Но при размерном анализе конструкторские размеры могут и не совпадать с технологическими, что вызовет ужесточение допусков на некоторые размеры.

Требования к шероховатости поверхностей червяка цилиндрического средние. Есть поверхности с высокими требованиями (поверхности $\varnothing 35_{k6}$ мм - места под подшипники; рабочий профиль червяка цилиндрического), при обработке которых усложняется технологический процесс, увеличивает

номенклатуру обрабатывающего инструмента, но есть и с довольно низкими, обработка которых не требует больших затрат времени и высокой трудоемкости.

Наружные поверхности детали имеют открытую форму, что обеспечивает обработку на проход и свободный доступ инструмента к обрабатываемым поверхностям. Не удобными для обработки могут оказаться радиусные канавки, которые нужны для выхода шлифовального круга.

Из выше сказанного можно сделать вывод, что представленная деталь является технологичной.

1.4 Обеспечение эксплуатационных свойств детали

Эксплуатационные свойства детали, обычно, определяются качеством их рабочих поверхностей, которые формируются при изготовлении либо восстановлении. Надежность и долговечность изделий в значимой мере зависит от эксплуатационных свойств деталей и их соединений которые могут быть определены с применением методов математической статистики и теории вероятностей. Проверка работоспособности конструкции детали выполняется с помощью CAE – системы. Для данной детали были проведены расчеты возникновения напряжений при ее эксплуатации. Моделирование и расчеты были выполнены в программе Solidworks 2017.

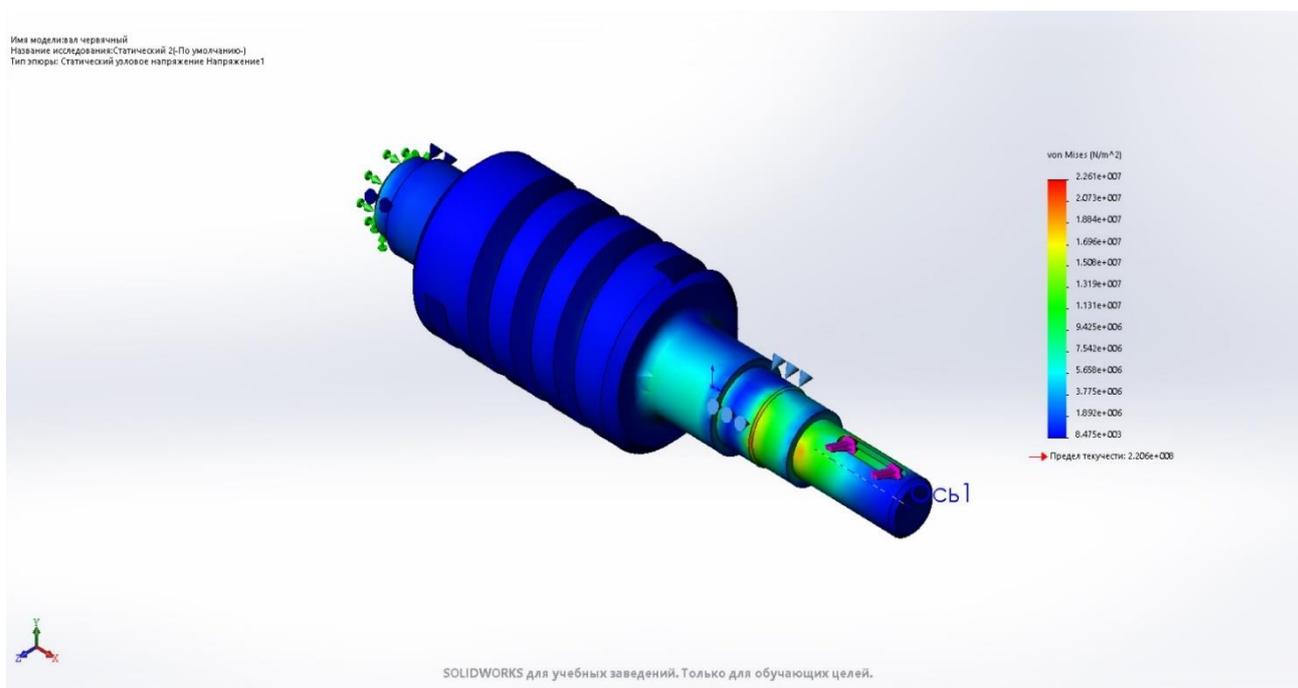


Рис.1 – Напряженная модель детали «Червяк цилиндрический»

В ходе исследования эксплуатационных свойств детали мы закрепили места под подшипники диаметром 35 мм и торец червяка. Далее приложили внешнюю нагрузку: крутящий момент 10 Н×м. Согласно рисунку 1, самое большое напряжение возникает в канавке по диаметру 26 мм, которое равно 22,6 МПа. На остальных поверхностях детали напряжения не значительны.

1.5 Выбор исходной заготовки

Прежде чем начать изготовление детали, материал, из которого она будет изготовлена, преобразовывают в заготовки. Заготовки обычно стараются получить такими, чтобы их форма и размеры максимально были близки к форме и размеру готового изделия. Это предоставляет возможность уменьшить затраты материалов и электричества, повысить производительность труда. В зависимости от характера материала, назначения детали, требуемой точности ее изготовления и т. д. заготовки получают литьем, ковкой, штамповкой, высадкой, прокаткой, волочением и другими способами. Метод получения заготовки зависит от типа производства. Так как в данном случае производство мелкосерийное целесообразно рассмотреть такие способы, как получение заготовки из проката и получение заготовки из штамповки.

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 V16.1

Для проката имеем: $Q = 13,49$ кг, $q = 4,89$ кг, тогда

$$K = \frac{4,89}{13,49} = 0,36.$$

Для штамповки: $Q = 8,92$ кг, $q = 4,89$ кг, тогда

$$K = \frac{4,89}{8,92} = 0,54.$$

Если сравнить коэффициенты, видно, что заготовка из штамповки подходит лучше для производства, чем прокат. Если использовать заготовку из штамповки, то уменьшится время на механическую обработку. Но, во-

первых, появится необходимость в обдирке заготовки. Во-вторых, оборудование для отрезки круглого проката дешевле, чем оборудование для получения штамповки. Так как нам нужно изготовить 100 деталей в год использовать штамповку не целесообразно. Поэтому подходящим вариантом будет выбрать заготовку из проката. Используется круглая заготовка из материала сталь 45 диаметром 85 мм и длиной 304 мм.

1.6 Проектирование технологического маршрута

Технологический маршрут – последовательность выполнения технологических операций с указанием содержания операций, необходимого оборудования и технологической оснастки для их выполнения.

Для проектирования технологического маршрута существуют общие принципы на основе которых будет разрабатываться маршрут. Такими принципами являются:

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

2. Используя чистовые базы, обрабатывают необходимые поверхности в последовательности увеличения точности, т.е. чем точнее поверхность, тем позже её обрабатывают.

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

4. Вспомогательные поверхности типа фаски, пазы и др. обычно получают на чистовых стадиях обработки.

5. Предварительное содержание операций устанавливают объединением технологических переходов на данной стадии обработки, которые могут быть выполнены на одном станке.

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

На выше изложенном основании можно наметить предварительную последовательность обработки поверхностей заготовки.

1. Заготовительная
2. Токарная
3. Токарная с ЧПУ
4. Контрольная

5. Зубофрезерная
6. Слесарная
7. Контрольная
8. Фрезерная
9. Слесарная
- 10.Контрольная
- 11.Термическая
- 12.Контрольная
- 13.Круглошлифовальная
- 14.Контрольная
- 15.Зубошлифовальная
- 16.Контрольная
- 17.Промывочная
- 18.Консервация

1.7 Расчет минимальных припусков на 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.

1.7.1 Расчет минимального припуска на механическую обработку $\emptyset 35k6$

Шероховатость поверхности детали $\sqrt{Ra} 0,8$, допуск на размер детали $\delta_{дет} = 0,016$ мм.

Шероховатость поверхности заготовки $\sqrt{Ra} 50$, допуск на диаметр заготовки $\delta_{заг} = 1,4$ мм = 1400 мкм.

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

получение уточнения $\varepsilon_{дет} = \frac{\delta_{заг}}{\delta_{дет}} = \frac{1400}{16} = 87,5$, шероховатости поверхности $\sqrt{Ra} 0,8$.

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

Круглое шлифование экономично может дать уточнение:

$$\varepsilon_{\text{шлиф}} = \frac{\delta_{\text{чист}}}{\delta_{\text{дет}}} = \frac{0,062}{0,016} = 3,875$$

Сопоставляя эту величину с требуемой $\varepsilon_{\text{дет}} = 87,5$, 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:

$$\varepsilon_{\text{ост}} = \frac{\varepsilon_{\text{дет}}}{\varepsilon_{\text{шлиф}}} = \frac{87,5}{3,875} = 22,5$$

Для обработки заготовки из проката выбираю черновое точение.

Черновое точение при экономичной обработке может дать уточнение:

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

Допуск на диаметральный размер после черного точения определен по 12-му качеству (h12) $\delta_{\text{черн.точ}} = 0,25$ мм.

Как видно, величина уточнения 2-х намеченных операций равна:

$\varepsilon_{\text{получ}} = \varepsilon_{\text{черн.точ}} \cdot \varepsilon_{\text{шлиф}} = 5,6 \cdot 3,875 = 21,7$, вместо требуемого $\varepsilon_{\text{дет}} = 87,5$, следовательно между черновым точением и круглым шлифованием необходимо ввести еще обработку, которая бы давала уточнение:

$$\varepsilon_{\text{чист}} = \frac{\varepsilon_{\text{дет}}}{\varepsilon_{\text{получ}}} = \frac{87,5}{21,7} = 4,03$$

В качестве такой обработки можно применить чистовое точение.

Таким образом, для получения требуемой точности диаметр шейки вала заготовка должна пройти 3 операции:

- 1) Черновое точение $\varepsilon_{\text{черн.точ}} = \varepsilon_1 = 5,6$;
- 2) Чистовое точение $\varepsilon_{\text{чист.точ}} = \varepsilon_2 = 4,03$;
- 3) Круглое шлифование $\varepsilon_{\text{шлиф}} = \varepsilon_3 = 3,875$;

В результате обработки общее уточнение:

$$\varepsilon'_{\text{дет}} = \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \cdot \varepsilon_3 = 3,875 \cdot 4,03 \cdot 5,6 = 87,5.$$

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

Расчет минимальных припусков на механическую обработку ведется с использованием таблицы 2.

Таблица 2 – Минимальный припуск на механическую обработку $\varnothing 35k6$

Технологические переходы при обработке поверхности	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск Z_i^{min} , мкм	Расчетный размер, D_p	Допуск δ , мкм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мкм	
	Rz	T	ρ	ε				d_{max}^{pp}	d_{min}^{pp}	$Z_{i max}^{pp}$	$Z_{i min}^{pp}$
Заготовка	160	250	424	-	-	35,5 21	1400	36,92	35,5 2	-	-
Черновое точение – h12	50	100	25,44	-	2·175,44	35,1 71	250	35,45	35,2	1470	320
Чистовое точение – h9	6,3	30	16,96	-	2·53,26	35,0 65	62	35,13 2	35,0 7	318	130
Термообработка	-	-	21,2	-	-	-	-	-	-	-	-
Круглое шлифование – k6	3,2	20	8,48	-	2·31,68	35,0 02	16	35,01 8	35,0 02	114	68
Итого Z_0^{pp}										1902	518

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 – $Rz\ 50, T = 100$ мкм;
- чистовое точение – $Rz\ 6,3, T = 30$ мкм;
- круглое шлифование – $Rz\ 3,2, T=20$ мкм.

Погрешность установки ε_i в радиальном направлении равна 0, так как обработка ведется в центрах [1].

Суммарное пространственное отклонение:

$$\rho_3 = \sqrt{\rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{ц}}^2}$$

$\rho_{\text{кор}}$ – пространственное отклонение, выражающееся в короблении детали.

$$\rho_{\text{кор}} = \Delta_k \cdot l = 0,0015 \cdot 98 = 0,147 \text{ мм}$$

Где (Δ_k – удельная кривизна заготовки на 1 мм длины [1], l – длина участка вала от обрабатываемой шейки до ближайшего торца).

$\rho_{\text{ц}}$ – пространственное отклонение, выражающееся в погрешности зацентровки.

$$\rho_{\text{ц}} = \sqrt{\delta_3^2/4 + 0,25^2} = \sqrt{0,62^2/4 + 0,25^2} = 0,398 \text{ мм.}$$

Находим суммарное отклонение:

$$\rho_3 = \sqrt{\rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{ц}}^2} = \sqrt{0,147^2 + 0,398^2} = 0,424 \text{ мм.}$$

Остаточное пространственное отклонение после каждого перехода можно определить по формулам:

- после чернового точения: $\rho = 0,06\rho_3 = 25,44$ мкм;
- после чистового точения: $\rho = 0,04\rho_3 = 16,96$ мкм;
- после термической обработки: $\rho = 21,2$ мкм;
- после чистового круглого шлифования: $\rho = 0,02\rho_3 = 8,48$ мкм

Расчетный минимальный припуск для $\emptyset 35k6$:

Для чистового шлифования

$$2Z_i^{min} = 2(3,2 + 20 + 8,48) = 2 \cdot 31,68 \text{ мкм}$$

Для чистового точения

$$2Z_i^{min} = 2(6,3 + 30 + 16,96) = 2 \cdot 53,26 \text{ мкм}$$

Для чернового точения

$$2Z_i^{min} = 2(50 + 100 + 25,44) = 2 \cdot 175,44 \text{ мкм}$$

Графу «Расчетный размер» заполняем, начиная с конечного (чертежного) размера путем последовательного прибавления расчетного минимального припуска каждого технологического перехода [13].

Расчетный размер для $\emptyset 35k6$:

Для чистового точения

$$D_p = 35,002 + 2 \cdot 31,68 = 35,065 \text{ мм}$$

Для чернового точения

$$D_p = 35,065 + 2 \cdot 53,26 = 35,171 \text{ мм}$$

Для заготовки

$$D_p = 35,171 + 2 \cdot 175,44 = 35,521 \text{ мм}$$

Наименьшие предельные размер определяем округлением расчётных размеров в сторону увеличения их значений [13].

Наибольшие предельные размеры определяем прибавлением допусков к округлённым наименьшим предельным размерам [13].

Наибольшие предельные размеры для $\emptyset 35k6$:

Для чистового шлифования

$$d_{max}^{pp} = 35,002 + 16 = 35,018 \text{ мм}$$

Для чистового точения

$$d_{max}^{pp} = 35,07 + 62 = 35,132 \text{ мм}$$

Для чернового точения

$$d_{max}^{pp} = 35,2 + 250 = 35,45 \text{ мм}$$

Для заготовки

$$d_{max}^{pp} = 35,52 + 250 = 36,92 \text{ мм}$$

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 [13].

Для чернового точения

$$Z_{i\max}^{\text{пр}} = 36,92 - 35,45 = 1470 \text{ мкм}$$

$$Z_{i\min}^{\text{пр}} = 35,52 - 35,2 = 320 \text{ мкм}$$

Для чистового точения

$$Z_{i\max}^{\text{пр}} = 35,45 - 35,132 = 318 \text{ мкм}$$

$$Z_{i\min}^{\text{пр}} = 35,2 - 35,07 = 130 \text{ мкм}$$

Для чистового шлифования

$$Z_{i\max}^{\text{пр}} = 35,132 - 35,018 = 114 \text{ мкм}$$

$$Z_{i\min}^{\text{пр}} = 35,07 - 35,002 = 68 \text{ мкм}$$

Проверить правильность расчетов путем сопоставления разности итоговых припусков $Z_{0\max}^{\text{пр}}$ и $Z_{0\min}^{\text{пр}}$ и допусков $\delta_{\text{заг}} - \delta_{\text{дет}}$; при этом разность промежуточных припусков должна быть равна разности допусков на промежуточные размеры, а разность общих припусков – разности допусков на размеры черной заготовки $\delta_{\text{заг}}$ и готовой детали $\delta_{\text{дет}}$ [13].

Проверка: $1400 - 16 = 1902 - 518$; $1384 = 1384$ – равенство верно, значит расчет выполнен правильно.

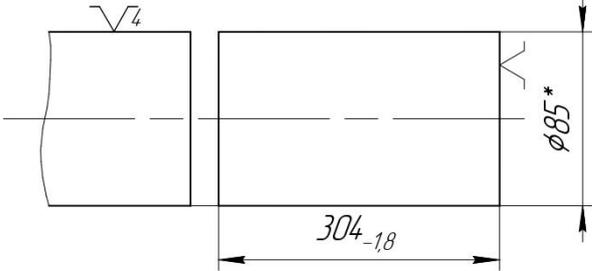
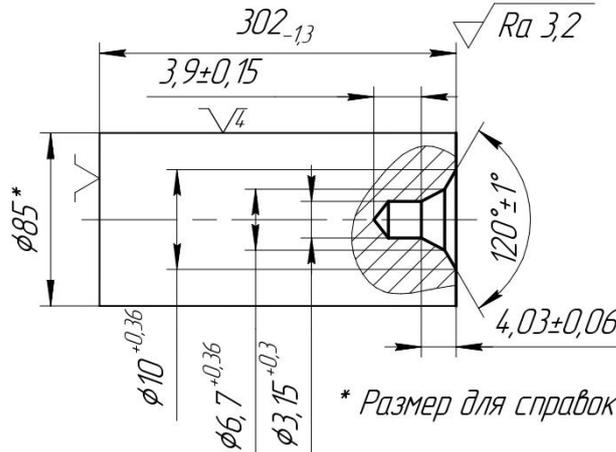
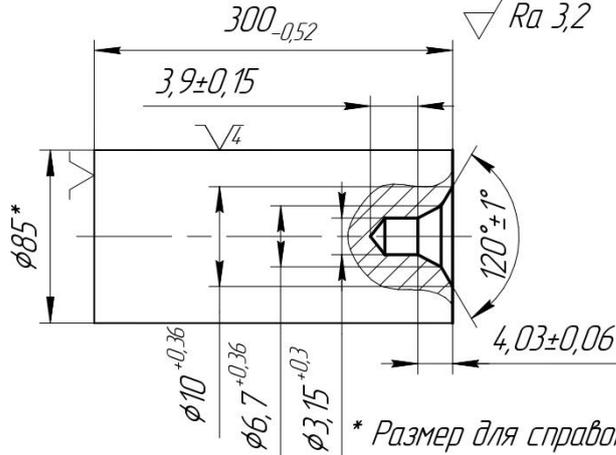
1.7.2 Расчет минимальных припусков на обработку торца 300h12

Таблица 3 – Минимальный припуск на механическую обработку торца 300h12

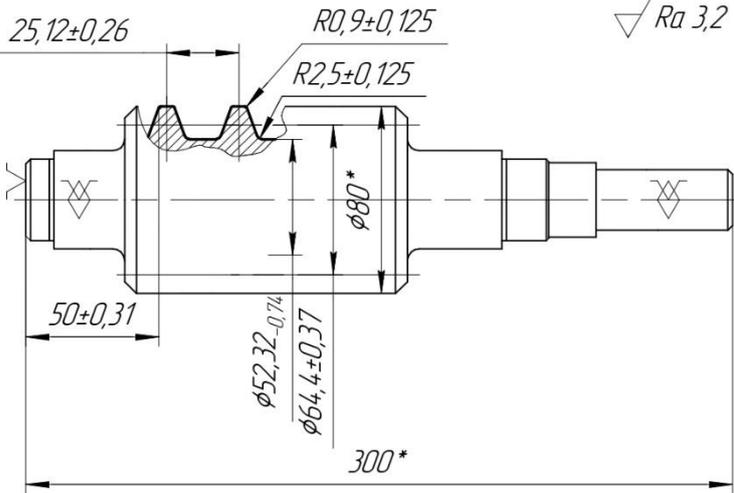
Технологические переходы при обработке поверхности	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск Z_i^{min} , мкм	Расчетный размер, мм	Допуск δ , мкм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мкм	
	$Rz_{(i-1)}$	$T_{(i-1)}$	$\rho_{(i-1)}$	ε_i				$l_{max}^{пр}$	$l_{min}^{пр}$	$Z_{i max}^{пр}$	$Z_{i min}^{пр}$
Отрезка заготовки от длинного прутка	160	150	250	200	-	300,74	1800	302,6	300,8	-	-
Подрезка правого торца h14	50	60	50	250	2·410	299,92	1300	301,3	300	1300	800
Подрезка левого торца h12	50	60	50	60	2·220	299,48	520	300,02	299,5	1280	500
Итого $Z_0^{пр}$										2580	1300

Затем нужно произвести проверку: $1800-520=2580-1300$; $1280=1280$ – равенство верно, значит расчет выполнен правильно.

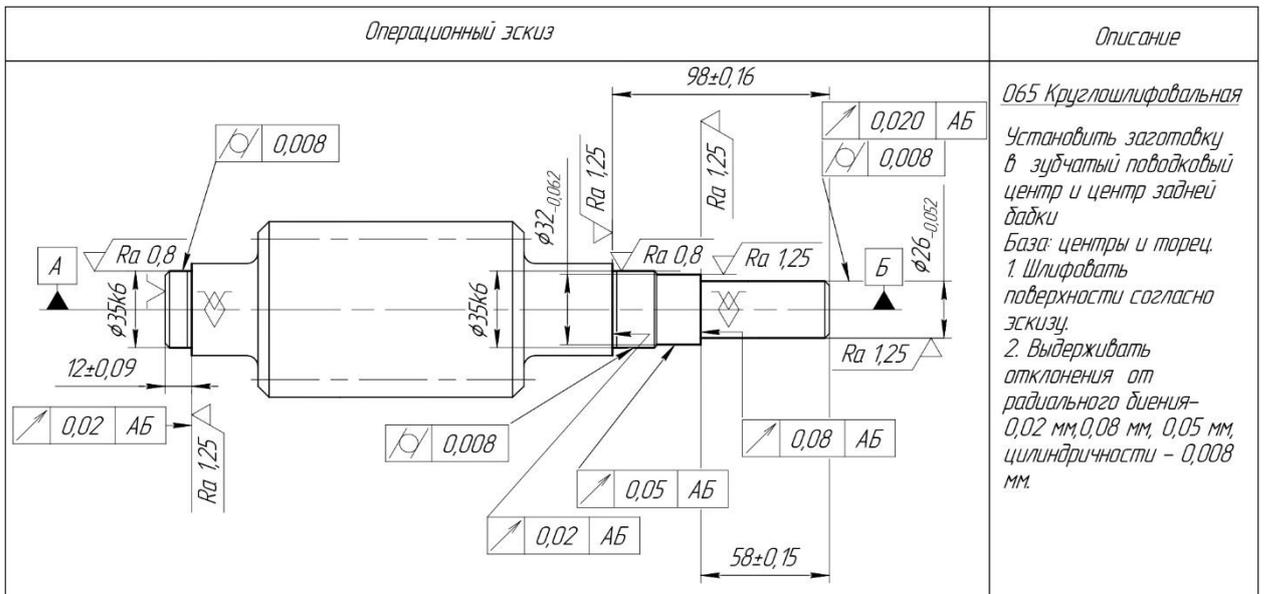
1.8 Проектирование технологических операций

Операционный эскиз	Описание
 <p style="text-align: center;">* Размер для справок</p>	<p style="text-align: center;"><u>005 Заготовительная</u></p> <p>Установить заготовку в призмы. База: наружный диаметр и торец</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Отрезать заготовку, выдерживая размер $304_{-1,8}$ мм.
 <p style="text-align: center;">* Размер для справок</p>	<p style="text-align: center;"><u>010 Токарная</u></p> <p style="text-align: center;">Установ А</p> <p>Установить заготовку в трехкулачковый патрон. База: наружный диаметр и торец.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подрезать торец в размер $302_{-1,3}$ мм. 2. Центровать торец выдерживая размеры согласно эскизу.
 <p style="text-align: center;">* Размер для справок</p>	<p style="text-align: center;">Установ Б</p> <p>Переустановить заготовку в трехкулачковый патрон. База: наружный диаметр и торец.</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Подрезать торец в размер $300_{-0,52}$ мм. 4. Центровать торец выдерживая размеры согласно эскизу.

Операционный эскиз	Описание
	<p><u>015 Токарная с ЧПУ</u></p> <p>Установить заготовку в зубчатый поводковый центр и центр задней бабки База: центры и торец.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Точить наружный диаметр в размер $\phi 80_{-0,074}$ мм. 2.Точить наружный диаметр $\phi 42_{-0,062}$ мм, выдерживая размеры $42 \pm 0,08$ мм, $R5 \pm 0,15$ мм, $5 \pm 0,15 \times 45^\circ$ мм. 3.Точить наружный диаметр $\phi 35,4h9$ мм, выдерживая размеры $11,8 \pm 0,215$ мм, $2 \pm 0,125 \times 45^\circ$ мм. 4.Точить канавку в размеры $2 \pm 0,125$ мм, $R1 \pm 0,125$ мм, $\phi 34,8_{-0,1}$ мм. 5.Точить наружный диаметр $\phi 42_{-0,062}$ мм, выдерживая размеры $138 \pm 0,08$ мм, $R5 \pm 0,15$ мм, $5 \pm 0,15 \times 45^\circ$ мм. 6.Точить наружный диаметр $\phi 35,4h9$ мм, выдерживая размер $97,8 \pm 0,435$ мм. 7.Точить канавку в размеры $2 \pm 0,125$ мм, $R1 \pm 0,125$ мм, $\phi 34,8_{-0,1}$ мм. 8.Точить наружный диаметр $\phi 32,4_{-0,062}$ мм, выдерживая размеры $78 \pm 0,11$ мм, $1 \pm 0,125 \times 45^\circ$ мм. 9.Точить наружный диаметр $\phi 26,4_{-0,052}$ мм, выдерживая размеры $57,8 \pm 0,37$ мм, $2 \pm 0,125 \times 45^\circ$ мм. 10.Точить канавку в размеры $R0,4 \pm 0,125$ мм, $\phi 25,6_{-0,084}$ мм, $2,2 \pm 0,125$ мм, $1,7 \pm 0,125$ мм, $30^\circ \pm 1^\circ$, $0,2 \pm 0,05$ мм, $1 \pm 0,125$ мм, $20^\circ \pm 1^\circ$.
<p><u>020 Контрольная</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Контролировать размеры полученных поверхностей; 2. Контролировать шероховатость полученных поверхностей. 	

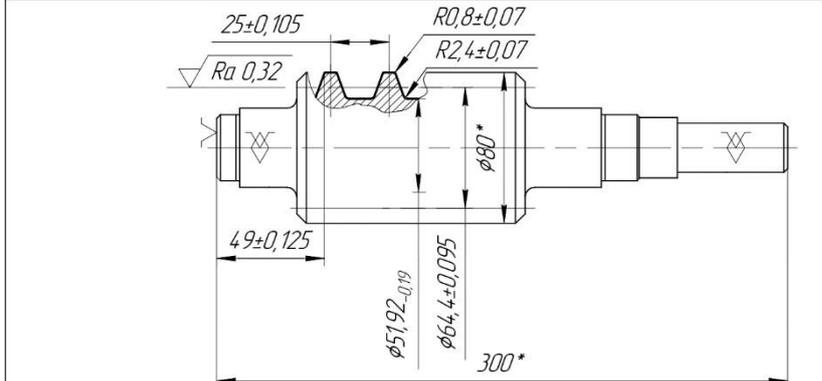
Операционный эскиз	Описание																																													
 <p style="text-align: right;">* Размеры для справок</p> <table border="1" data-bbox="252 790 724 1411"> <tbody> <tr> <td>Модуль</td> <td><i>m</i></td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>Число витков</td> <td><i>Z₁</i></td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Вид червяка</td> <td>-</td> <td>ZA</td> </tr> <tr> <td>Делительный угол подъема</td> <td>γ</td> <td>14°2'10"</td> </tr> <tr> <td>Направл. лин. витк.</td> <td>-</td> <td>Левое</td> </tr> <tr> <td>Исходный червяк</td> <td>ГОСТ</td> <td>19036-81</td> </tr> <tr> <td>Козф. смещения</td> <td><i>x</i></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Степень точности</td> <td>-</td> <td>7G</td> </tr> <tr> <td>Делит. толщ. по хорд. витк.</td> <td><i>Sa₁</i></td> <td>11,99_{-0,05}</td> </tr> <tr> <td>Высота до хорды</td> <td><i>ha₁</i></td> <td>6,04</td> </tr> <tr> <td>Делительный диаметр</td> <td><i>d₁</i></td> <td>64</td> </tr> <tr> <td>Ход витка</td> <td><i>Pz₁</i></td> <td>50,24</td> </tr> <tr> <td>Козф. диам. черв.</td> <td><i>q</i></td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>Межос. расстояние</td> <td><i>a_w</i></td> <td>192</td> </tr> <tr> <td>Числ. зуб. сопряж. черв. кол.</td> <td><i>Z₂</i></td> <td>40</td> </tr> </tbody> </table>	Модуль	<i>m</i>	8	Число витков	<i>Z₁</i>	2	Вид червяка	-	ZA	Делительный угол подъема	γ	14°2'10"	Направл. лин. витк.	-	Левое	Исходный червяк	ГОСТ	19036-81	Козф. смещения	<i>x</i>	0	Степень точности	-	7G	Делит. толщ. по хорд. витк.	<i>Sa₁</i>	11,99 _{-0,05}	Высота до хорды	<i>ha₁</i>	6,04	Делительный диаметр	<i>d₁</i>	64	Ход витка	<i>Pz₁</i>	50,24	Козф. диам. черв.	<i>q</i>	8	Межос. расстояние	<i>a_w</i>	192	Числ. зуб. сопряж. черв. кол.	<i>Z₂</i>	40	<p><u>025</u> Зубофрезерная</p> <p>Установить заготовку в зубчатый поводковый центр и центр задней бабки.</p> <p>База: центры и торец.</p> <p>1. Фрезеровать червяк выдерживая размеры согласно эскизу.</p>
Модуль	<i>m</i>	8																																												
Число витков	<i>Z₁</i>	2																																												
Вид червяка	-	ZA																																												
Делительный угол подъема	γ	14°2'10"																																												
Направл. лин. витк.	-	Левое																																												
Исходный червяк	ГОСТ	19036-81																																												
Козф. смещения	<i>x</i>	0																																												
Степень точности	-	7G																																												
Делит. толщ. по хорд. витк.	<i>Sa₁</i>	11,99 _{-0,05}																																												
Высота до хорды	<i>ha₁</i>	6,04																																												
Делительный диаметр	<i>d₁</i>	64																																												
Ход витка	<i>Pz₁</i>	50,24																																												
Козф. диам. черв.	<i>q</i>	8																																												
Межос. расстояние	<i>a_w</i>	192																																												
Числ. зуб. сопряж. черв. кол.	<i>Z₂</i>	40																																												
<p><u>030</u> Слесарная</p> <p>1. Снять заусенцы, притупить острые кромки</p>																																														
<p><u>035</u> Контрольная</p> <p>1. Контролировать размеры полученных поверхностей;</p> <p>2. Контролировать шероховатость полученных поверхностей.</p>																																														

Операционный эскиз	Описание
<p style="text-align: center;">* Размер для справок</p>	<p><u>040 Фрезерная</u> Установить заготовку в гидравлический зажим База: наружный диаметр и торец. 1. Фрезеровать шпоночный паз выдерживая размеры 22_{-0,52} мм, 8^{+0,36} мм, R0,2±0,125 мм, 4_{-0,3} мм, 50^{+0,62} мм.</p>
<p><u>045 Слесарная</u> 1. Снять заусенцы, притупить острые кромки</p>	
<p><u>050 Контрольная</u> 1. Контролировать размеры полученных поверхностей; 2. Контролировать шероховатость полученных поверхностей.</p>	
<p><u>055 Термическая</u> 1. Калий заготовку при температуре 820–860°C, охладить в воде до 200°C. 2. Отпускать при температуре 180–220°C. 3. Калий витки ТВЧ h 1,0–1,5 50–52 HRC.</p>	
<p><u>060 Контрольная</u> 1. Контролировать твердость детали.</p>	



070 Контрольная

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



075 Зубшлифовальная

Установить заготовку в зубчатый поводковый центр и центр задней бабки
 База: центры и торец.
 1. Шлифовать червяк согласно эскизу.

Модуль	<i>m</i>	8
Число витков	<i>Z₁</i>	2
Вид червяка	-	ZA
Делительный угол подъема	Y	14°2'10"
Направл. лин. витк.	-	
Исходный червяк		ГОСТ 19036-81
Козф. смещения	<i>x</i>	0
Степень точности	-	7.G
Делит. толщ. по хорд. витк. <i>Sa₁</i>		11,99 _{-0,05}
Высота до хорды <i>ha₁</i>		6,04
Делительный диаметр <i>d₁</i>		64
Ход витка <i>Pz₁</i>		50,24
Козф. диам. черв.	<i>q</i>	8
Межос. расстояние <i>a_w</i>		192
Числ. зуд. сопряж. черв. кол. <i>Z₂</i>		40

* Размеры для справок

<i>Операционный эскиз</i>	<i>Описание</i>
	<p align="center"><i>080 Контрольная</i></p> <p><i>1. Контролировать размеры согласно чертежу;</i> <i>2. Контролировать шероховатость согласно чертежу.</i></p>
	<p align="center"><i>085 Промывочная</i></p> <p><i>1. Промыть детали по ТТП 01279-00001</i></p>
	<p align="center"><i>90 Консервация</i></p> <p><i>1. Консервировать детали по ТТП 60270-00001, вариант 14</i></p>

1.8.1 Уточнение содержания переходов

Технологическим переходом называют законченную часть технологической операции, характеризуемую 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, 2 рабочих хода;
- 2) Сверление центрального отверстия – 1 переход, 1 рабочий ход.

010 Токарная (установ Б):

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

015 Токарная с ЧПУ:

- 1) Точение наружного Ø80 – 2 перехода, 3 рабочих хода;
- 2) Точение наружного Ø42 – 2 перехода, 12 рабочих ходов;
- 3) Точение наружного Ø35,4 – 3 перехода, 3 рабочих хода;
- 4) Точение наружного Ø42 – 2 перехода, 11 рабочих ходов;
- 5) Точение наружного Ø35,4 – 3 перехода, 4 рабочих хода;
- 6) Точение наружного Ø32,4 – 2 перехода, 2 рабочих хода;
- 7) Точение наружного Ø26,4 – 3 перехода, 3 рабочих хода;

025 Зубофрезерная:

- 1) Фрезерование профиля червяка – 1 переход, 10 рабочих ходов;

040 Фрезерная:

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

065 Круглошлифовальная:

- 1) Шлифование Ø35 – 1 переход, 20 рабочих ходов;
- 2) Шлифование Ø35 – 1 переход, 20 рабочих ходов;
- 3) Шлифование Ø32 – 1 переход, 20 рабочих ходов;
- 4) Шлифование Ø26 – 1 переход, 20 рабочих ходов;

075 Зубошлифование:

- 1) Шлифование профиля червяка – 1 переход, 20 рабочих ходов.

1.8.2 Выбор средств технологического оснащения

Технологическое оборудование и средства технологического оснащения должны быть ограничены номенклатурой технологического оборудования цеха или участка, для которых выполняется проектирование.

Таблица 4 – Средства технологического оснащения

Операция	Оборудование	Инструмент	Приспособление
005 Заготовительная	Круглопильный отрезной станок 8Г663	Пила дисковая 3420-0365 ГОСТ 9769-79; Линейка – 400 ГОСТ 427-75.	2 Призмы 7033-0039 ГОСТ 12195-66;
010 Токарная Установ А	Токарный станок 16К20	Резец подрезной 2112-0007 ГОСТ 18880-73; Пластина 01331-160304 ГОСТ 19045-80 Т15К6; Центровочное сверло 2317-0118 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 подрезной 2112-0007 ГОСТ 18880-73; Пластина 01331-160304 ГОСТ 19045-80 Т15К6; Центровочное сверло 2317-0118 ГОСТ 14952-75. Р6М5.	Патрон 3-х кулачковый 7100-0015 ГОСТ 2675-80 Патрон сверлильный 13-В16 ГОСТ 8522-79
015 Токарная с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ DMG NEF 400	Державка для точения SCLCL 2525М 09HP (2шт); Пластина: ССМТ 09 Т3 04-ММ 2220 (2шт); Державка для точения канавок LF123U06-2525ВМ (2шт); Пластина: N123Т3-0100-RS 1125 (2шт);	Зубчатый поводковый центр, StebCentre, D22 мм, КМ2; Центр вращающийся 7032-4158-01; Резцедержатель: EWS_137230 (4 шт); Втулка переходная КМ4/КМ3 с лапкой; Втулка переходная КМ6/КМ2 с лапкой.
020 Контрольная	Контрольный стол	Набор радиусных шаблонов ГОСТ 4126;	

Операция	Оборудование	Инструмент	Приспособление
		<p>Микрометр МК Ц50-1 ГОСТ 6507-90;</p> <p>Микрометр МК Ц100-1 ГОСТ 6507-90;</p> <p>Угломер типа 1-2 ГОСТ 5378-88;</p> <p>Образец шероховатости 1,6 Т ГОСТ 9378-93;</p> <p>Штангенциркуль ШЦ-П-150-0,05 ГОСТ 166-89;</p> <p>Глубиномер ГМЦ25-1 ГОСТ 7470-92.</p> <p>Штангенциркуль ШЦ-П-400-0,05 ГОСТ 166-89;</p> <p>Образец шероховатости 3,2 Т ГОСТ 9378-93;</p> <p>Угломер типа 2-2 ГОСТ 5378-88.</p>	
025 Зубофрезерная	Зубофрезерный станок 5К32	Фреза дисковая модульная Ø125 ГОСТ 10996-64 Р6М5.	<p>Оправка 6222-0047 ГОСТ 13785-68;</p> <p>Зубчатый поводковый центр, StebCentre, D22 мм, КМ2;</p> <p>Центр вращающийся 7032-4158-01;</p> <p>Втулка переходная КМ4/КМ3 с лапкой;</p> <p>Втулка переходная КМ6/КМ2 с лапкой.</p>
030 Слесарная	Верстак слесарный ГОСТ 19917-93	Надфиль плоск.остр. 2826-0048 ГОСТ 1513-77.	Тиски 7827-0281 ГОСТ 4045-75
035 Контрольная	Контрольный стол	<p>Набор радиусных шаблонов ГОСТ 4126;</p> <p>Штангенциркуль ШЦ-П-125-0,05 ГОСТ 166-89;</p> <p>Образец шероховатости 3,2 ГОСТ 9378-93.</p> <p>Прибор для измерения цилиндрических</p>	

Операция	Оборудование	Инструмент	Приспособление
		червяков ZS1 ГОСТ 9776-82	
040 Фрезерная	Фрезерный станок 692Д	Фреза шпоночная Ø8 ГОСТ 9140-2015 P6M5.	Гидравлический зажим; 2 Призмы 7033-0038 ГОСТ 12195-96; Втулка переходная 1752-4-1.
045 Слесарная	Верстак слесарный ГОСТ 19917-93	Надфиль плоск.остр. 2826-0048 ГОСТ 1513-77.	Тиски 7827-0281 ГОСТ 4045-75
050 Контрольная	Контрольный стол	Набор радиусных шаблонов ГОСТ 4126; Штангенциркуль ШЦ-П-125-0,05 ГОСТ 166-89; Образец шероховатости 3,2 Т ГОСТ 9378-93.	
055 Термическая	Установка для ТВЧ ЭЛСИТ; Печь муфельная СНОЛ 30/1100.		
060 Контрольная	Контрольный стол	ТКМ-359М.	
065 Кругло-шлифовальная	Кругло-шлифовальный станок RSM 750.	Шлифовальный круг П2 400x40x203 14А F36 СТЗ-ВТ ВФ 1кл ТУ 3982-003-01394573.	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.

Операция	Оборудование	Инструмент	Приспособление
070 Контрольная	Контрольный стол	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-П-150-0,05 ГОСТ 166-89.	
075 Зубошлифовальная	Зубошлифовальный станок 5М841.	Шлифовальный круг П2 300х20х127 14А F36 СТЗ-ВТ ВФ 1кл ТУ 3982-003-01394573.	Зубчатый поводковый центр, StebCentre, D22 мм, КМ2; Центр вращающийся 7032-4158-01; Втулка переходная КМ3/КМ2 с лапкой; Оправка для шлифовального круга Ø127 ГОСТ 2270-78.
080 Контрольная	Контрольный стол	Микрометр МК Ц100-1 ГОСТ 6507-90; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75; Штангенциркуль ШЦ-П-400-0,05 ГОСТ 166-89; Набор радиусных шаблонов ГОСТ 4126; Глубиномер ГМЦ25-1 ГОСТ 7470-92. Головка измерительная ИИГ ГОСТ 18833-73; Стойка С-III ГОСТ 10197-70;	
085 Промывочная	Ванна ВП 9.7.7/0,9.	Раствор по ТТП 01279-00001.	
90 Консервация	Стол упаковочный.	Технический вазелин, парафинированная бумага.	

1.8.3 Выбор и расчет режимов резания

В основе назначения режимов резания лежит определение глубины, подачи и скорости резания, при которых будет обеспечена наиболее экономичная и производительная обработка поверхности по точности и шероховатости обработанной поверхности.

Для начала необходимо подобрать глубину резания, затем максимально допустимая подача, а потом определяется скорость резания. Такой порядок выбора элементов режима резания определяется тем, что на количество выделяемого при резании тепла, а, следовательно, на износ и стойкость резца глубина резания влияет в наименьшей, а подача и особенно скорость резания – в наибольшей степени.

010 Токарная.

Подрезка торца

Инструмент: Резец подрезной с СМП из твердого сплава Т15К6 с углом наклона головки резца 45° . Радиус при вершине 0,4 мм ГОСТ 18880-73.

Материал режущей пластины: Т15К6.

Обрабатываемый материал: Сталь 45 ГОСТ 1050-88.

Поправочный коэффициент находим по формуле:

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

Скорость резания находим по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^{m_t} s^{x_s} y} \cdot K_v$$

Количество оборотов находим по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}$$

Где t – глубина резания; $t = 1$ мм;

s – подача; $s = 0,2 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$;

Cv – коэффициент при обработке резцами с твердым сплавом Т15К6;

$$Cv = 350;$$

m, x, y – показатели степени при обработке резцами с твердым сплавом

$$Т15К6; m = 0,2, x = 0,15, y = 0,35;$$

T – период стойкости инструмента; $T = 60$ мин.;

Kv – поправочный коэффициент;

K_{mv} – коэффициент учитывающий влияние материала заготовки;

$$K_{mv} = 0,95;$$

K_{iv} – коэффициент учитывающий материал инструмента; $K_{iv} = 1$;

K_{nv} – коэффициент учитывающий состояние поверхности. $K_{nv} = 0,9$;

n – число оборотов; (об/мин);

d – диаметр обрабатываемой заготовки (мм);

V – скорость резания; (м/мин).

Рассчитаем поправочный коэффициент:

$$Kv = 0,95 \cdot 1 \cdot 0,9 = 0,855$$

Рассчитаем скорость резания:

$$V = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,2^{0,35}} \cdot 0,72 = 195 \text{ м/мин.}$$

Рассчитаем получившееся кол-во оборотов при получившейся скорости резания:

$$n = \frac{1000 \cdot 195}{3,14 \cdot 85} = 730,6 \text{ об/мин}$$

Для обработки торца примем 700 об/мин, тогда скорость резания будет равна:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 85 \cdot 700}{1000} = 186,8 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Силу резания находим по формуле:

$$P = 10Cp \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot Kp$$

Где Cp – коэффициент при точении; $Cp = 300$;

n, x, y – показатели степени при точении; $n = -0,15, x = 1, y = 0,75$;

Kp – коэффициент, учитывающий фактические условия резания; $Kp = 0,7$.

Рассчитываем силу резания:

$$P = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 186,8^{-0,15} \cdot 0,7 = 286,6 \text{ Н}$$

Рассчитываем мощность резания:

$$N = \frac{P \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{286,6 \cdot 186,8}{1020 \cdot 60} = 0,87 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,87}{0,85} = 1,02 \text{ кВт}$$

Выбираем токарный станок 16К20

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

Центрование отверстия

Инструмент: Центровочное сверло $\text{Ø}3,15$ 2317-0118 ГОСТ 14952-75.

Материал инструмента: Р6М5.

Обрабатываемый материал: Сталь 45 ГОСТ 1050-88.

Находим поправочный коэффициент по формуле:

$$Kv = K_{mv}K_{nv}K_{iv} = 0,73$$

Находим скорость резания по формуле:

$$V = \frac{Cv \cdot D^q}{T^m \cdot sy} \cdot Kv = \frac{9,8 \cdot 3,15^{0,4}}{20^{0,2} \cdot 0,2^{0,5}} \cdot 0,73 = 14,28 \text{ м/мин.}$$

Количество оборотов находим по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}$$

Где t – глубина резания; $t = 1,575$ мм;

s – подача; $s = 0,2 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$;

Cv – коэффициент при обработке сверлами Р6М5; $Cv = 9,8$;

m, y – показатели степени при обработке сверлом Р6М5; $m = 0,2, y = 0,5$;

T – период стойкости инструмента; $T = 20$ мин.;

Kv – поправочный коэффициент;

K_{mv} – коэффициент учитывающий влияние материала заготовки;

$$K_{mv} = 0,82 ;$$

K_{iv} – коэффициент учитывающий материал инструмента; $K_{iv} = 0,9$;

K_{nv} – коэффициент учитывающий состояние поверхности. $K_{nv} = 1$;

n – число оборотов (об/мин);

d – диаметр сверления (мм);

V – скорость резания (м/мин).

Рассчитаем поправочный коэффициент:

$$K_v = 0,82 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,73$$

Рассчитаем скорость резания:

$$V = \frac{9,8 \cdot 3,15^{0,4}}{20^{0,2} \cdot 0,2^{0,5}} \cdot 0,73 = 14,28 \text{ м/мин.}$$

Рассчитаем получившееся кол-во оборотов при получившейся скорости резания:

$$n = \frac{1000 \cdot 14,28}{3,14 \cdot 3,15} = 1443,7 \text{ об/мин}$$

Для сверления центрального отверстия примем 1400 об/мин, тогда скорость резания будет равна:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 3,15 \cdot 1400}{1000} = 13,8 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

040 Фрезерная черновая.

Фрезерование паза

Инструмент: Фреза шпоночная Ø8 мм ГОСТ 9140-2015.

Материал режущей части: P6M5.

Обрабатываемый материал: Сталь 45 ГОСТ 1050-88.

Находим общий поправочный коэффициент по формуле:

$$K_v = K_{\mu v} \cdot K_{iv} \cdot K_{nv}$$

Находим скорость резания по формуле:

$$V = \frac{C_V \cdot D_\phi^q}{T^m \cdot t^x \cdot s_Z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v$$

Находим количество оборотов по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}$$

Где T – стойкость фрезы; $T = 45$ мин;

C_V – коэффициент, характеризующий материал заготовки и фрезы; $C_V = 12$;

D_ϕ – диаметр фрезы; $D_\phi = 8$ мм;

t – глубина резания; $t = 3$ мм;

s_Z – подача на зуб; $s_Z = 0,1 \frac{\text{мм}}{\text{зуб}}$;

B – ширина фрезерования; $B = 8$ мм;

Z – число зубьев фрезы; $Z = 2$;

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

$u = 0, p = 0$;

K_v – общий поправочный коэффициент на измененные условия обработки;

$K_{\mu v}$ – коэффициент, учитывающий физико-механические свойства обрабатываемого материала; $K_{\mu v} = 1,25$;

K_{iv} – коэффициент, учитывающий материал инструмента; $K_{iv} = 1$;

K_{pv} – коэффициент, учитывающий поверхностный слой заготовки; $K_{pv} = 0,9$;

n – число оборотов; (об/мин);

d – диаметр фрезы; (мм).

Рассчитаем поправочный коэффициент:

$$K_v = 1,25 \cdot 1 \cdot 0,9 = 1,125$$

Рассчитаем скорость резания:

$$V = \frac{12 \cdot 8^{0,3}}{45^{0,26} \cdot 3^{0,3} \cdot 0,1^{0,25} \cdot 8^0 \cdot 2^0} \cdot 1,125 = 11,97 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Рассчитаем получившееся кол-во оборотов при получившейся скорости резания:

$$n = \frac{11,97 \cdot 1000}{3,14 \cdot 8} = 476,5 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Для фрезерования шпоночного паза примем 500 об/мин, тогда скорость резания будет равна:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 8 \cdot 500}{1000} = 12,6 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Находим силу резания по формуле:

$$P = \frac{10C_p \cdot t^x s_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D_\phi^q \cdot n^w} \cdot K_{mp}$$

Где C_p – коэффициент пропорциональности; $C_p = 68,2$

q, w, x, y, u – показатели степени; $q = 0,86, w = 0, x = 0,86, y = 0,72, u = 1$;

K_{mp} – поправочный коэффициент учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовые зависимости; $K_{mp} = 1,05$;

Рассчитываем силу резания:

$$P = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 3^{0,86} \cdot 0,1^{0,72} \cdot 8 \cdot 2}{8^{0,86} \cdot 500^0} \cdot 1,05 = 939,2 \text{ Н}$$

Рассчитываем мощность резания

$$N = \frac{P \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{939,2 \cdot 12,6}{1020 \cdot 60} = 0,19 \text{ кВт}$$

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,19}{0,85} = 0,22 \text{ кВт}$$

Выбираем фрезерный станок 692Д

$N_{ст} = 2,2$ кВт – номинальная мощность фрезерного станка 692Д.

065 Круглошлифовальная чистовая.

Инструмент: Шлифовальный круг

2П 400х40х203 14А F36 СТЗ-ВТ ВФ 1кл ТУ 3982-003-01394573-2003

Обрабатываемый материал: Сталь 45

По табл. 55 [1] назначаем режимы резания:

$$V_{\text{круг}} = 100 \frac{\text{м}}{\text{с}}, V_{\text{заготовки}} = 40 \frac{\text{м}}{\text{мин}}, t = 0,01 \text{ мм}, s_{\text{прод}} = 0,04 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$$

Где t – глубина резания;

$S_{\text{прод}}$ – продольная подача;

$V_{\text{заготовки}}$ – скорость вращения заготовки;

$V_{\text{круг}}$ – скорость вращения круга.

Находим мощность резания по формуле:

$$N = Cn \cdot v_3^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q$$

Где Cn – коэффициент при шлифовании; $Cn = 1,3$;

r, y, x – показатели степени при шлифовании; $r = 0,75, y = 0,7, x = 0,85$;

d – диаметр шлифования; $d = 35$ мм.

Рассчитываем мощность резания:

$$N = 1,3 \cdot 40^{0,75} \cdot 0,01^{0,85} \cdot 0,04^{0,7} \cdot 35 = 1,5 \text{ кВт}$$

$N_{\text{ст}} = 4,6$ кВт – номинальная мощность универсального круглошлифовального станка RSM 750.

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	Скорость резания V_c , м/мин	Количество оборотов в мин n , об/мин	Стойкость T , мин
005 Заготовительная	Пила 3420-0365 ГОСТ 9769-79	-	0,2 мм/зуб	70	45	100
010 Токарная (Установ А)						
Подрезка торца 302-1,3	Резец подрезной 2112-0007 ГОСТ 18880-73; Пластина 01331- 160304 ГОСТ 19045-80 Т15К6.	1	0,2	186,8	700	60

Операция	Инструмент	Глубина t, мм	Подача S, мм/об	Скорость резания V _с , м/мин	Количество оборотов в мин n, об/мин	Стойкость T, мин
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 300-0,52	Резец подрезной 2112-0007 ГОСТ 18880-73; Пластина 01331- 160304 ГОСТ 19045-80 Т15К6.	1	0,2	186,8	700	60
Сверление центрального отверстия Ø3,15 мм	Центровочное сверло 2317-0118 ГОСТ 14952-75 Р6М5.	1,575	0,2	13,8	1400	20
025 Зубофрезерная						
Фрезерование профиля червяка черновое	Фреза дисковая модульная Ø125 ГОСТ 10996-64 Р6М5.	1,5	0,1 мм/зуб	20	80	80
Фрезерование профиля червяка чистовое	Фреза дисковая модульная Ø125 ГОСТ 10996-64 Р6М5.	0,9	0,04 мм/зуб	25	150	80
040 Фрезерная						
Фрезерование шпоночного паза черновое	Фреза шпоночная Ø8 ГОСТ 9140-2015 Р6М5	3	0,1 мм/зуб	12,6	500	45
Фрезерование шпоночного паза чистовое	Фреза шпоночная Ø8 ГОСТ 9140-2015 Р6М5	1	0,04 мм/зуб	20	800	45
065 Кругло-шлифовальная						

Операция	Инструмент	Глубина t, мм	Подача S, мм/об	Скорость резания V _c , м/мин	Количество оборотов в мин n, об/мин	Стойкость T, мин
Шлифование Ø35, Ø32, Ø26	Шлифовальный круг 2П 400x40x203 14А F36 СТ3-ВТ ВF 1кл ТУ 3982- 003-01394573;	0,01	0,04	100	1500	
080 Зубошлифовальная						
Шлифование профиля червяка	Шлифовальный круг 2П 300x20x127 14А F36 СТ3-ВТ ВF 1кл ТУ 3982- 003-01394573;	0,01	0,04	30	1900	

В связи с тем, что используем режущие инструменты для токарной операции с ЧПУ компании SANDVIK Coromant, расчет режимов резания произведем при помощи CoroPlus ToolGuide и занесем в таблицу 6.

Таблица 6 – Режимы резания

№ перехода	Содержание перехода	Глубина t, мм	Подача S, мм/об	Скорость резания V _c , м/мин	Количество оборотов в мин n, об/мин
1	Точить Ø80 _{-0,074}				
	Черновая (2 прохода)	1	0,3	429	1640
	Чистовая (1 проход)	0,5	0,25	504	2000
2	Точить Ø42 _{-0,062} L42±0,08				
	Черновая (10 проходов)	1,86	0,3	429	1850
	Чистовая (1 проход)	0,4	0,288	458	2000
3	Точить Ø35,4h9 L11,8±0,215				
	Черновая (2 прохода)	1,5	0,3	245	1800

№ перехода	Содержание перехода	Глубина t, мм	Подача S, мм/об	Скорость резания V _c , м/мин	Количество оборотов в мин n, об/мин
	Чистовая (1 проход)	0,3	0,25	264	2000
4	Точение радиусной канавки R1 L2 мм (1 проход)	0,3	0,1	193	1770
5	Точить Ø42 ^{-0,062} L138±0,08 Черновая (10 проходов)	1,86	0,3	429	1850
	Чистовая (1 проход)	0,4	0,288	458	2000
6	Точить Ø35,4h9 L97,8±0,435 Черновая (2 прохода)	1,5	0,3	245	1800
	Чистовая (1 проход)	0,3	0,25	264	2000
7	Точение радиусной канавки R1 L2 мм (1 проход)	0,3	0,1	193	1770
8	Точить Ø32,4 ^{-0,062} L78±0,11 Черновая (1 проход)	1	0,3	188	1800
	Чистовая (1 проход)	0,5	0,25	210	2000
9	Точить Ø26,4 ^{-0,052} L57,8±0,37 Черновая (2 прохода)	1,25	0,3	190	1700
	Чистовая (1 проход)	0,5	0,25	210	2000
10	Точение радиусной канавки R0,4 L2,2 мм (1 проход)	0,4	0,075	190	1700

1.8.4 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 [6]:

$$t_{оп} = t_o + t_b$$

Где t_o – основное время, мин;

t_b – вспомогательное время на операцию, мин.

$$t_b = t_{уст} + t_{пер} + t_{изм}$$

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

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

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

Штучное время на операцию:

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

Где $t_{оп}$ – оперативное время, мин;

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

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

$$A_{обс} = 4,5\% \cdot t_{оп}$$

$$A_{отд} = 4\% \cdot t_{оп}$$

Штучно калькуляционное время:

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

Где n – размер партии запуска, шт;

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

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

Ниже в таблице 7 приведены результаты расчета времени на изготовление детали «Червяк цилиндрический».

Таблица 7 – Нормирование технологического процесса

№ оп.	Содержание операции	Время, мин
	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
	6.Штучно-калькуляционное время	3,86
	Токарная (установ А)	
	1. Основное время	0,73
	2. Суммарное вспомогательное время	1,18
010	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
	Токарная (установ Б)	
	1. Основное время	0,73
	2. Суммарное вспомогательное время	1,18
010	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
	Токарная с ЧПУ	
	1. Основное время	6,456
	2. Суммарное вспомогательное время	1,46
015	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
040	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
065	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, инструмента и приспособлений, на дополнительные приемы	10
	5.Штучное время	3,9
	6.Штучно-калькуляционное время	4
075	Зубошлифовальная	
	1. Основное время	15,22
	2. Суммарное вспомогательное время	1,9
	3.Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности	2,22
	4.Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приемы	10
	5.Штучное время	17,44
	6.Штучно-калькуляционное время	17,54

1.9 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 данной работе будет использоваться один токарный станок DMG NEF 400. 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 Б



Рис. 2 Токарный станок с ЧПУ DMG NEF 400

Таблица 8 Технические характеристики станка [7]

Диаметр патрона	мм	250
-----------------	----	-----

Макс. диаметр обработки	мм	350
Макс. длина обработки	мм	800
Частота вращения шпинделя	об/мин	20~2050
Мощность привода шпинделя	кВт	8
Перемещение по осям X/Z	мм	255/800
Количество инструментов	шт	12
Приводные инструменты	шт	-
Габаритные размеры станка ДхШхВ	мм	1600x1650x1800
Вес станка	кг	2800
Система ЧПУ	Siemens 840D; Fanuc 21i(опция)	

1.10 Размерный анализ технологического процесса

Построим Размерную схему технологического процесса изготовления детали «Червяка цилиндрического».

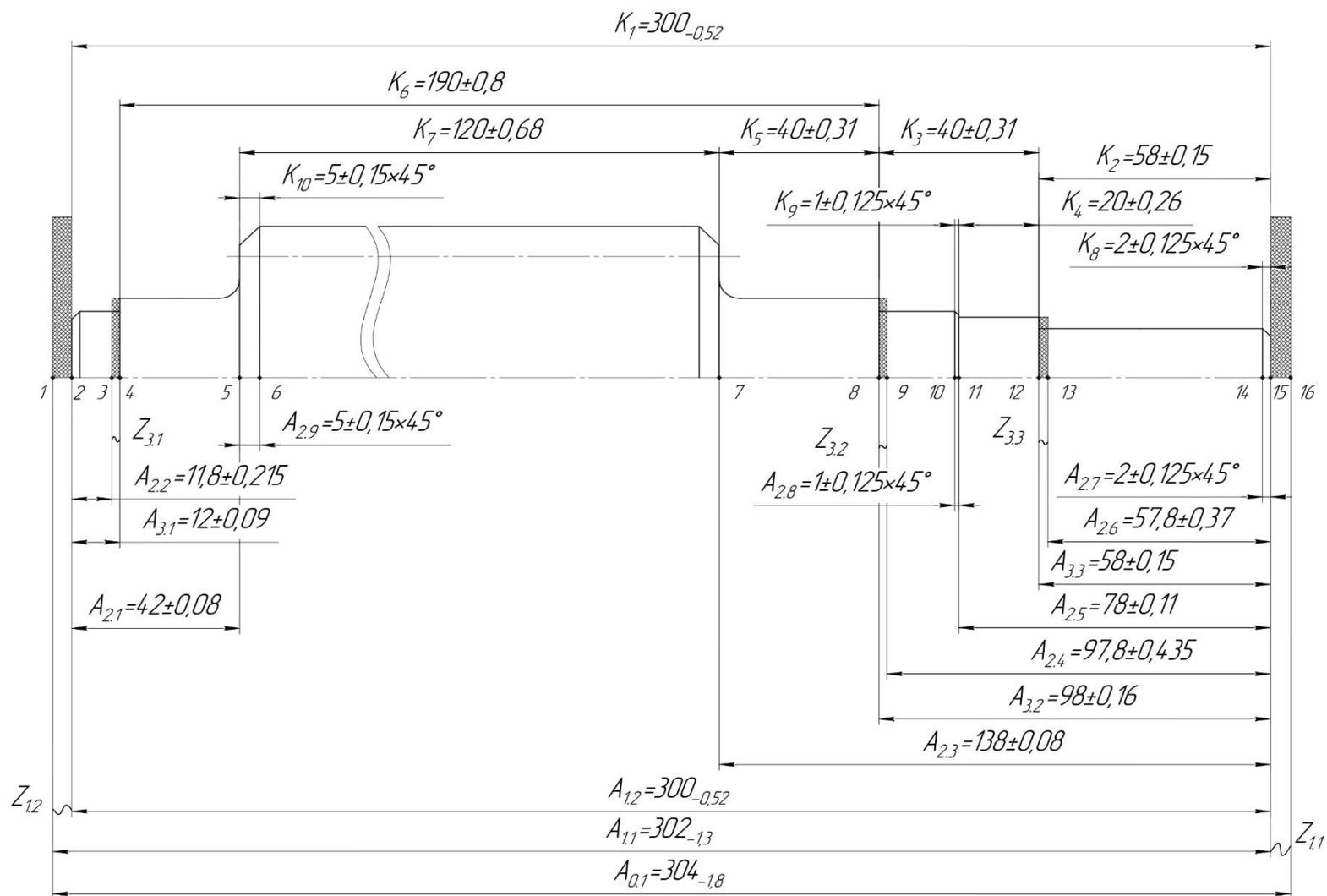


Рис.3 Размерная схема технологического процесса изготовления «Червяка цилиндрического»

Определим выдерживаются ли конструкторские размеры.

Конструкторские размеры:

$K_1=A_{1.2}$ – размер выдерживается;

$K_2=A_{3.3}$ – размер выдерживается;

$K_8=A_{2.7}$ – размер выдерживается;

$K_9=A_{2.8}$ – размер выдерживается;

$K_{10}=A_{2.9}$ – размер выдерживается;

Проверка:

$K_3=40$ мм

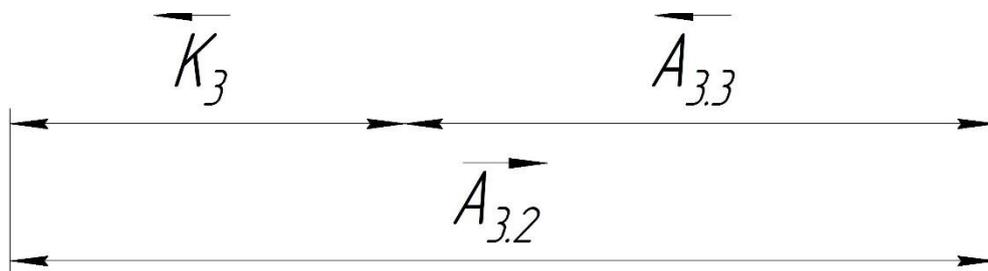


Рис.4 Размерная цепь для размера K_3

$$K_3 = A_{3.2} - A_{3.3} = 98 \pm 0,16 - 58 \pm 0,15 = 40 \pm 0,31 \text{ мм}$$

$$K_{3\text{MAX}} = 40,31 \text{ мм};$$

$$K_{3\text{MIN}} = 39,69 \text{ мм};$$

Конструкторский размер K_3 выдерживается, так как находится в поле допуска.

$K_4=20$ мм

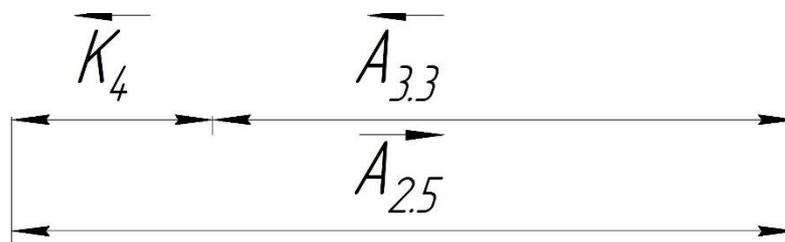


Рис.5 Размерная цепь для размера K_4

$$K_4 = A_{2.5} - A_{3.3} = 78 \pm 0,11 - 58 \pm 0,15 = 20 \pm 0,26 \text{ мм}$$

$$K_{4\text{MAX}} = 20,26 \text{ мм};$$

$$K_{4\text{MIN}} = 19,74 \text{ мм};$$

Конструкторский размер K_4 выдерживается, так как находится в поле допуска.

$$K_5 = 40 \text{ мм}$$

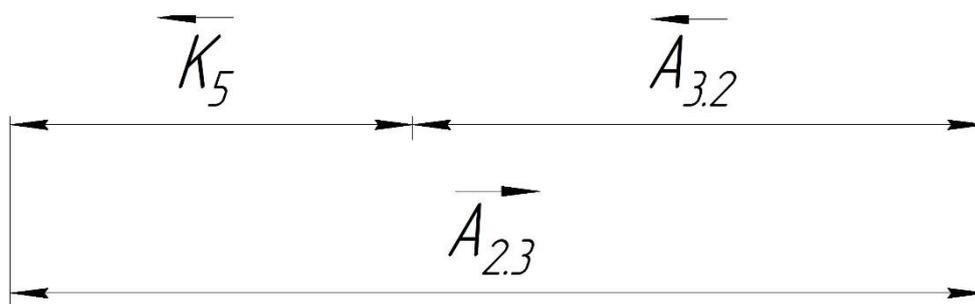


Рис.6 Размерная цепь для размера K_5

$$K_5 = A_{2.3} - A_{3.2} = 138 \pm 0,08 - 98 \pm 0,16 = 40 \pm 0,24 \text{ мм}$$

$$K_{5\text{MAX}} = 40,24 \text{ мм};$$

$$K_{5\text{MIN}} = 39,76 \text{ мм};$$

Конструкторский размер K_5 выдерживается, так как находится в поле допуска.

$$K_6 = 190 \text{ мм}$$

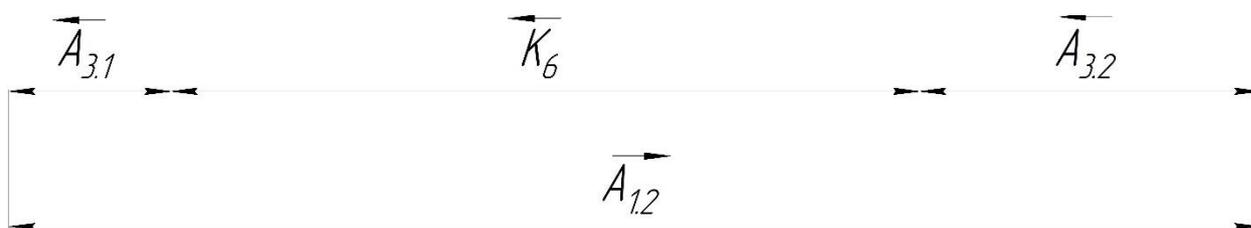


Рис.7 Размерная цепь для размера K_6

$$K_6 = A_{1.2} - A_{3.2} - A_{3.1} = 300_{-0,52} - 98 \pm 0,16 - 12 \pm 0,09 = 190_{-0,77}^{+0,25} \text{ мм}$$

$$K_{6\text{MAX}} = 190,25 \text{ мм};$$

$$K_{6\text{MIN}} = 189,23 \text{ мм};$$

Конструкторский размер K_6 выдерживается, так как находится в поле допуска.

$$K_7 = 120 \text{ мм}$$

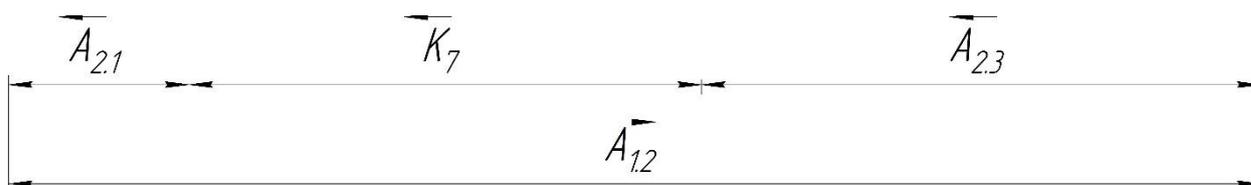


Рис.8 Размерная цепь для размера K_7

$$K_7 = A_{1,2} - A_{2,1} - A_{2,3} = 300_{-0,52} - 42 \pm 0,08 - 138 \pm 0,08 = 120_{-0,68}^{+0,16} \text{ мм}$$

$$K_{7\text{MAX}} = 120,16 \text{ мм};$$

$$K_{7\text{MIN}} = 119,32 \text{ мм};$$

Конструкторский размер K_7 выдерживается, так как находится в поле допуска.

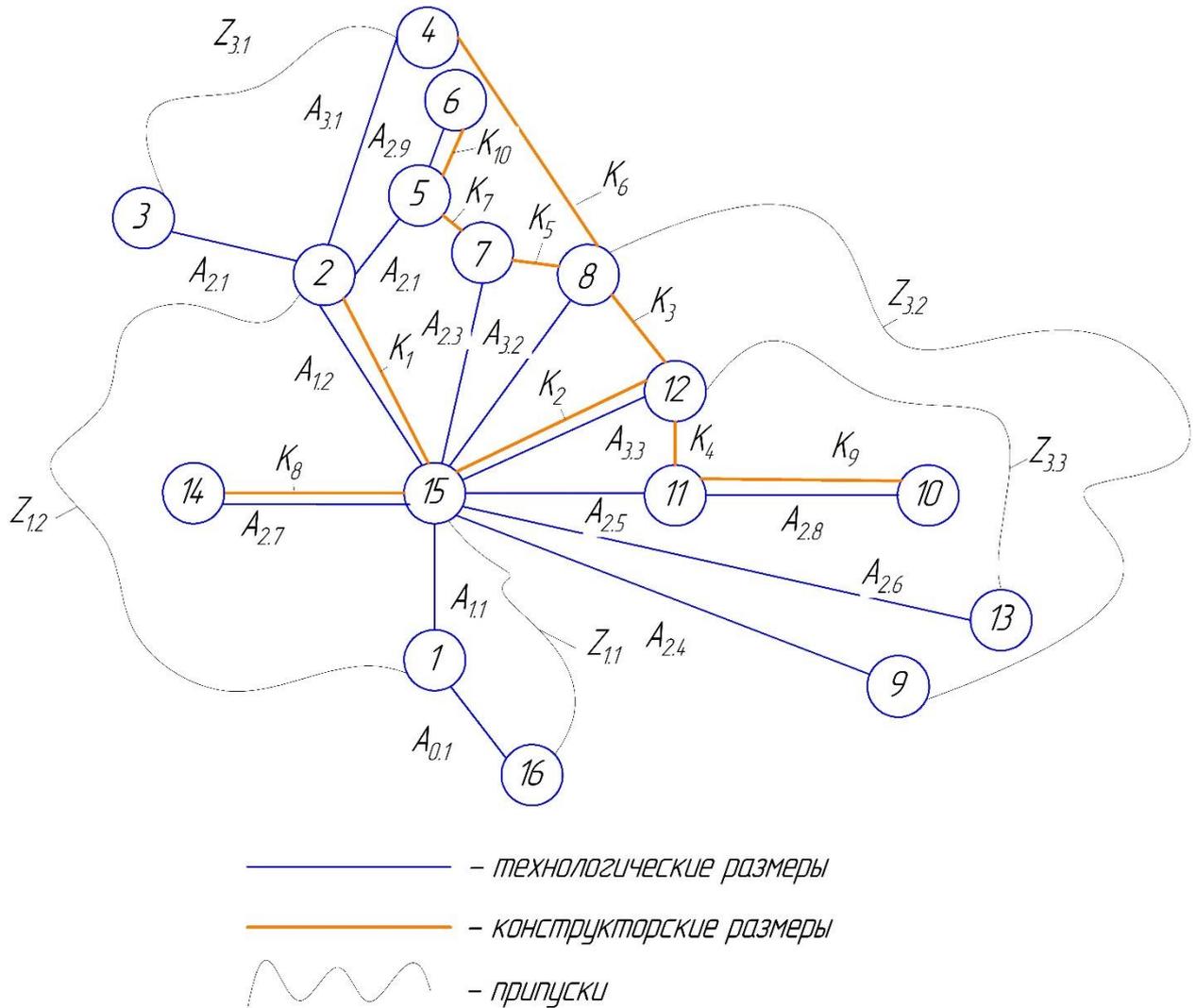


Рис.9 Граф дерево

Определим значения припусков на механическую обработку.

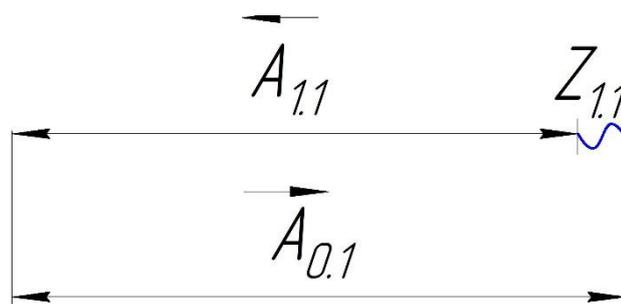


Рис.10 Размерная цепь для припуска $Z_{1.1}$

$$Z_{1.1} = A_{0.1} - A_{1.1} = 304_{-1,8} - 302_{-1,3} = 2_{-1,8}^{+1,3} \text{ мм}$$

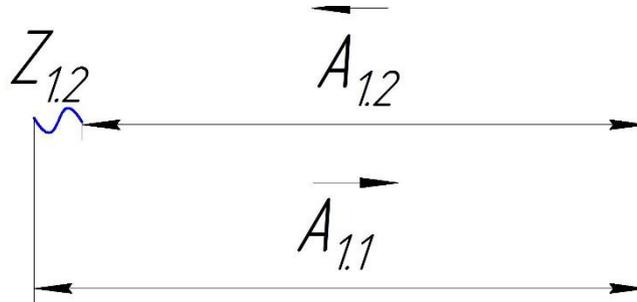


Рис.11 Размерная цепь для припуска $Z_{1.2}$

$$Z_{1.2} = A_{1.1} - A_{1.2} = 302_{-1,3} - 300_{-0,52} = 2_{-1,3}^{+0,52} \text{ мм}$$

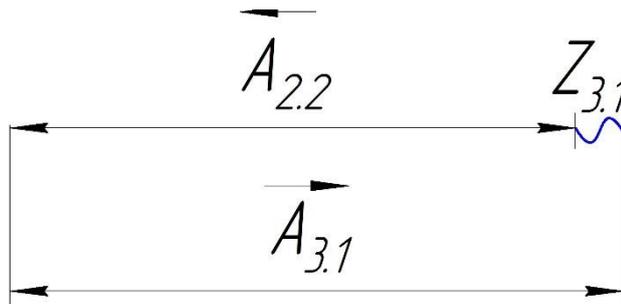


Рис.12 Размерная цепь для припуска $Z_{3.1}$

$$Z_{3.1} = A_{3.1} - A_{2.2} = 12 \pm 0,09 - 11,8 \pm 0,215 = 0,2 \pm 0,305 \text{ мм}$$

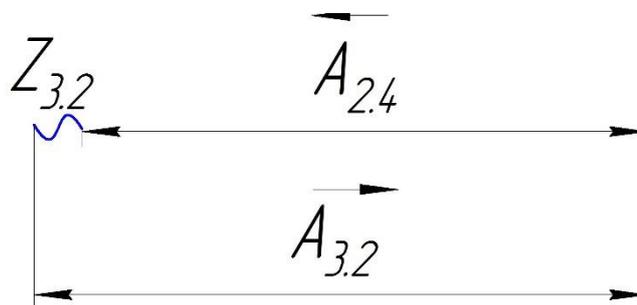


Рис.13 Размерная цепь для припуска $Z_{3.2}$

$$Z_{3.2} = A_{3.2} - A_{2.4} = 98 \pm 0,16 - 97,8 \pm 0,435 = 0,2 \pm 0,595 \text{ мм}$$

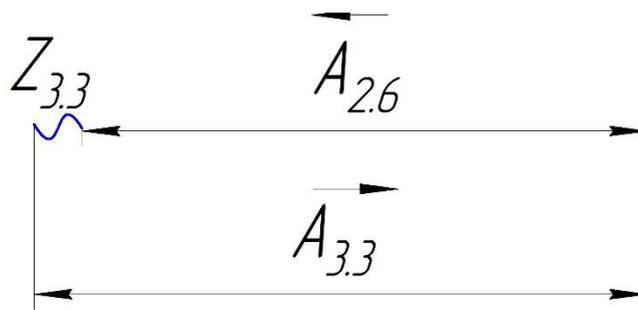


Рис.14 Размерная цепь для припуска $Z_{3.3}$

$$Z_{3.3} = A_{2.3} - A_{1.6} = 58 \pm 0,15 - 57,8 \pm 0,37 = 0,2 \pm 0,52 \text{ мм}$$

1.11 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 Ø85 мм – 46,8 р/кг. (теоретическая масса прутка длиной 1м высокой точности - 44,5 кг. (см. ГОСТ 2590-2006)). Заготовка имеет длину 304 мм, массу 13,48 кг по данным КОМПАС-3D v16.1. Тогда расчетная стоимость заготовки:

$$46,8 \cdot 13,48 = 630,84 \text{ руб/шт.}$$

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	6,43	964,5
Токарь универсал	312	6,71	2093,52
Оператор токарного станка с ЧПУ	148	13,73	2032,04
Наладчик станков с ПУ	386	10	3860
Зуборезчик	267	24,4	6514
Слесарь	140	13	1820
Фрезеровщик	267	2,88	768,96

Контролер ОТК	160	40	6400
Мойщик-сушильщик	120	12	1440
Зубошлифовщик	226	29,23	6605,98
Шлифовщик	120	6,66	800
Итого, Σ			33 299

Далее представим затраты на оборудование в виде таблицы 10.

Таблица 10 – Стоимость оборудования

Операция	Оборудование	Стоимость, руб
Заготовительная	Отрезной круглопильный 8Г663	500 000
Токарная	Токарный станок 16К20	690 000
Токарная с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ DMG NEF 400	5 200 000
Термическая	Установка для ТВЧ Элсит	450 000
	Печь муфельная снол 30/1100	124 403
Фрезерная	Фрезерный станок 692д	3 598 000
Зубофрезерная	Зубофрезерный станок 5К32	620 000
Промывочная	Ванна промывочная ВП-9.7.7/0,9	30 000
Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок RSM 750	8 000 000
Зубошлифовальная	Зубошлифовальный станок 5М841	750 000
Итого, Σ		19 872 403

Таким образом для технологического оснащения производства детали «Червяк цилиндрический» потребуется примерно 19 872 403 руб. без учета затрат на режущий инструмент, оснастку, мерительный инструмент.

1.12 Проектирование средств технологического оснащения

1.12.1 Принцип работы приспособления

Для установки детали «Червяк цилиндрический» по наружному диаметру был спроектирован специальный гидравлический зажим, схема которого представлена на рисунке 15. Гидравлический зажим работает следующим образом: деталь Д устанавливается в призмы, при поступлении рабочей жидкости в левую полость гидроцилиндра 4 шток гидроцилиндра втягивается и осуществляется прижим заготовки Д рычагом 2, также на оборот при поступлении рабочей жидкости в правую полость гидроцилиндра 4 шток гидроцилиндра выдвигается и осуществляется разжим детали Д.

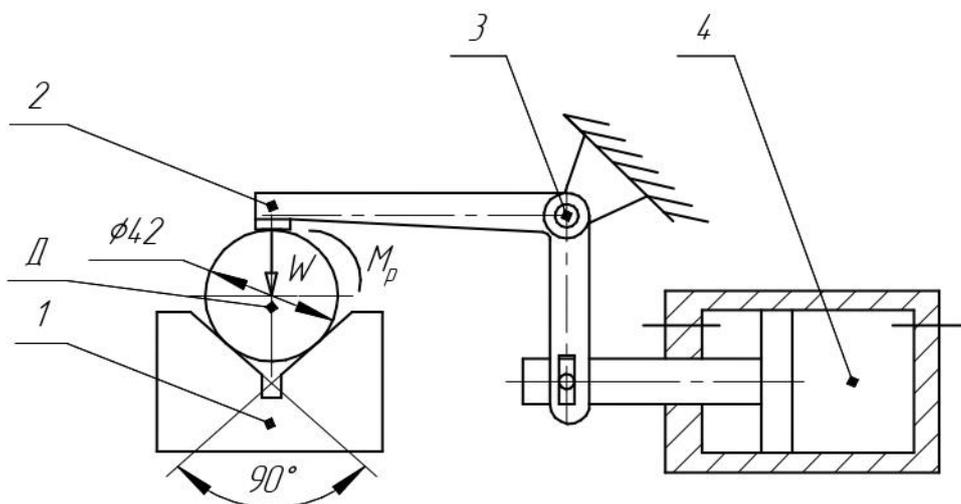


Рис.15 Кинематическая схема гидравлического зажима: 1 – Призма; 2 – рычаг; 3 – ось; 4 – гидроцилиндр; Д – деталь

1.12.2 Расчет усилия зажима

Составляем для детали уравнение равновесия, на основании принципиальной схемы закрепления (рис.15):

$$K \cdot M_p = M_{p.1} + M_{p.2} = W \cdot f_1 \cdot r + W \cdot f_{np} \cdot r$$

Оттуда выразим силу зажима детали:

$$W = \frac{K \cdot M_p}{r(f_1 + f_{пр})}$$

Приведенный коэффициент трения найдем по формуле:

$$f_{пр} = f_1 \frac{1}{\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)}$$

Крутящий момент при обработке найдем по формуле:

$$M_p = P_z \cdot r$$

Коэффициент запаса найдем по формуле:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4$$

Где f_1 – коэффициент трения между прихватом и деталью; $f_1 = 0,25$;

$f_{пр}$ – приведенный коэффициент трения;

M_p – крутящий момент при обработке (Н·м);

P_z – сила резания (Н); $P_z = 939,2$ Н;

K – коэффициент запаса;

r – радиус детали ; $r = 0,021$ м;

K_0 – гарантированный коэффициент запаса; $K_0 = 1,5$;

K_1 – коэффициент, учитывающий наличие случайных неровностей на поверхности заготовки, вызывающих увеличение сил резания; $K_1 = 1,2$;

K_2 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при затуплении инструмента; $K_2 = 1,7$;

K_3 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании; $K_3 = 1,2$;

K_4 – коэффициент, учитывающий постоянство развиваемых сил зажима; $K_4 = 1,0$.

Рассчитаем коэффициент запаса:

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,7 \cdot 1,2 \cdot 1,0 = 3,672$$

Рассчитаем крутящий момент:

$$M_p = 939,2 \cdot 0,021 = 19,72 \text{ Нм}$$

Рассчитаем приведенный коэффициент:

$$f_{\text{пр}} = 0,25 \frac{1}{\sin\left(\frac{90}{2}\right)} = 0,35$$

Рассчитаем силу зажима детали:

$$W = \frac{3,672 \cdot 19,72}{0,021(0,25 + 0,35)} = 5747 \text{ Н}$$

1.12.3 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 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 [10].

Основной ее технологической ячейкой являются 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 изготовления детали «Червяк цилиндрический» лучше всего провести автоматизацию токарной операции с использованием станка с ЧПУ

DMG NEF 400. Потому что именно на этой операции затрачивается наибольшее количество времени на наладку инструментов и обработку.

Для автоматизации операции используем промышленного робота KR 8 R2010. Грузоподъемность манипулятора до 22 кг [11].



Рис.16 Промышленный робот KR 8 R2010

Роботы предоставляют высокую надежность в работе и комфортное обслуживание. Для того чтобы их установить не требуется много места.

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.

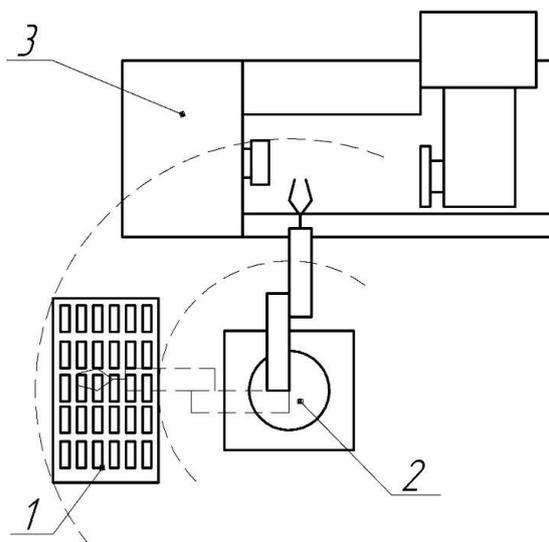


Рис.17 – Схема автоматизированной ячейки токарного станка с ЧПУ: 1 – Накопитель-приемник; 2 – Промышленный робот KR 8 R2010; 3 –Токарный станок с ЧПУ DMG NEF 400

Пунктирной линией была обозначена зона работы манипулятора.

Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работе был усовершенствован и разработан технологический процесс изготовления детали «Червяк цилиндрический» была произведена и рассчитана оптимальная исходная заготовка. Разработана принципиальная схема специального приспособления, назначены режимы резания и выбраны СТО (приборы для измерений, инструменты для обработки, оборудование). Рассчитали минимальные припуски на механическую обработку для точных размеров, также назначили режимы резания.

Разработка всех этих пунктов позволяет обеспечить в мелкосерийном производстве получение изделий требуемого качества, понижение трудоемкости, быстрое решение проблем, возникших при производстве. Рациональный выбор метода получения исходной заготовки сделал производство экономичнее. Технологический процесс с использованием нового оборудования и прогрессивных средств оснащения уменьшает трудоемкость изготовления изделия. Также был спроектирован гибкий производственный модуль для токарного станка с ЧПУ, с применением промышленного робота KR 8 R2010.

Таким образом, можно сделать заключение, что в ходе выполнения выпускной квалификационной работы техническое задание было полностью выполнено.

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

Студенту:

Группа	ФИО
4А51	Беннеру Александру Яковлевичу

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

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Материально-технические ресурсы: компьютер (50000р); лицензия КОМПАС – 3D v17.1 HOME (1 год - 1500р); лицензия FEATURECAM (1 год – 15000р); энергетические ресурсы: электрическая энергия (3,42р/КВт).</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>5% расходы на совершение сделки купли-продажи; 10% прочие расходы; 1,3 районный коэффициент.</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>НДС – 20%; Затраты на единый социальный налог (ЕСН) – 30%</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Организация и планирование работ</i>	<i>Организация и планирование работ; продолжительность этапов работ</i>
2. <i>Расчет сметы затрат на выполнение проекта</i>	<i>Расчет заработной платы; расчет затрат на: материалы, социальный налог, электроэнергию; расчет амортизационных расходов; расчет: прочих расходов, себестоимости разработки, прибыли, НДС; цена разработки НИР (научно исследовательской работы).</i>
3. <i>Оценка экономической эффективности проекта</i>	<i>Определение срока окупаемости инвестиций (PP – payback period);</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. *График Ганта (Линейный график работ);*

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
4А51	Беннер Александр Яковлевич		

Глава 2. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Цель раздела – комплексное описание и анализ финансово-экономических аспектов выполненной работы. Необходимо оценить полные денежные затраты на разработку технологического процесса, а также дать хотя бы приближенную экономическую оценку результатов внедрения. Это в свою очередь позволит с помощью традиционных показателей эффективности инвестиций оценить экономическую целесообразность осуществления работы. Раздел должен быть завершен комплексной оценкой научно-технического уровня ВКР на основе экспертных данных.

2.1 Организация и планирование работ

При организации процесса реализации конкретного проекта необходимо рационально планировать занятость каждого из его участников и сроки проведения отдельных работ.

В данном пункте составляется полный перечень проводимых работ, определяются их исполнители и рациональная продолжительность. Наглядным результатом планирования работ является сетевой, либо линейный график реализации проекта. Так как число исполнителей редко превышает двух (степень распараллеливания всего комплекса работ незначительна) в большинстве случаев предпочтительным является линейный график. Для его построения хронологически упорядоченные вышеуказанные данные должны быть сведены в таблицу 11.

Таблица 11– Перечень работ и продолжительность их выполнения

Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	НР – 100%
Составление и утверждение плана работ	НР, И	НР – 100% И – 5%
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	НР – 100% И – 20%
Разработка и утверждение технологического процесса изготовления детали	НР, И	НР – 40% И – 100%
Расчет минимальных припусков на обработку	И	И – 100%
Выбор и расчет режимов резания	И	И – 100%
Выбор средств технологического оснащения	НР, И	НР – 15% И – 100%
Разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ	И	И – 100%
Расчет размерного анализа технологического процесса	И	И – 100%
Проектирование средств технологического оснащения	НР, И	НР – 20% И – 100%
Расчет средств технологического оснащения	И	И – 100%
Оформление графического материала	И	И – 100%
Оформление комплекта технологической документации	И	И – 100%
Подведение итогов	НР, И	НР – 60% И – 100%

2.1.1 Продолжительность этапов работ

Расчет продолжительности этапов работ может осуществляться двумя методами:

- технико-экономическим;
- опытно-статистическим.

Первый применяется в случаях наличия достаточно развитой нормативной базы трудоемкости планируемых процессов, что в свою очередь обусловлено их высокой повторяемостью в устойчивой обстановке. Так как исполнитель работы зачастую не располагает соответствующими

нормативами, то используется опытно-статистический метод, который реализуется двумя способами:

- аналоговый;
- экспертный.

Аналоговый способ привлекает внешней простотой и почти нулевыми затратами, но возможен только при наличии в поле зрения исполнителя НИР не устаревшего аналога, т.е. проекта в целом или хотя бы его фрагмента, который по всем значимым параметрам идентичен выполняемой НИР. В большинстве случаев он может применяться только локально – для отдельных элементов (этапов работы).

Экспертный способ используется при отсутствии вышеуказанных информационных ресурсов и предполагает генерацию необходимых количественных оценок специалистами конкретной предметной области, опирающимися на их профессиональный опыт и эрудицию. Для определения вероятных (ожидаемых) значений продолжительности работ $t_{ож}$ применяется по усмотрению исполнителя одна из двух формул.

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max}}{5}, \quad (2.1-а)$$

$$t_{ож} = \frac{t_{min} + 4 \cdot t_{prob} + t_{max}}{6} \quad (2.1-б)$$

Где: t_{min} – минимальная продолжительность работы, дн.;

t_{max} – максимальная продолжительность работы, дн.;

t_{prob} – наиболее вероятная продолжительность работы, дн.

Вторая формула дает более надежные оценки, но предполагает большую «нагрузку» на экспертов.

Для выполнения перечисленных в таблице 11 работ требуются специалисты:

- инженер – в его роли действует исполнитель НИР (ВКР);
- научный руководитель.

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести ее в календарные дни. Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ($T_{РД}$) ведется по формуле:

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} \cdot K_{Д} \quad (2.2)$$

где: $t_{ож}$ – продолжительность работы, дн.;

$K_{ВН}$ – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных длительностей, в частности, возможно $K_{ВН} = 1$;

$K_{Д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ ($K_{Д} = 1-1,2$; в этих границах конкретное значение принимает сам исполнитель).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле:

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot T_{К}, \quad (2.3)$$

где: $T_{КД}$ – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$T_{К}$ – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях, и рассчитываемый по формуле

$$T_{К} = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - T_{ВД} - T_{ПД}} \quad (2.4)$$

где: $T_{КАЛ}$ – календарные дни ($T_{КАЛ} = 365$);

$T_{ВД}$ – выходные дни ($T_{ВД} = 52$);

$T_{ПД}$ – праздничные дни ($T_{ПД} = 10$).

$$T_{К} = \frac{365}{365 - 52 - 10} = 1,205$$

В таблице 2 приведен пример определения продолжительности этапов работ и их трудоемкости по исполнителям, занятым на каждом этапе. В столбцах (3–5) реализован экспертный способ по формуле (2.1-а), при использовании формулы (2.1-б) необходимо вставить в таблицу дополнительный столбец для t_{prob} . Столбцы 6 и 7 содержат величины трудоемкости этапа для каждого из

двух участников проекта (научный руководитель и инженер) с учетом коэффициента $K_d = 1,2$. Каждое из них в отдельности не может превышать соответствующее значение $t_{ож} * K_d$. Столбцы 8 и 9 содержат те же трудоемкости, выраженные в календарных днях путем дополнительного умножения на T_k (здесь оно равно 1,212). Итог по столбцу 5 дает общую ожидаемую продолжительность работы над проектом в рабочих днях, итоги по столбцам 8 и 9 – общие трудоемкости для каждого из участников проекта. Две последних величины далее будут использованы для определения затрат на оплату труда участников и прочие затраты. Величины трудоемкости этапов по исполнителям $T_{кд}$ (данные столбцов 8 и 9 кроме итогов) позволяют построить линейный график осуществления проекта.

Таблица 12 – Трудозатраты на выполнение проекта

Этап	Исполнители	Продолжительность работ,			Трудоемкость работ по исполнителям чел. - дн.			
		дни			ТРД		ТКД	
		tmin	tmax	тож	НР	И	НР	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	1	3	1,8	2,16	-	2,6028	-
Составление и утверждение плана работ	НР, И	3	5	3,8	4,56	0,288	5,4948	0,27474
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	11	16	13	3,12	15,6	3,7596	18,798
Разработка и утверждение технологического процесса изготовления детали	НР, И	4	8	5,6	2,688	6,72	3,23904	8,0976
Расчет минимальных припусков на обработку	И	1	3	1,8	-	2,16	-	2,6028
Выбор и расчет режимов резания	И	2	4	2,8	-	3,36	-	4,0488
Выбор средств технологического оснащения	НР, И	4	6	4,8	0,864	5,76	1,04112	6,9408
Разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ	И	6	8	6,8	-	8,16	-	9,8328

Расчет размерного анализа технологического процесса	И	1	2	3	-	3,6	-	4,338
Проектирование средств технологического оснащения	НР, И	4	6	4,8	1,152	5,76	1,38816	6,9408
Расчет средств технологического оснащения	И	2	6	3,6	-	4,32	-	5,2056
Оформление графического материала	И	2	6	3,6	-	4,32	-	5,2056
Оформление комплекта технологической документации	И	2	6	3,6	-	4,32	-	5,2056
Подведение итогов	НР, И	2	6	3,6	2,592	4,32	3,12336	5,2056
Итого:				62,6	17,136	68,688	20,64888	82,69674

Таблица 13 – Линейный график работ

Этап	НР	И	Февраль			Март			Апрель			Май
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
1	2,6028	-	■									
2	5,4948	0,27474	■	■								
3	3,7596	18,798		■	■							
4	3,23904	8,0976			■	■						
5	-	2,6028				■						
6	-	4,0488					■					
7	1,04112	6,9408					■	■				
8	-	9,8328						■	■			
9	-	4,338							■	■		
10	1,38816	6,9408							■	■		
11	-	5,2056								■	■	
12	-	5,2056									■	■
13	-	5,2056										■
14	3,12336	5,2056										■

■ - НР

■ - И

2.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта

В состав затрат на создание проекта включается величина всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчет сметной стоимости ее выполнения производится по следующим статьям затрат:

- материалы и покупные изделия;
- заработная плата;
- социальный налог;
- расходы на электроэнергию (без освещения);
- амортизационные отчисления;
- командировочные расходы;
- оплата услуг связи;
- арендная плата за пользование имуществом;
- прочие услуги (сторонних организаций);
- прочие (накладные расходы) расходы.

2.2.1 Расчет затрат на материалы

К данной статье расходов относится стоимость материалов, покупных изделий, полуфабрикатов и других материальных ценностей, расходуемых непосредственно в процессе выполнения работ над объектом проектирования. Сюда же относятся специально приобретенное оборудование, инструменты и прочие объекты, относимые к основным средствам, стоимостью до 40 000 руб. включительно. Цена материальных ресурсов определяется по соответствующим ценникам или договорам поставки. Кроме того статья включает так называемые транспортно-заготовительные расходы, связанные с транспортировкой от поставщика к потребителю, хранением и прочими процессами, обеспечивающими движение (доставку) материальных ресурсов от поставщиков к потребителю. Сюда же включаются расходы на совершение

сделки купли-продажи (т.н. транзакции). Приблизительно они оцениваются в процентах к отпускной цене закупаемых материалов, как правило, это 5 ÷ 20 %. Исполнитель работы самостоятельно выбирает их величину в указанных границах.

Таблица 14 – Расчет затрат на материалы

Наименование материалов	Цена за ед., руб	Кол - во	Сумма, руб.
Услуги печати:			
А4	2	140	471
А4 (цветная)	6	1	
А3 (.cdw, .dwg)	10	2	
А2	35	1	
Брошюровка	130	1	
Канцелярия:			
тетрадь	40	1	150
ручка	80	1	
пишущий стержень	15	2	
Лицензия КОМПАС – 3D v17.1 НОМЕ (1 год)	1500	1	1500
Лицензия FEATURECAM (1 год)	15000	1	15000
Итого:			17121

Допустим, что ТЗР составляют 5 % от отпускной цены материалов, тогда расходы на материалы с учетом ТЗР равны:

$$C_{\text{мат}} = 17121 \cdot 1,05 = 17977,05 \text{ руб.}$$

2.2.2 Расчет заработной платы

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя и инженера (в его роли выступает исполнитель проекта), а также премии, входящие в фонд заработной платы. Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя. Оклад инженера принимается

равным окладу соответствующего специалиста низшей квалификации в организации, где исполнитель проходил преддипломную практику. При отсутствии такового берется оклад инженера собственной кафедры (лаборатории).

Среднедневная тарифная заработная плата ($ЗП_{\text{дн-т}}$) рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{\text{дн-т}} = MO/25,083 \quad (2.5)$$

учитывающей, что в году 301 рабочий день и, следовательно, в месяце в среднем 25,083 рабочих дня (при шестидневной рабочей неделе).

Расчет затрат на полную заработную плату приведем в таблице 15. Затраты времени по каждому исполнителю в рабочих днях с округлением до целого взяты из таблицы 12. Для учета в ее составе премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется следующий ряд коэффициентов: $K_{\text{ПР}} = 1,1$; $K_{\text{доп.ЗП}} = 1,188$; $K_{\text{р}} = 1,3$. Таким образом, для перехода от тарифной (базовой) суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку (зарплатной части сметы) необходимо первую умножить на интегральный коэффициент $K_{\text{и}} = 1,1 * 1,188 * 1,3 = 1,699$. Вышеуказанное значение $K_{\text{доп.ЗП}}$ применяется при шестидневной рабочей неделе, при пятидневной оно равно 1,113, соответственно в этом случае $K_{\text{и}} = 1,62$.

Таблица 15 – Затраты на заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./раб. день	Затраты времени, раб. дни	Коэффициент	Фонд з/платы, руб.
НР	33 680	1342,742	17	1,699	38 782,417
И	15 470	616,75	69	1,62	68 940,315
Итого					107 722,732

2.2.3 Расчет затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН), включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30 % от полной заработной платы по проекту, т.е. $C_{\text{соц.}} = C_{\text{зп}} * 0,3$.

Итак, в нашем случае

$$C_{\text{соц.}} = 107\,722,732 * 0,3 = 32\,316,8196 \text{ руб.}$$

2.2.4 Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле:

$$C_{\text{эл.об.}} = P_{\text{об}} \cdot t_{\text{об}} \cdot \text{Ц}_{\text{Э}} \quad (2.6)$$

где $P_{\text{об}}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$\text{Ц}_{\text{Э}}$ – тариф на 1 кВт·час;

$t_{\text{об}}$ – время работы оборудования, час.

Так как работа на 99% выполнялась на домашнем ПК тариф одноставочный на электроэнергию для населения (на первое полугодие 2019 года) $\text{Ц}_{\text{Э}} = 3,42 \text{ руб./кВт·час}$ (с НДС).

Время работы оборудования вычисляется на основе итоговых данных таблицы 12 для инженера ($T_{\text{рд}}$) из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов.

$$t_{\text{об}} = T_{\text{рд}} * K_t, \quad (2.7)$$

где $K_t \leq 1$ – коэффициент использования оборудования по времени, равный отношению времени его работы в процессе выполнения проекта к $T_{\text{рд}}$, определяется исполнителем самостоятельно. В ряде случаев возможно определение $t_{\text{об}}$ путем прямого учета, особенно при ограниченном использовании соответствующего оборудования.

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{\text{ОБ}} = P_{\text{НОМ.}} * K_C \quad (2.8)$$

где $P_{\text{НОМ.}}$ – номинальная мощность оборудования, кВт;

$K_C \leq 1$ – коэффициент загрузки, зависящий от средней степени использования номинальной мощности. Для технологического оборудования малой мощности $K_C = 1$.

Расчет затрат на электроэнергию для технологических целей представим в виде таблицы:

Таблица 16 – Затраты на электроэнергию технологическую

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{\text{об}}$, час	Потребляемая мощность $P_{\text{об}}$, кВт	Затраты $\Delta_{\text{об}}$, руб.
Персональный компьютер	552·0,8	0,539	814,03

2.2.5 Расчет амортизационных расходов

В статье «Амортизационные отчисления» рассчитывается амортизация используемого оборудования за время выполнения проекта. Используется формула:

$$C_{\text{АМ}} = \frac{N_A \cdot C_{\text{ОБ}} \cdot t_{\text{рф}} \cdot n}{F_D}, \quad (2.9)$$

где N_A – годовая норма амортизации единицы оборудования;

$C_{\text{ОБ}}$ – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР. При невозможности получить соответствующие данные из бухгалтерии она может быть заменена действующей ценой, содержащейся в ценниках, прейскурантах и т.п.;

F_D – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования, берется из специальных справочников или фактического режима его использования в текущем календарном году. При этом второй вариант позволяет получить более объективную оценку $C_{\text{АМ}}$. Например, для

ПК в 2015 г. (298 рабочих дней при шестидневной рабочей неделе) можно принять $F_{д} = 298 \cdot 8 = 2384$ часа;

$t_{рф}$ – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения проекта, учитывается исполнителем проекта;

n – число задействованных однотипных единиц оборудования.

При использовании нескольких типов оборудования расчет по формуле делается соответствующее число раз, затем результаты суммируются.

Для определения N_A следует обратиться к приложению 1, содержащему фрагменты из постановления правительства РФ «О классификации основных средств, включенных в амортизационные группы». Оно позволяет получить рамочные значения сроков амортизации (полезного использования) оборудования $\equiv SA$. Например, для ПК это $2 \div 3$ года. Необходимо задать конкретное значение SA из указанного интервала, например, 2,5 года. Далее определяется N_A как величина обратная SA , в данном случае это $1 : 2,5 = 0,4$.

Стоимость ПК 50000 руб., время использования 552 часа, тогда для него $C_{AM} = \frac{0,4 \cdot 50000 \cdot 552 \cdot 1}{2408} = 4584,717$ руб., (начисленная амортизация).

2.2.6 Расчет прочих расходов

В статье «Прочие расходы» отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях, их следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов, т.е.

$$C_{\text{проч.}} = (C_{\text{мат}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{эл.об.}} + C_{\text{ам}}) \cdot 0,1$$

Для нашего примера это

$$C_{\text{проч.}} = (17121 + 107722,732 + 32\,316,8196 + 814,03 + 4584,717) \cdot 0,1 = 16255,92 \text{ руб.}$$

2.2.7 Расчет общей себестоимости разработки

Проведя расчет по всем статьям сметы затрат на разработку, можно определить общую себестоимость проекта (представим в виде таблицы 17)

Таблица 17 – Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб
Материалы и покупные изделия	$C_{\text{мат}}$	17121
Основная заработная плата	$C_{\text{зп}}$	107722,732
Отчисления в социальные фонды	$C_{\text{соц}}$	32 316,8196
Расходы на электроэнергию	$C_{\text{эл.}}$	814,03
Амортизационные отчисления	$C_{\text{ам}}$	4584,717
Прочие расходы	$C_{\text{проч}}$	16255,92
Итого:		178815,218

Таким образом, затраты на разработку составили $C=178\ 815,218$ руб.

2.2.8 Расчет прибыли

Прибыль от реализации проекта в зависимости от конкретной ситуации (масштаб и характер получаемого результата, степень его определенности и коммерциализации, специфика целевого сегмента рынка и т.д.) может определяться различными способами. Если исполнитель работы не располагает данными для применения «сложных» методов, то прибыль следует принять в размере $5 \div 20\%$ от полной себестоимости проекта. В нашем примере она составляет 35 763,04 руб. (20 %) от расходов на разработку проекта.

2.2.9 Расчет НДС

НДС составляет 20% от суммы затрат на разработку и прибыли. В нашем случае это

$$(178\ 815,218 + 35\ 763,04) \cdot 0,2 = 42\ 915,652 \text{ руб.}$$

2.2.10 Цена разработки НИР

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС, в нашем случае

$$C_{\text{НИР(КР)}} = 178\,815,218 + 35\,763,04 + 42\,915,652 = 257\,493,91 \text{ руб.}$$

2.3 Оценка экономической эффективности проекта

Актуальным аспектом качества выполненного проекта является экономическая эффективность его реализации, т.е. соотношение обусловленного ей экономического результата (эффекта) и затрат на разработку проекта. Так как последние являются единовременными, то мы имеем дело с частным случаем задачи оценки экономической эффективности инвестиций, т.е. вложением денежных средств в предприятие, организацию, отраслевую, региональную социально-экономическую систему и т.п. (т.н. объекты инвестиций) с целью получения определенного результата в будущем. Отличительными особенностями инвестиций, особенно когда речь идет о вложениях в нематериальные активы в форме НИР и ОКР являются:

- результат может быть получен в течение ряда последующих лет, в общем случае – на протяжении жизненного цикла создаваемой системы;
- результаты инвестиций содержат элементы риска и неопределенности;
- связывание на некоторое время финансовых средств инвестора.

Инвестиции предполагают расширение функциональных возможностей их объектов, влияя на многие стороны их деятельности. Посредством правильной инвестиционной политики организации достигают своих стратегических и тактических целей, таких как проникновение на рынок, увеличение доли рынка, рост доходности и т.д.

Необходимость экономической оценки инвестиций связана со следующими факторами:

- ограниченность источников финансирования;

- наличие многих направлений инвестирования средств;
- различие в отдаче инвестиций, направляемых на различные цели.

Это вызывает необходимость качественного и количественного анализа исходного множества инвестиционных проектов с целью отбора ограниченного множества наиболее эффективных. Исходным является качественный анализ, в ходе которого проекты проверяются по ряду критериев, среди которых типовыми являются:

- соответствие целям и стратегии развития объекта инвестирования;
- соответствие финансовым возможностям инвестора;
- правовая обеспеченность проекта;
- обеспеченность кадрами специалистов, сырьевой базой, каналами сбыта

и т.д.

Качественный анализ позволяет радикально ограничить круг перспективных проектов, но зачастую его недостаточно для формирования окончательного множества, подлежащего реализации. В этом случае он дополняется количественным анализом, предполагающим использование ряда расчетных показателей, позволяющих в итоге проранжировать оставшиеся проекты с точки зрения их экономической эффективности.

Каждый из таких показателей, представляет собой количественную модель соотнесения величины инвестиций в проект с адекватным им экономическим результатом (эффектом), при этом и те и другие могут носить распределенный в календарном времени характер.

Прежде чем приступить к расчету данных показателей, необходимо основательно разобраться с содержанием и масштабами ожидаемого эффекта. Что касается инвестиций, будем считать, что их характеристики определены в ходе предварительной проработки проекта.

В зависимости от того, в какой сфере и форме проявляется эффект различают следующие его виды: бюджетный, народнохозяйственный, коммерческий. Адекватно различаются виды эффективности инвестирования.

Первый связан с последствиями осуществления проекта для федерального, регионального и местного бюджетов. Это могут быть изменения налоговых поступлений, поступлений за пользование природными ресурсами, поступлений таможенных пошлин и акцизов по продукции, производимой в соответствии с проектом, снижение затрат бюджета на субсидирование отдельных производств и т.п.

Второй отражает результаты реализации проекта с точки зрения интересов всего народного хозяйства, а также участвующих в нем регионов, отраслей и организаций. Он обычно проявляется в увеличении выручки от реализации продукции, снижении затрат на ее производство и эксплуатацию, на управление производством и т.д.

Третий отражает финансовые последствия проекта для его участников – изменение финансовых результатов их деятельности, уровня капитализации участников проекта.

Определение круга учитываемых при расчете показателей эффектов является одним из исходных пунктов оценки эффективности инвестиций и делается исполнителем по согласованию с руководителем экономической части проекта.

2.3.1 Определение срока окупаемости инвестиций (PP – payback period)

Данный показатель определяет продолжительность того периода, через который инвестиции будут возвращены полученной благодаря им прибылью. Чем меньше **PP**, тем эффективнее проект. Использование показателя предполагает установление для него приемлемого значения как меры эффективности инвестиций.

Используется формула:

$$PP = \frac{I_0}{\Pi P_q}, \quad (2.10)$$

Где: I_0 – величина инвестиций;

$PP_{ч}$ – годовая чистая прибыль.

(2.10) применяется в тех случаях, когда величины $PP_{ч}$ примерно равны по годам эксплуатационной стадии проекта. Если это не так, то применяется следующая модификация (2.11)

$$PP = n_{цj} + \frac{\Delta PP_{чj}}{PP_{чj+1}}, \quad (2.11)$$

Где: $n_{цj}$ – целое число лет, при котором накопленная сумма прибыли наиболее близка к величине инвестиций I_0 , но не превосходит ее;

$\Delta PP_{чj}$ – непокрытая часть инвестиций по истечении $n_{цj}$ лет реализации проекта;

$PP_{чj+1}$ – прибыль за период, следующий за $n_{цj}$ -м.

Величину инвестиций назначим исходя из технико–экономических показателей технологического процесса (см. табл. 9,10).

Произведем расчет и представим его в виде таблицы 18

Таблица 18 – Накопленные денежные поступления по проекту

Год	Инвестиции	Прибыль	Накопленный денежный поток
0	-20	0	-20
1	-	8	-12
2	-	6,5	-5,5
3	-	5	-0,5
4	-	4	3,5
5	-	4	7,5

Здесь 3-й год эксплуатационного периода дает минимум непокрытого остатка (0,5) от инвестированной суммы в 20 млн. руб., следовательно, $n_{цj}=3$.

Тогда $\frac{\Delta PP_{чj}}{PP_{чj+1}} = 0,5/3,5 = 0,159$; следовательно, $PP \approx 3,16$ лет.

Очевидным недостатком рассмотренного показателя является его относительный характер – он не отражает масштаб проекта и соответственно объем полученного результата. Поэтому наряду с PP целесообразно рассчитать величину накопленного чистого эффекта по формуле

$$NPV = \sum_{j=1}^n PR_{чj} - I_0 \quad (2.12)$$

где n – продолжительность в годах периода оценки эффекта, например, жизненного цикла проекта или прогнозируемого периода. Очевидно, что в итоге реализации проекта эта величина должна быть положительной, иначе проект убыточен.

Если период реализации проекта больше одного года и величины $PR_{ч}$ существенно различаются по годам реализационного периода, то необходимо учесть изменение ценности денег во времени. В этом случае при расчете по формулам (2.11) – (2.13) вместо величин $\Delta PR_{чj}$ и $PR_{чj+1}$ следует использовать их дисконтированные аналоги, получаемые путем деления $\Delta PR_{чj}$ и $PR_{чj+1}$ на $(1 + i)^j$, где i – ставка дисконтирования (целевой уровень годовой доходности инвестируемых средств). Она принимается исполнителем по согласованию с руководителем экономической части проекта. При определении $n_{цj}$ также используются дисконтированные значения ежегодной прибыли. Такая (динамическая) оценка инвестиций является более надежной, особенно при сравнении конкурирующих проектов. В таблице 19 показано, как определяется значение PP для тех же исходных данных, что и в таблице 18, но с учетом убывания реальной стоимости результатов в будущие периоды (годы) относительно периода инвестирования – чем дальше в будущее, тем она меньше на единицу номинального эффекта, принято, что $i = 0,1$.

Таблица 19 – Расчет дисконтированного срока окупаемости

Год	Инвестиции	Номинальная прибыль	Коэффициент дисконтирования $1/(1+0,1)$	Дисконтированная прибыль	Накопленный денежный поток
0	-20	0	1	0	-20
1	-	8	0,9091	7,2728	-12,7272
2	-	6,5	0,8264	5,3716	-7,3556
3	-	5	0,7513	3,7565	-3,5991
4	-	4	0,683	2,732	-0,8671

5	-	4	0,6209	2,4836	1,6165
---	---	---	--------	--------	--------

Здесь 4-й год эксплуатационного периода дает минимум непокрытого остатка (0,8671) от инвестированной суммы в 20 млн. руб., следовательно, $n_{цj}=4$. Тогда $\frac{\Delta ПР_{цj}}{ПР_{цj+1}} = 0,8671/1,6165 = 0,5364$; следовательно, $РР \approx 4,536$ лет.

Заключение

В данной части работы были произведена организация и планирование работ, расчет сметы затрат на выполнение проекта, и оценка экономической эффективности проекта. В ходе проделанной работы была определена цена научно исследовательской работы, она составила 257 493,91 руб; определен срок окупаемости инвестиций с учетом изменения ценности денег во времени, он составил 4,5 года.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
4А51	Беннеру Александру Яковлевичу

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

Тема ВКР:

Проектирование технологического процесса изготовления детали “Червяк цилиндрический”	
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 деталь “Червяк цилиндрический“. В технологическом бюро проводится разработка технологического процесса изготовления детали “Червяк цилиндрический “ из стали 45. Работа проводится за компьютерной техникой, что влечет за собой ряд опасных и вредных факторов.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ul style="list-style-type: none"> – В данном разделе приводятся требования к организации рабочего места с точки зрения обеспечения безопасности сотрудника. – Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ – (СанПиН 2.2.4.3359-16)
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<ul style="list-style-type: none"> – Опасный уровень напряжения в электрической цепи; – Повышенный уровень шума на рабочем месте; – Повышенный уровень вибрации; – Недостаточная освещенность рабочей зоны; – Отклонение показателей микроклимата;
3. Экологическая безопасность:	В данном разделе производится анализ влияния на окружающую среду.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Наиболее типичной чрезвычайной ситуацией для производственного цеха является пожар. В целях предотвращения возгорания необходимо соблюдать правила техники безопасности при работе с электрооборудованием.

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А51	Беннер Александр Яковлевич		

Глава 3. Социальная ответственность

Данная глава посвящена обеспечению безопасных условий труда при производстве детали “Червяк цилиндрический”. В качестве объекта исследования была выбрана деталь “Червяк цилиндрический”.

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

Деталь “Червяк цилиндрический” изготавливают с помощью снятия металла на металлорежущих станках. Также деталь подвергают термической обработке. На этом этапе работы, должны убедиться, что технологический процесс производства детали является безопасным для жизни работников предприятия и потребителей.

3.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Режим труда и отдыха работников установлен трудовым кодексом. Согласно трудовому законодательству установлен 8-ми часовой рабочий день. Продолжительность сверхурочной работы не должна превышать для каждого работника 4 часов в течение двух дней подряд и 120 часов в год согласно трудовому кодексу РФ [21]. Привлечение работодателем работника к сверхурочной работе без его согласия допускается в следующих случаях:

- 1) при производстве работ, необходимых для предотвращения катастрофы, производственной аварии либо устранения последствий катастрофы, производственной аварии или стихийного бедствия;
- 2) при производстве общественно необходимых работ по устранению непредвиденных обстоятельств, нарушающих нормальное функционирование

систем водоснабжения, газоснабжения, отопления, освещения, канализации, транспорта, связи;

3) при производстве работ, необходимость которых обусловлена введением чрезвычайного или военного положения, а также неотложных работ в условиях чрезвычайных обстоятельств, то есть в случае бедствия или угрозы бедствия (пожары, наводнения, голод, землетрясения, эпидемии или эпизоотии) и в иных случаях, ставящих под угрозу жизнь или нормальные жизненные условия всего населения или его части. В других случаях, привлечение к сверхурочной работе допускается с письменного согласия работника и с учетом мнения выборного органа первичной профсоюзной организации. Во время рабочего дня отводится время для перерывов на отдых и питание. Продолжительность перерывов на отдых и питание от 30 до 60 мин. Ежедневный и междусменный отдых - это отдых после окончания рабочего дня или смены. Так, если вы работаете в условиях нормальной продолжительности рабочего времени, что составляет 40 часов в неделю, продолжительность вашего рабочего дня, как правило, будет составлять 8 часов 15 минут. Оставшееся время и будет являться ежедневным отдыхом. При сокращенной продолжительности рабочего времени (это может быть 24-часа, 35 часов, 30 или 36 часов в неделю), рабочий день может быть и шесть, и пять, и даже меньше часов. Каждый работник имеет право на выходные дни, то есть периоды еженедельного непрерывного отдыха. Продолжительность такого отдыха, по общему правилу, не может быть менее 42 часов. Если вы работаете 5 дней в неделю, то вам предоставляются 2 выходных дня, обычно подряд, и общим выходным днем является воскресенье, а второй выходной день должен быть определен в правилах внутреннего трудового распорядка организации, где вы работаете. Если у вас 6-ти дневная рабочая неделя, то вам предоставляется 1 выходной день - воскресенье. В случае, если приостанавливать работу в выходные дни категорически нельзя – тогда право на отдых вы можете реализовать в следующем порядке: выходные дни будут предоставляться в разные дни недели поочередно каждой группе работников

по правилам внутреннего трудового распорядка. Таким образом, для вас выходными днями могут быть и вторник, и среда или иной день, который для остальных работающих является рабочим днем.

Сторонами трудовых отношений являются работник и работодатель. На завод может быть трудоустроен (Главный инженер, главный Конструктор, Технолог-конструктор, Токарь, Фрезеровщик, Механик) то есть лица имеющие техническое образование.

Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ) [22]. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» устанавливает общие эргономические требования к рабочим местам при выполнении работ в положении сидя при проектировании нового и модернизации действующего оборудования и производственных процессов [22].

Рабочее место должно быть по высоте таким, чтобы при выполнении технологических операций не было необходимости сгибать корпус или приседать. Недопустимо выполнение работ в согнутом положении, стоя на коленях, лежа. Рациональный режим чередования труда и отдыха снижает утомляемость и травматизм, повышает производительность труда. В работе, требующей тонкой координации движений и не столько физического, сколько нервного напряжения, желательны короткие (3...5 мин) частые перерывы. Для борьбы с монотонностью работы, которая ускоряет наступление усталости и приводит к быстрому нервному истощению, надо менять ритм работы, позу, вводить кратковременные перерывы и использовать их для упражнений производственной физкультуры.

3.2 Производственная безопасность

Анализ вредных и опасных факторов которые могут возникнуть в процессе производства детали.

Таблица 20 - Возможные опасные и вредные факторы при изготовлении детали “Червяк цилиндрический”.

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 [16]
2. Повышенный уровень шума на рабочем месте		+	+	Уровень шума на рабочих местах. СН 2.2.4/2.1.8.562–96[17]
3. Повышенный уровень вибрации		+	+	Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. СН 2.2.4/2.1.8.566–96 [18]
4. Недостаточная освещенность рабочей зоны		+	+	Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*[19]
5. Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. СанПиН 2.2.4.548–96[20]

3.2.1 Опасный уровень напряжения в электрической цепи

Источниками электрического тока могут быть электрические установки и оборудование. Опасность поражения электрическим током существует всегда, если имеется контакт с устройством, питаемым напряжением 36 В и выше, тем более от электрической сети 220 В. Проходя через организм человека, электрический ток производит термическое, электролитическое и биологическое воздействие. Термическое воздействие тока проявляется в

ожогах тела, нагреве и повреждении кровеносных сосудов, нервов, мозга и других органов и систем, что вызывает их серьезные функциональные расстройства. Электролитическое воздействие тока проявляется в разложении крови и других жидкостей в организме, вызывая тем самым значительные нарушения физико-химических составов, а также ткани в целом. Биологическое воздействие тока выражается главным образом в нарушении биоэлектрических процессов, свойственных живой материи, с которыми связана ее жизнеспособность [14].

Для предотвращения поражений электрическим током нужно применять предохранительные устройства: от перегрузки станка, от перехода движущихся узлов за установленные пределы, от внезапного падения или повышения напряжения электрического тока.

3.2.2 Повышенный уровень шума

Монотонный шум, вызванный работой станков. При обработке детали на токарных и фрезерных станках раздражающее действие на станочника оказывает шум в виде скрипа и свиста, обусловленный трением инструмента об обрабатываемые материалы, а также шум, возникающий при работе станков. Воздействие шума на организм может проявляться в виде специфического поражения органа слуха в сочетании с нарушениями со стороны различных органов и систем. Также монотонный шум может привести к ослаблению внимания станочника. Следствием этого могут быть ошибочные переключения станочного оборудования, а это приводит к тяжелым различным травмам. Предельно допустимый уровень шума в цехе должен быть не более 80дБА, что соответствует СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Допустимые уровни шума на рабочих местах относятся к широкополосному шуму [14].

Снижение шума в производственных помещениях является сложной задачей. Для снижения шума, излучаемого в изолируемое помещение,

используют такие архитектурно-строительные мероприятия, как повышение звукоизоляции перекрытий, стен, перегородок, дверей и окон. Для уменьшения шума от внутренних источников проектируют изоляцию рабочих мест от наиболее шумного оборудования. Для этого оборудование размещают по возможности в боксах, предусматривают над ним звукоизолирующие кожухи, а на пути распространения звуковых волн размещают акустические экраны и звукопоглощающие облицовки. При разработке планировочных решений зданий следует отделять малозумные помещения от помещений с интенсивными источниками шума.

3.2.3 Повышенный уровень вибрации

Причиной возбуждения вибрации являются возникающие при работе машин и агрегатов неуравновешенные силовые воздействия. Установлено, что вибрация преждевременно выводит из строя машины и оборудование, ограничивает их технологические возможности, негативно влияет на организм человека.

Воздействие производственной вибрации на человека вызывает изменения как физиологического, так и функционального состояния организма человека. Изменения в функциональном состоянии организма проявляются в повышении утомляемости, увеличении времени двигательной и зрительной реакции, нарушении вестибулярных реакций и координации движений. Все это ведет к снижению производительности труда. Изменения в физиологическом состоянии организма — в развитии нервных заболеваний, нарушении функций сердечно-сосудистой системы, нарушении функций опорно-двигательного аппарата, поражении мышечных тканей и суставов, нарушении функций органов внутренней секреции. Все это приводит к возникновению вибрационной болезни. Предельно допустимые среднеквадратичные значения колебательной скорости лежат в интервале 92–107 дБ относительно $5 \cdot 10^{-5}$ мм/с что соответствует СН 2.2.4/2.1.8.566–96.

К способам борьбы с вибрацией относятся снижение вибрации в источнике (улучшение конструкции машин, статическая и динамическая балансировка вращающихся частей машин), виброгашение (увеличение эффективной массы путем присоединения машины к фундаменту), виброизоляция (применение виброизоляторов пружинных, гидравлических, пневматических, резиновых и др.) вибродемпфирование (применение материалов с большим внутренним трением), применение индивидуальных средств защиты (виброзащитные обувь, перчатки со специальными упруго-демпфирующими элементами, поглощающими вибрацию) [15].

3.2.4 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Плохая освещенность. Недостаточная освещенность рабочей зоны приводит к перенапряжению органов зрения, в результате чего снижается острота зрения, и человек быстро устает. Работает менее продуктивно, возникает потенциальная опасность несчастных случаев и, кроме того, длительное, плохое освещение может привести к профессиональным заболеваниям (близорукость и др.). Причиной плохой освещенности в цехе является снижение уровня естественной освещенности в связи с загрязнением остекленных поверхностей световых проемов, стен и потолков.[15]

Для обеспечения достаточной освещенности используется СНиП 23-05-95*, согласно которому при работе средней точности освещенность рабочего места при системе комбинированного освещения должна составлять 750 лк, коэффициент пульсаций не более 10 %. Имеется необходимость в использовании локализованного искусственного освещения совместно с общим. При выполнении работ средней точности общая освещенность должна составлять 200 лк, комбинированная освещенность – 300 лк.

Для обеспечения нормативных значений освещенности в помещениях следует проводить чистку стекол, оконных проемов и светильников не реже

двух раз в год и проводить своевременную замену перегоревших ламп. Для искусственного освещения могут быть использованы как лампы накаливания, так и газоразрядные лампы: люминесцентные и дуговые ртутные — ДРЛ.

3.2.5 Отклонение показателей микроклимата

Состояние здоровья человека, его работоспособность в значительной степени зависят от микроклимата на рабочем месте. Микроклиматом производственных помещений называют климат внутренней среды данных помещений, который определяется совместно действующими на организм человека температурой, относительной влажностью и скоростью движения воздуха, а также температурой окружающих поверхностей. При пребывании человека в оптимальных микроклиматических условиях сохраняется нормальное функционирование организма без напряжения механизмов терморегуляции. При этом ощущается тепловой комфорт, что приводит к высокому уровню работоспособности [14].

Согласно нормативному документу СанПин 2.2.4.548-96. устанавливается комплекс оптимальных и допустимых метеорологических условий для помещения рабочей зоны, включающий значение температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха. Допустимые и оптимальные нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне помещения цеха приведены в таблице 21.

Таблица 21 – Допустимые и оптимальные нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне помещения цеха

Категория работы	Период года	Температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость воздуха, м/с	
		оптим.	допуст.	оптим.	допуст.	оптим.	допуст.
	Холодный	18-20	17-23	40-60	Не более 75	Не более 0,2	Не более 0,3

Средней тяжести, Пб	Теплый	21-23	18-27	40-60	Не более 55 при 28 °С 60 при 27 °С 65 при 26 °С 70 при 25 °С 75 при 24 °С	Не более 0,3	0,2-0,4
---------------------	--------	-------	-------	-------	--	-----------------	---------

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

3.3. Экологическая безопасность

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

При обработке деталей на металлорежущих станках от 15 до 70% массы заготовки превращается в металлическую стружку, поэтому возникает важная проблема уборки стружки от станков и последующей ее утилизации и переработки. Обрабатываемая деталь «Червяк цилиндрический» изготовлена из стали, стружка после обработки идет на переработку.

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

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

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

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

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

3.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

К возможным ситуациям техногенного характера может быть выделено возгорание в цехе/производственном участке при несоблюдении предписанных норм пожарной безопасности или же вследствие короткого замыкания или проблем с токопроводящим оборудованием [14]. Поэтому следует:

- В качестве профилактических мероприятий на участке используются:
- правильная эксплуатация машин, правильное содержание территории, противопожарный инструктаж рабочих и служащих;
 - соблюдение противопожарных правил, норм при устройстве оборудования, отопления, освещения, правильное размещение оборудования;
 - запрещение курения в неустановленных местах, проведения сварочных и других огневых работ в пожароопасных помещениях;
 - своевременные профилактические осмотры, ремонты и испытания технологического оборудования;
 - применение автоматических средств обнаружения пожаров;
 - повышение огнестойкости зданий и сооружений путём облицовки или оштукатуривания металлических конструкций;

– в доступном месте должны висеть инструкции по действиям при пожаре с указанием последовательности действий, а также планов эвакуации с телефонами спецслужб, куда стоит сообщить о возникновении чрезвычайной ситуации;

– обязательно наличие звуковой пожарной сигнализации;

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

Для обеспечения тушения пожара в начальной стадии его возникновения используется система пожарных водопроводов и аппараты пожаротушения (смонтированные в зданиях стационарные установки, предназначенные для тушения пожара без участия людей, и огнетушители - пенные ОХВП-10 и углекислотные ОУ-2 по одному на каждые 700 м² площади, ящики с песком 1-ин на 500 м² площади). Для обеспечения безопасности людей при пожарах в производственных помещениях предусматриваются пути эвакуации и устройства для удаления из помещений дыма (дымовые люки и т.п.) [14].

В качестве примера плана эвакуации при пожаре был выбран, план эвакуации завода «СемАЗ»



Рис.18 – План эвакуации с 1 этажа завода СемАЗ.

Заключение

В данном разделе проведен анализ вредных факторов, к которым относятся повышенный уровень шума, отклонение показателей микроклимата в помещении, недостаточная освещенность рабочей зоны, повышенный уровень вибрации и опасный уровень напряжения в электрической цепи. В результате анализа были предложены организационные мероприятия по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего). Еще была рассмотрена экологическая безопасность, защита селитебной зоны, а также указаны источники загрязнения атмосферы, гидросферы, литосферы и основные загрязнители. В пункте безопасности был предложен план эвакуации на заводе и предприятии, так же произведен краткий анализ возможных чрезвычайных ситуаций (ЧС), которые могут возникнуть при разработке, производстве или эксплуатации проектируемого решения. В пункте правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности были изложены режимы труда и отдыха работника согласно трудовому кодексу.

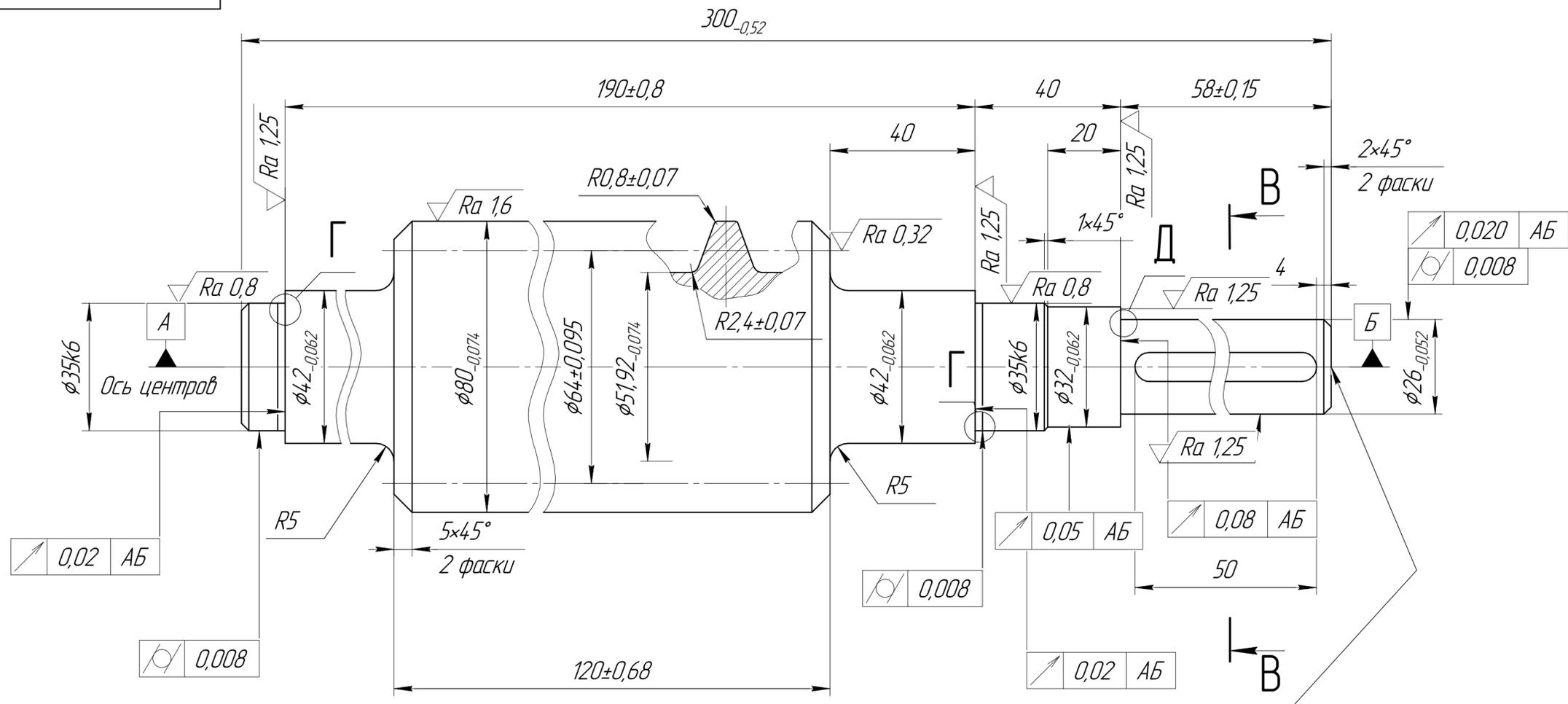
Список литературы

1. Справочник технолога машиностроителя. В 1-ч т. Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - 4-е издание., -М.: Машиностроение, 1985 - 496с.
2. 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.
3. Справочник нормировщика машиностроителя. Т.2 Под редакцией Е. И. Стружестраха. – Москва: Государственно научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1961. – 890 с.
4. Технологичность конструкции изделия: Справочник/Ю. Д. Амиров, Т. К. Алферова, П. Н. Волков и др.; Под общ. Ред. Ю. Д. Амирова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1990. – 768 с.
5. Третьякова Н.В. Материаловедение: лекции – Иваново: изд. ИГЭУ. – 148с.
6. 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.
7. DMG NEF 400 токарный станок с чпу [Электронный ресурс] - <https://ru.dmgmori.com/products/machines/turning/universal-turning/nef/nef-400>
8. Должиков В.П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – 324 с.
9. Сайт подбора вакансий [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://russia.trud.com/>
10. Гибкие производственные комплексы / Под ред. Белянина и В.А. Лещенко. – М.: Машиностроение, 1984 – 384 с.
11. Каталог промышленных роботов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://robotforum.ru/promyishlennyie-robotyi.html>

12. Медведева С. А. Основы технической подготовки производства/Учебное пособие //СПб: СПбГУ ИТМО. – 2010.
13. Расчет припусков на обработку деталей: метод. указания к практ. занятиям по дисциплине «Технология машиностроения» / сост. Т.А. Желобова; Владим. гос. ун-т. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2005. – 52 с.
14. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда: учебное пособие для вузов / П.П. Кукин и др. - 5-е изд., стер. - М.: Высшая школа, 2009. - 335 с.
15. Белов, Сергей Викторович. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учебник для академического бакалавриата / С. В. Белов. - 5-е изд., перераб. и доп.. - Москва: Юрайт ИД Юрайт, 2015. - 703 с.
16. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
17. СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.
18. СН 2.2.4/2.1.8.566–96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий.
19. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*
20. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
21. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019)
22. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования// [URL:http://docs.cntd.ru/document/1200003913](http://docs.cntd.ru/document/1200003913)
23. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

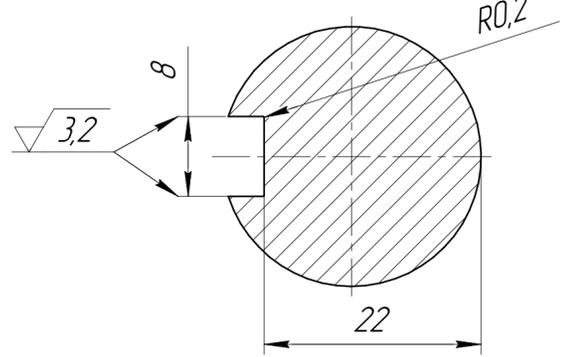
Приложение А Чертеж детали «Червяк цилиндрический»

▽ Ra 3,2 (✓)

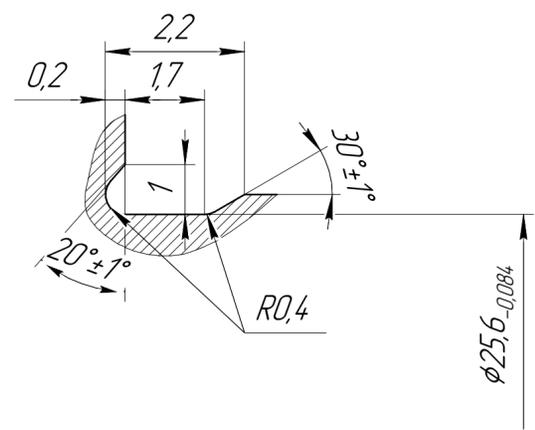


Модуль	<i>m</i>	8
Число витков	<i>Z₁</i>	2
Вид червяка	-	ZA
Делительный угол подъема	<i>γ</i>	14°2'10"
Направл. лин. витк.	-	Левое
Исходный червяк	-	ГОСТ 19036-81
Козф. смещения	<i>x</i>	0
Степень точности	-	7-С
Делит. толщ. по хорд. витк.	<i>S_{a1}</i>	11,99 _{-0,05}
Высота до хорды	<i>h_{a1}</i>	6,04
Делительный диаметр	<i>d₁</i>	64
Ход витка	<i>P_{z1}</i>	50,24
Козф. диам. черв.	<i>q</i>	8
Межос. расстояние	<i>a_w</i>	192
Числ. зуб. сопряж. черв. кол.	<i>Z₂</i>	40

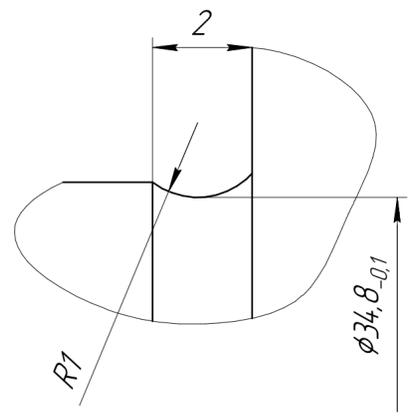
B-B (2:1)



Д (10:1)



Г (10:1) ☉



1. 45...50 HRC.
2. Витки калить h 10...15 50...52 HRC.
3. Точность червяка по ГОСТ 3675-81.
4. Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий - H14, остальных - ±0,5 IT14

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Червяк цилиндрический	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.							4,89	1:1
Проб.					Лист	Листов 1		
Т.контр.					Сталь 45 ГОСТ 1050-88			
Н.контр.					Копировал			
Утв.					Формат А2			

Приложение Б Комплект технологической документации

Дубл.													
Взам.													
Подп.													

ТПУ

ИШНПТ-1005.00.00.00

ИШНПТ 4А51

Червяк цилиндрический

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 «Червяк цилиндрический»

Проверил: _____

_____ Ефременков Е.А.

Выполнил: студент группы 4А51

_____ Беннер А.Я.

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
															3	1			
Разраб.	Беннер А.Я.			ТПУ					ИШНПТ-1005.00.00.00				ИШНПТ 4А51						
Проверил	Ефременков Е.А.																		
Н. контр.	Ефременкова С.К.																		
М01	Сталь 45 ГОСТ 1050-88																		
М02	Код		ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Вид загот.	Профиль и размеры				КД	МЗ					
	080000		166	4,89	1	5,9	0,36	Прокат	Ø85×304				1	13,48					
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.	
А03	005 Заготовительная								Станочник	2	18800	1	1	1	100	10	3,76		
Б04	Отрезной круглопильный станок 8Г663																		
А05	010 Токарная								Токарь	4	19149	1	1	1	100	20	3,82		
Б06	Токарный станок 16К20																		
А07	015 Токарная с ЧПУ								Оператор станка с ЧПУ	4	16045	1	1	1	100	27	8,24		
Б08	Токарный станок с ЧПУ DMG NEF 400																		
А09	020 Контрольная								Контролер	3	12958	1	1	1	100		1		
А10	025 Зубофрезерная								Зуборезчик	4	12273	1	1	1	100	12	14,52		
Б11	Зубофрезерный станок 5К32																		
А12	030 Слесарная								Слесарь	2	18466	1	1	1	100	1	4		
А13	035 Контрольная								Контролер	3	12958	1	1	1	100		1		
А14	040 Фрезерная								Фрезеровщик	2	19479	1	1	1	100	10	1,63		
МК																		119	

Дубл.																
Взам.																
Подл.																
														2		
														ИШНПТ-1005.00.00.00		
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции					Обозначение документа						
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тп.з.	Тшт.
Б15	Фрезерный станок 692д															
A16					045	Слесарная		Слесарь	2	18466	1	1	1	100	1	4
A17					050	Контрольная		Контролер	3	12958	1	1	1	100		1
A18					055	Термическая		Термист	3	19100	1	1	1	100		
Б19	Печь муфельная СНОЛ 30/1100															
Б20	Установка для ТВЧ ЭЛСИТ															
A21					060	Контрольная		Контролер	3	12958	1	1	1	100		2
Б22	ТКМ-359М															
A23					065	Круглошлифовальная		Шлифовщик	5	19630	1	1	1	100	10	3,9
Б24	Круглошлифовальный станок RSM750															
A25					070	Контрольная		Контролер	3	12958	1	1	1	100		2
A26					075	Зубошлифовальная		Зубошлифовщик	6	12277	1	1	1	100	10	17,44
Б27	Зубошлифовальный станок 5M841															
A28					080	Контрольная		Контролер	3	12958	1	1	1	100		1
A29					085	Промывочная		Мойщик	1	14525	1	1	1	100	4	12
Б30	Ванна ВП 9.7.7/0,9															
МК														120		

Дубл.														
Взам.														
Подл.														

3

ИШНПТ-1005.00.00.00

А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа								
---	-----	-----	----	-------	----------------------------	-----------------------	--	--	--	--	--	--	--	--

Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тп.з.	Тшт.
---	--------------------------------	--	--	--	--	----	-------	---	----	----	------	----	----	------	-------	------

А31	90 Консервация						Консервировщик	1	12916	1	1	1	100		8	15
-----	----------------	--	--	--	--	--	----------------	---	-------	---	---	---	-----	--	---	----

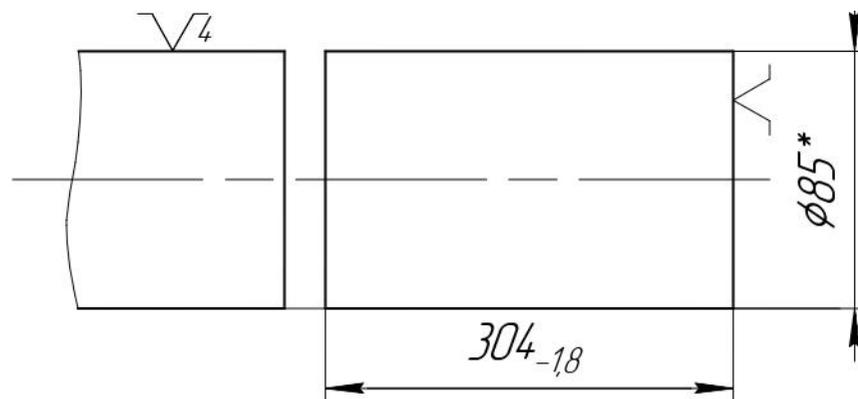
Дубл.			
Взам.			
Подл.			

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

7

1

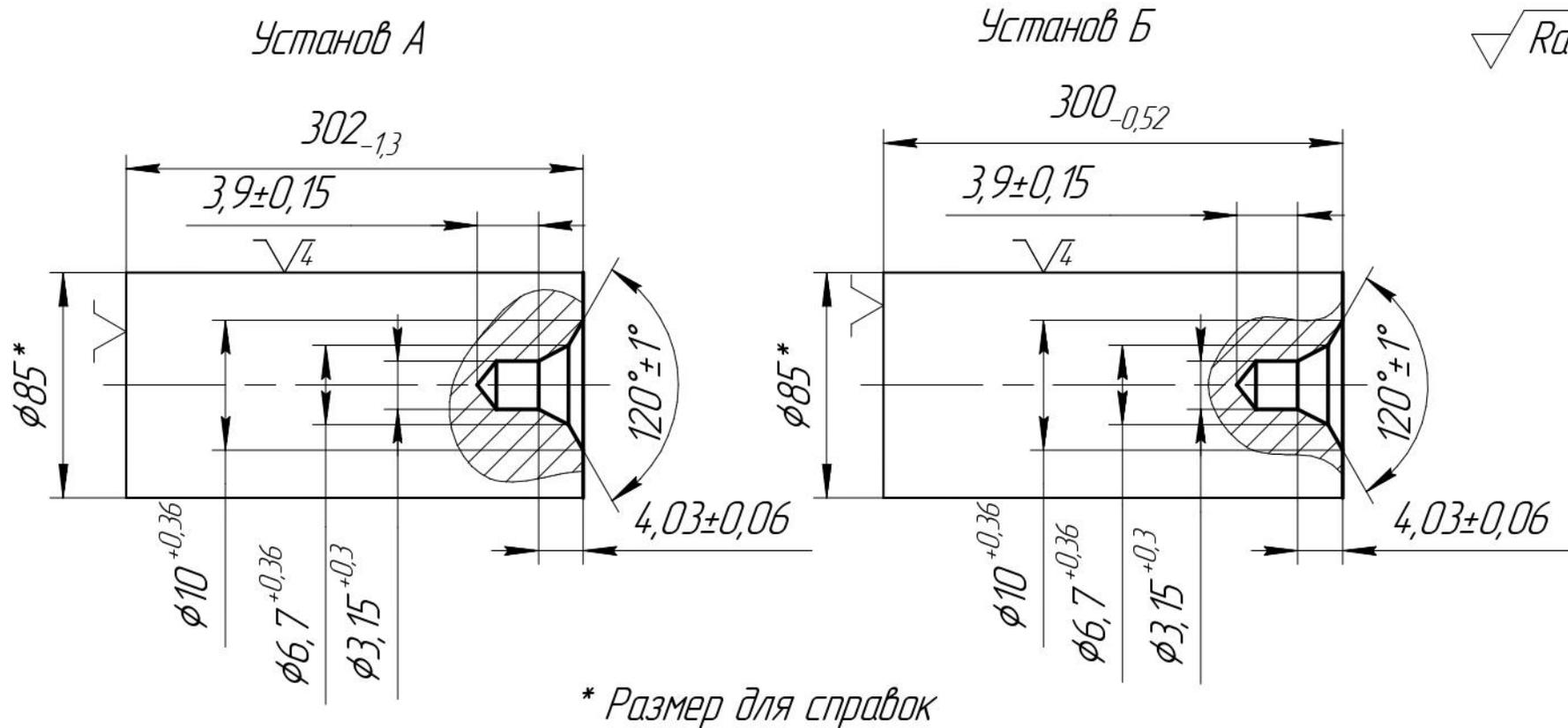
Разраб.	Беннер А.Я.			ТПУ	ИШНПТ-1005.00.00.00	ИШНПТ 4А51
Пров.	Ефременков Е.А.					
Н. контр.	Ефременкова С.К.					
				Червяк цилиндрический		005



** Размер для справок*

Дубл.														
Взам.														
Подл.														
										1	1			
Разраб.	Беннер А.Я.			ТПУ	ИШНП-1005.00.00.00									
Пров.	Ефременков Е.А.													
ИШНПТ													005	
Наименование операции				Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры				МЗ	КОИД
Заготовительная				Сталь 45 ГОСТ 1050-88		217НВ	кг	4,89	Ø85×304				13,48	1
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ				
Отрезной круглопильный станок 8Г663						2,52	1,23	10	3,76	-				
Р	Содержание перехода			ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V			
001	Установить заготовку в призмы													
002	Базы: Наружный диаметр и торец													
T03	Призмы 7033-0039 ГОСТ 12195													
004	1.Отрезать заготовку, выдерживая размер 304 _{-1,8} мм													
T05	Пила дисковая 3420-0365 P6M5 ГОСТ 9769-79													
T06	Линейка – 400 ГОСТ 427-75													
P07	85 304 _{-1,8} - 1 0,2 45 70													
08														
09														
10														
11														
12														
13														
ОК														

Дубл.																				
Взам.																				
Подл.																				
																		2		
																		ТПУ	ИШНПТ-1005.00.00.00	010



Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
														2	1				
Разраб.	Беннер А.Я.			ТПУ	ИШНПТ-1005.00.00.00	ИШНПТ 4А51													
Пров.	Ефременков Е.А.																		
Н. контр.	Ефременкова С.К.			Червяк цилиндрический											010				
Наименование операции				Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИ				
Токарная				Сталь 45 ГОСТ 1050-88			217НВ		кг	4,89	Прокат Ø85×304			13,48	1				
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы			Т _о	Т _в	Тп.з.	Тшт.	СОЖ								
Токарный станок 16К20							0,73	1,18	10	3,76	-								
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 302 ^{-1,3} мм																		
T05	Резец подрезной 2112-0007 ГОСТ 18880-73;																		
T06	Пластина 01331-160304 ГОСТ 19045-80 Т15К6																		
T07	Штангенциркуль ШЦ-П-400-0,05 ГОСТ 19045;																		
T08	Образец шероховатости 3,2 Т ГОСТ 9378-93																		
P09				85	302	1	2	0,2 мм/об		700	186,8								
O10	2.Центровать торец выдерживая размеры согласно эскизу.																		
T11	Центровочное сверло 2317-0118 ГОСТ 14952-75 Р6М5;																		
T12	Патрон сверлильный 13-B16 ГОСТ 8522-79																		
T13	Глубиномер ГМЦ 25-1 ГОСТ 7470-92;Угломер типа 2-2																		
ОК															125				

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
													2						
										ИШНПТ-1005.00.00.00		010							
Р											ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V	
T14	ГОСТ 5378-88																		
P15												10	7,9	1,575	1	0,2 мм/об	1400	13,8	
O16	Переустановить заготовку в 3-х кулачковый патрон																		
O17	Базы: Наружный диаметр и торец																		
T18	Патрон 3-х кулачковый 7100-0015 ГОСТ 2675-80																		
O19	3.Подрезать торец в размер 300 ^{-0,52} мм																		
T20	Резец подрезной 2112-0007 ГОСТ 18880-73;																		
T21	Пластина 01331-160304 ГОСТ 19045-80 T15K6																		
T22	Штангенциркуль ШЦ-II-400-0,05 ГОСТ 19045;																		
T23	Образец шероховатости 3,2 T ГОСТ 9378-93																		
P24												85	300	1	2	0,2 мм/об	700	186,8	
O25	4.Центровать торец выдерживая размеры согласно эскизу																		
T26	Центровочное сверло 2317-0118 ГОСТ 14952-75 P6M5;																		
T27	Патрон сверлильный 13-B16 ГОСТ 8522-79																		
T28	Глубиномер ГМЦ 25-2 ГОСТ 7470-92;Угломер типа 2-2																		
T29	ГОСТ 5378-88																		
P30												10	7,9	1,575	1	0,2 мм/об	1400	13,8	
ОК															126				

Дубл.																								
Взам.																								
Подл.																								
													10	1										
Разраб.	Беннер А.Я.																							
Пров.	Ефременков Е.А.						ТПУ			ИШНПТ-1005.00.00.00			ИШНПТ 4А51											
Н. контр.	Ефременкова С.К.						Червяк цилиндрический						015											
Наименование операции				Материал				Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИ								
Токарная с ЧПУ				Сталь 45 ГОСТ 1050-88				217НВ		кг	4,89	Прокат Ø85×304			13,48	1								
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы				То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ												
Токарный станок с ЧПУ DMG NEF 400								6,456	1,46	27	7,97	Эмульгат 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, КМ2; Втулка переходная КМ6/КМ2;																							
T04	Центр вращающийся 7032-4158-01; Втулка переходная КМ4/КМ3;																							
T05	Револьверная головка PRAGATI ВТР-80;																							
O06	1.Точить наружный диаметр в размер Ø81 _{-0,35} мм																							
T07	Резцедержатель ESW_137230;																							
T08	Державка для точения SCLCL 2525M 09HP																							
T09	Пластина CCMТ 09 Т3 04-ММ 2220																							
T10	Микрометр МК Ц100-1 ГОСТ 6507-90;																							
T11	Образец шероховатости 1,6 Т ГОСТ 9378-93																							
P12	CCMT 09 Т3 04-ММ 2220			4			81			1			2			0,3 мм/об			1640			429		
O13	2.Точить наружный диаметр в размер Ø80 _{-0,074} мм																							
OK																			128					

Дубл.															
Взам.															
Подл.															
													2		
													ИШНПТ-1005.00.00.00	015	
Р								ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V
Т14	Резцедержатель ESW_137230;														
Т15	Державка для точения SCLCL 2525M 09HP;														
Т16	Пластина CCMТ 09 Т3 04-ММ 2220;														
Т17	Микрометр МК Ц100-1 ГОСТ 6507-90;														
Т18	Образец шероховатости 1,6 Т ГОСТ 9378-93;														
Р19	CCMT 09 T3 04-MM 2220							4	80		0,5	1	0,25	2000	504
Q20	3.Точить наружный диаметр Ø42,8 _{-0,25} мм, выдерживая размеры														
Q21	42±0,08 мм, R5±0,15 мм, 5±0,15×45°.														
Т22	Резцедержатель ESW_137230;														
Т23	Пластина CCMТ 09 Т3 04-ММ 2220;														
Т24	Державка для точения SCLCL 2525M 09HP;														
Т25	Образец шероховатости 1,6 Т ГОСТ 9378-93;														
Т26	Штангенциркуль ШЦ-П- 150-0,05 ГОСТ 166-89;														
Т27	Угломер типа 1-2 ГОСТ 5378-88;														
Т28	Набор радиусных шаблонов ГОСТ 4126;														
Т29	Микрометр МК Ц50-1 ГОСТ 6507-90;														
Р30	CCMT 09 T3 04-MM 2220							1	42,8	42	1,86	10	0,3 мм/об	1850	429
ОК															129

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

3

ИШНПТ-1005.00.00.00

015

Р	ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V	
O31	4.Точить наружный диаметр $\varnothing 42_{-0,062}$ мм, выдерживая размеры								
O32	$42 \pm 0,08$ мм, $R5 \pm 0,15$ мм, $5 \pm 0,15 \times 45^\circ$.								
T33	Резцедержатель ESW_137230;								
T34	Пластина CCMТ 09 Т3 04-ММ 2220;								
T35	Державка для точения SCLCL 2525М 09НР;								
T36	Образец шероховатости 1,6 Т ГОСТ 9378-93;								
T37	Штангенциркуль ШЦ-П- 150-0,05 ГОСТ 166-89;								
T38	Угломер типа 1-2 ГОСТ 5378-88;								
T39	Набор радиусных шаблонов ГОСТ 4126;								
T40	Микрометр МК Ц50-1 ГОСТ 6507-90;								
P41	1	42	42	0,4	1	0,288 мм/об	2000	458	
O42	5.Точить наружный диаметр $\varnothing 36h12$ мм, выдерживая размеры								
O43	$11,8 \pm 0,215$ мм, $2 \pm 0,125 \times 45^\circ$.								
T44	Резцедержатель ESW_137230;								
T45	Державка для точения SCLCL 2525М 09НР;								
T46	Пластина CCMТ 09 Т3 04-ММ 2220;								
T47	Микрометр МК Ц50-1 ГОСТ 6507-90;								

ОК

130

Дубл.														
Взам.														
Подл.														

											4	
											ИШНПТ-1005.00.00.00	015

Р		ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V
T48	Штангенциркуль ШЦ-II- 150-0,05 ГОСТ 166-89;								
T49	Образец шероховатости 1,6 Т ГОСТ 9378-93;								
T50	Угломер типа 1-2 ГОСТ 5378-88								
P51	ССМТ 09 Т3 04-ММ 2220	1	36	11,8	1,5	2	0,3 мм/об	1800	245
O52	6.Точить наружный диаметр Ø35,4 h9 мм, выдерживая размеры								
O53	11,8±0,215 мм, 2±0,125×45°.								
T54	Резцедержатель ESW_137230;								
T55	Державка для точения SCLCL 2525М 09НР;								
T56	Пластина ССМТ 09 Т3 04-ММ 2220;								
T57	Микрометр МК Ц50-1 ГОСТ 6507-90;								
T58	Штангенциркуль ШЦ-II- 150-0,05 ГОСТ 166-89;								
T59	Образец шероховатости 1,6 Т ГОСТ 9378-93;								
T60	Угломер типа 1-2 ГОСТ 5378-88								
P61	ССМТ 09 Т3 04-ММ 2220	1	35,4	11,8	0,3	1	0,25 мм/об	2000	264
O62	7.Точить канавку в размеры 2±0,125 мм, R1±0,125 мм, Ø34,8 _{0,1} мм.								
T63	Резцедержатель ESW_137230; Пластина N123Т3-01000-RS 1125;								
T64	Державка для точения канавок LF123U06-2525ВМ;								

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

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

6

ИШНПТ-1005.00.00.00

015

Р	ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V	
T82	Резцедержатель ESW_137230;								
T83	Державка для точения SCLCL 2525M 09HP;								
T84	Пластина ССМТ 09 Т3 04-ММ 2220;								
T85	Набор радиусных шаблонов ГОСТ 4126;								
T86	Штангенциркуль ШЦ-II- 150-0,05 ГОСТ 166-89;								
T87	Микрометр МК Ц50-1 ГОСТ 6507-90;								
T88	Образец шероховатости 1,6 Т ГОСТ 9378-93;								
T89	Угломер типа 1-2 ГОСТ 5378-88;								
P90	4	42	138	0,4	1	0,288 мм/об	2000	458	
O91	10. Точить наружный диаметр Ø36h12 мм, выдерживая размер								
O92	97,8±0,435 мм.								
T93	Резцедержатель ESW_137230;								
T94	Державка для точения SCLCL 2525M 09HP;								
T95	Пластина ССМТ 09 Т3 04-ММ 2220;								
T96	Микрометр МК Ц50-1 ГОСТ 6507-90;								
T97	Штангенциркуль ШЦ-II- 150-0,05 ГОСТ 166-89;								
T98	Образец шероховатости 1,6 Т ГОСТ 9378-93								
ОК								133	

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

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

7

ИШНПТ-1005.00.00.00

015

Р		ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V	
P99	ССМТ 09 Т3 04-ММ 2220	4	36	97,8	1,5	2	0,3 мм/об	1800	245	
O100	11. Точить наружный диаметр Ø35,4h9 мм, выдерживая размер									
O101	97,8±0,435 мм.									
T103	Резцедержатель ESW_137230;									
T104	Державка для точения SCLCL 2525M 09HP;									
T105	Пластина ССМТ 09 Т3 04-ММ 2220;									
T106	Микрометр МК Ц50-1 ГОСТ 6507-90;									
T107	Штангенциркуль ШЦ-П- 150-0,05 ГОСТ 166-89;									
T108	Образец шероховатости 1,6 Т ГОСТ 9378-93									
P109	ССМТ 09 Т3 04-ММ 2220	4	35,4	97,8	0,3	1	0,25 мм/об	2000	264	
O110	12. Точить канавку в размеры 2±0,125 мм, R1±0,125 мм, Ø34,8 _{0,1}									
T111	Резцедержатель ESW_137230;									
T112	Державка для точения канавок LF123U06-2525BM;									
T113	Пластина N123Т3-01000-RS 1125;									
T114	Набор радиусных шаблонов ГОСТ 4126;									
T115	Глубиномер ГМЦ25-1 ГОСТ 7470-92;									
T116	Штангенциркуль ШЦ-П- 150-0,05 ГОСТ 166-89									
ОК									134	

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

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

8

ИШНПТ-1005.00.00.00

015

Р	ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V
Р117	N123Т3-01000-RS 1125	3	34,8	2	0,3	1	0,1 мм/об	1770 193
О118	13. Точить наружный диаметр Ø33,4 _{-0,25} мм, выдерживая размеры							
О119	78±0,11 мм, 1±0,125×45° мм.							
Т120	Резцедержатель ESW_137230;							
Т121	Пластина ССМТ 09 Т3 04-ММ 2220;							
Т122	Микрометр МК Ц50-1 ГОСТ 6507-90;							
Т123	Державка для точения SCLCL 2525М 09НР;							
Т124	Штангенциркуль ШЦ-П- 150-0,05 ГОСТ 166-89;							
Р125	ССМТ 09 Т3 04-ММ 2220	4	33,4	78	1	1	0,3 мм/об	1800 188
О126	14. Точить наружный диаметр Ø32,4 _{-0,062} мм, выдерживая размеры							
О127	78±0,11 мм, 1±0,125×45° мм.							
Т128	Резцедержатель ESW_137230;							
Т129	Пластина ССМТ 09 Т3 04-ММ 2220;							
Т130	Микрометр МК Ц50-1 ГОСТ 6507-90;							
Т131	Державка для точения SCLCL 2525М 09НР;							
Т132	Штангенциркуль ШЦ-П- 150-0,05 ГОСТ 166-89;							
Т133	ССМТ 09 Т3 04-ММ 2220	4	32,4	78	0,5	1	0,25 мм/об	2000 210
ОК								135

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

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

9

ИШНПТ-1005.00.00.00

015

Р		ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V
O134	15.Точить наружный диаметр $\varnothing 27,4_{-0,21}$ мм, выдерживая размеры								
O135	$57,8 \pm 0,37$ мм, $2 \pm 0,125 \times 45^\circ$ мм								
T136	Резцедержатель ESW_137230;								
T137	Державка для точения SCLCL 2525M 09HP;								
T138	Пластина CCMТ 09 T3 04-ММ 2220;								
T139	Микрометр МК Ц50-1 ГОСТ 6507-90;								
T140	Образец шероховатости 1,6 Т ГОСТ 9378-93;								
T141	Штангенциркуль ШЦ-II- 150-0,05 ГОСТ 166-89;								
T142	Угломер типа 1-2 ГОСТ 5378-88;								
P143	CCMT 09 T3 04-ММ 2220	4	27,4	57,8	1,25	2	0,3 мм/об	1700	188
O144	16.Точить наружный диаметр $\varnothing 26,4_{-0,052}$ мм, выдерживая размеры								
O145	$57,8 \pm 0,37$ мм, $2 \pm 0,125 \times 45^\circ$ мм								
T146	Резцедержатель ESW_137230;								
T147	Державка для точения SCLCL 2525M 09HP;								
T148	Пластина CCMТ 09 T3 04-ММ 2220;								
T149	Микрометр МК Ц50-1 ГОСТ 6507-90;								
T150	Образец шероховатости 1,6 Т ГОСТ 9378-93;								
ОК									

136

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

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

10

ИШНПТ-1005.00.00.00

015

Р	ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V
T151	Штангенциркуль ШЦ-II- 150-0,05 ГОСТ 166-89;							
T152	Угломер типа 1-2 ГОСТ 5378-88;							
P153	4	26,4	57,8	0,5	1	0,25 мм/об	2000	210
O154	17. Точить канавку в размеры R0,4±0,125 мм, Ø25,6 _{-0,084} мм, 30°±1°;							
O155	1,7±0,125 мм, 0,2±0,05 мм, 1±0,125 мм, 20°±1°, 2,2±0,125 мм,							
T156	Резцедержатель ESW_137230; Державка для точения канавок LF123U06-2525BM; Пластина N123T3-01000-RS 1125;							
T157	Глубиномер ГМЦ25-1 ГОСТ 7470-92; Штангенциркуль ШЦ-II- 150-0,05 ГОСТ 166-89;							
T158	Набор радиусных шаблонов ГОСТ 4126; Угломер типа 1-2 ГОСТ 5378-88;							
P159	3	25,6	1	0,4	1	0,075	2000	200
OK								

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			

2

1

Разраб.	Беннер А.Я.			ТПУ	ИШНПТ-1005.00.00.00	Токарная с ЧПУ «Червяк цилиндрический»	ИШНПТ 4А51	015
Проверил	Ефременков Е.А.							
Н. контр.	Ефременкова С.К.							

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 DMG NEF 400					
Т02	1	4	Резцедержатель ESW_137230; Державка для точения SCLCL 2525M 09HP;					
Т03			CCMT 09 T3 04-MM 2220			W _x =93±0,09; W _z =20±0,05	Ø80 _{-0,074}	
Т04	2	1	Резцедержатель ESW_137230; Державка для точения SCLCL 2525M 09HP;					
Т05			CCMT 09 T3 04-MM 2220			W _x =93±0,09; W _z =54±0,05	Ø42 _{-0,062}	
Т06	3	1	Резцедержатель ESW_137230; Державка для точения SCLCL 2525M 09HP;					
Т07			CCMT 09 T3 04-MM 2220			W _x =93±0,09; W _z =54±0,05	Ø35,4h9	
Т08	4	2	Резцедержатель ESW_137230; Державка для точения канавок LF123U06-2525BM;					
Т09			Пластина N123T3-01000-RS 1125			W _x =102±0,07; W _z =47±0,04	Ø34,8 _{-0,1}	
Т10	5	4	Резцедержатель ESW_137230; Державка для точения SCLCL 2525M 09HP;					
Т11			CCMT 09 T3 04-MM 2220			W _x =93±0,09; W _z =54±0,05	Ø42 _{-0,062}	
Т12	6	4	Резцедержатель ESW_137230; Державка для точения SCLCL 2525M 09HP;					
Т13			CCMT 09 T3 04-MM 2220			W _x =93±0,09; W _z =54±0,05	Ø35,4h9	
Т14	7	3	Резцедержатель ESW_137230; Державка для точения канавок LF123U06-2525BM;					
Т15			Пластина N123T3-01000-RS 1125			W _x =102±0,07; W _z =22±0,03	Ø34,8 _{-0,1}	
Т16	8	4	Резцедержатель ESW_137230; Державка для точения SCLCL 2525M 09HP;					

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			

2

ИШНПТ-1005.00.00.00

015

У	Опер.	Обозначение детали, программы, оборудования, устройства ЧПУ															
Т	Пер.	ПИ	Вспомогательный и режущий инструмент (код, наименование)									Наладочные размеры			Коррект. разм.	НК	
T17			ССМТ 09 Т3 04-ММ 2220									W _x =93±0,09; W _z =54±0,05			Ø32,4 _{-0,062}		
T18	9	4	Резцедержатель ESW_137230; Державка для точения SCLCL 2525M 09НР;														
T19			ССМТ 09 Т3 04-ММ 2220									W _x =93±0,09; W _z =54±0,05			Ø26,4 _{-0,052}		
T20	10	3	Резцедержатель ESW_137230; Державка для точения канавок LF123U06-2525ВМ;														
21			Пластина N123Т3-01000-RS 1125									W _x =102±0,07; W _z =22±0,03			Ø25,6 _{-0,084}		
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	
31																	

								6	1	
				ТПУ	ИШНПТ-1005.00.00.00			ИШНПТ 4А51		
				Токарная с ЧПУ						015
				Оборудование, устройство ЧПУ			Особые указания			
				Токарный станок DMG NEF 400 с УЧПУ Fanuc 21i						
				Кодирование информации, содержание кадра			Кодирование информации, содержание кадра			
				N20 G21 G40 G90 G80			N150 G1 X51.7			
				N25 G28 U0			N155 Z-43.535			
				N30 G28 W125.0			N160 X61.2			
				N40 T101			N165 X61.907 Z-43.181			
				N45 M8			N170 G0 Z1.997			
				N50 G92 S4500			N175 G1 X42.2			
				N55 G96 S365			N180 Z-39.429			
				N60 G0 X80.2 Z1.997 M4			N185 G2 X50.412 Z-43.535 R4.106			
				N65 G1 Z-302.569 F0.			N195 X52.407 Z-43.181			
				N70 X85.0			N200 G0 Z1.997			
				N75 X85.707 Z-302.215			N205 G1 X35.2			
				N80 G0 Z1.997			N210 Z-13.552			
				N85 G1 X70.7			N215 X35.68 Z-13.531			
				N90 Z-44.309			N220 G3 X35.836 Z-13.527 R0.894			
				N95 X79.676 Z-48.797			N225 G1 X40.413			
				N100 G3 X80.2 Z-49.429 R0.894			N230 G3 X42.2 Z-14.421 R0.894			
				N105 G1 X80.907 Z-49.075			N235 G1 X42.907 Z-14.068			
				N110 G0 Z1.997			N240 G0 Z1.997			
				N115 G1 X61.2			N245 G1 X30.676			
				N120 Z-43.535			N250 Z-1.797			
				N125 X68.412			N255 X34.676 Z-3.797			
				N130 G3 X69.676 Z-43.797 R0.894			N260 G3 X35.2 Z-4.429 R0.894			
				N135 G1 X70.7 Z-44.309			N265 G1 X35.907 Z-4.075			
				N140 X71.407 Z-43.955			N270 G0 X86.2			
				N145 G0 Z1.997			N270 G0 X86.2			
				ККИ					140	

ИШНПТ.4А51005.КП.001

ИШНПТ 4А51

Кодирование информации, содержание кадра

Кодирование информации, содержание кадра

N275 Z-159.429

N425 G3 X35.836 Z-13.627 R0.794

N280 G1 X80.2

N430 G1 X40.413

N285 G3 X80.193 Z-159.507 R0.894

N435 G3 X42.0 Z-14.421 R0.794

N290 G1 X70.7 Z-213.761

N440 G1 Z-39.429

N295 Z-302.569

N445 G2 X50.412 Z-43.635 R4.206

N300 X80.2

N450 G1 X68.412

N305 X80.907 Z-302.215

N455 G3 X69.535 Z-43.867 R0.794

N310 G0 Z-213.761

N460 G1 X79.535 Z-48.867

N315 G1 X70.7

N465 G3 X80.0 Z-49.429 R0.794

N320 X61.2 Z-268.053

N470 G1 Z-159.429

N325 Z-302.569

N475 X80.661 Z-155.649

N330 X70.7

N480 G0 X91.0

N335 X71.407 Z-302.215

N490 Z1.997 T101

N340 G0 Z-268.053

N495 G92 S4500

N345 G1 X61.2

N500 G96 S365

N350 X55.161 Z-302.569

N505 X80.2

N355 X61.2

N510 G1 Z-302.569 F0.

N360 X61.907 Z-302.215

N515 X85.0

N365 G0 X91.0

N520 X85.707 Z-302.215

N375 Z0.815 T101

N525 G0 Z1.997

N380 G92 S4500

N530 G1 X70.7

N385 G96 S487

N535 Z-44.309

N390 X25.17

N540 X79.676 Z-48.797

N395 G1 X34.535 Z-3.867 F0.

N545 G3 X80.2 Z-49.429 R0.894

N400 G3 X35.0 Z-4.429 R0.794

N550 G1 X80.907 Z-49.075

N405 G1 Z-12.855

N555 G0 Z1.997

N410 G3 X34.994 Z-12.924 R0.794

N560 G1 X61.2

N415 G1 X34.864 Z-13.667

N565 Z-43.535

N420 X35.697 Z-13.63

N570 X68.412

				ИШНПТ.4А51005.КП.001		ИШНПТ 4А51					
Кодирование информации, содержание кадра						Кодирование информации, содержание кадра					
N575 G3 X69.676 Z-43.797 R0.894						N720 Z-159.429					
N580 G1 X70.7 Z-44.309						N725 G1 X80.2					
N585 X71.407 Z-43.955						N730 G3 X80.193 Z-159.507 R0.894					
N590 G0 Z1.997						N735 G1 X70.7 Z-213.761					
N595 G1 X51.7						N740 Z-302.569					
N600 Z-43.535						N745 X80.2					
N605 X61.2						N750 X80.907 Z-302.215					
N610 X61.907 Z-43.181						N755 G0 Z-213.761					
N615 G0 Z1.997						N760 G1 X70.7					
N620 G1 X42.2						N765 X61.2 Z-268.053					
N625 Z-39.429						N770 Z-302.569					
N630 G2 X50.412 Z-43.535 R4.106						N775 X70.7					
N635 G1 X51.7						N780 X71.407 Z-302.215					
N640 X52.407 Z-43.181						N785 G0 Z-268.053					
N645 G0 Z1.997						N790 G1 X61.2					
N650 G1 X35.2						N795 X55.161 Z-302.569					
N655 Z-13.552						N800 X61.2					
N660 X35.68 Z-13.531						N805 X61.907 Z-302.215					
N665 G3 X35.836 Z-13.527 R0.894						N810 G0 X91.0					
N670 G1 X40.413						N820 Z0.815 T101					
N675 G3 X42.2 Z-14.421 R0.894						N825 G92 S4500					
N680 G1 X42.907 Z-14.068						N830 G96 S487					
N685 G0 Z1.997						N835 X25.17					
N690 G1 X30.676						N840 G1 X34.535 Z-3.867 F0.					
N695 Z-1.797						N845 G3 X35.0 Z-4.429 R0.794					
N700 X34.676 Z-3.797						N850 G1 Z-12.855					
N705 G3 X35.2 Z-4.429 R0.894						N855 G3 X34.994 Z-12.924 R0.794					
N710 G1 X35.907 Z-4.075						N860 G1 X34.864 Z-13.667					
N715 G0 X86.2						N865 X35.697 Z-13.63					
ККИ											

		ИШНПТ.4А51005.КП.001		ИШНПТ 4А51			
Кодирование информации, содержание кадра				Кодирование информации, содержание кадра			
N870 G3 X35.836 Z-13.627 R0.794				N1030 X80.2			
N875 G1 X40.413				N1035 G1 Z-300.934 F0.			
N880 G3 X42.0 Z-14.421 R0.794				N1040 X85.0			
N885 G1 Z-39.429				N1045 X85.707 Z-300.58			
N890 G2 X50.412 Z-43.635 R4.206				N1050 G0 Z3.632			
N895 G1 X68.412				N1055 G1 X70.7			
N900 G3 X69.535 Z-43.867 R0.794				N1060 Z-138.674			
N905 G1 X79.535 Z-48.867				N1065 X79.676 Z-143.162			
N910 G3 X80.0 Z-49.429 R0.794				N1070 G3 X80.2 Z-143.794 R0.894			
N915 G1 Z-159.429				N1075 G1 X80.907 Z-143.44			
N920 X80.661 Z-155.649				N1080 G0 X85.32			
N925 G0 X91.0				N1085 Z-253.794			
N935 G0 X89.412 Z0.1 T101 M8				N1090 G1 X80.2			
N940 G92 S4500				N1095 G3 X80.193 Z-253.872 R0.894			
N945 G96 S365				N1100 G1 X71.958 Z-300.934			
N950 G1 X-1.587 F0.				N1105 X80.2			
N955 Z0.5				N1110 X80.907 Z-300.58			
N960 X-0.88 Z0.854				N1115 G0 X85.32			
N965 G0 Z3.0				N1120 Z3.632			
N975 X91.0 T101				N1125 G1 X61.2			
N980 G92 S4500				N1130 Z-137.9			
N985 G96 S487				N1135 X68.413			
N990 Z0.				N1140 G3 X69.676 Z-138.162 R0.894			
N995 G1 X-1.587 F0.				N1145 G1 X70.7 Z-138.674			
N1000 X3.778 Z2.683				N1150 X71.407 Z-138.32			
N1010 G0 X89.412 T101				N1155 G0 Z3.632			
N1015 G92 S4500				N1160 G1 X51.7			
N1020 G96 S365				N1165 Z-137.9			
N1025 X91.0 Z3.632				N1170 X61.2			
ККИ							

				ИШНПТ.4А51005.КП.001				ИШНПТ 4А51			
Кодирование информации, содержание кадра						Кодирование информации, содержание кадра					
				N1175 X61.907 Z-137.546				N1320 Z-0.162			
				N1180 G0 Z3.632				N1325 X25.676 Z-2.162			
				N1185 G1 X42.2				N1330 G3 X26.2 Z-2.794 R0.894			
				N1190 Z-133.794				N1335 G1 X26.907 Z-2.44			
				N1195 G2 X50.412 Z-137.9 R4.106				N1340 G0 X31.32			
				N1200 G1 X51.7				N1345 Z-56.395			
				N1205 X52.407 Z-137.546				N1350 G1 X26.2			
				N1210 G0 Z3.632				N1355 G3 X26.193 Z-56.473 R0.894			
				N1215 G1 X35.2				N1360 G1 X25.945 Z-57.894			
				N1220 Z-97.924				N1365 X26.2			
				N1225 X35.68 Z-97.903				N1370 X26.907 Z-57.541			
				N1230 G3 X35.836 Z-97.9 R0.894				N1375 G0 X31.32			
				N1235 G1 X40.413				N1380 G1 X32.027 Z-57.187			
				N1240 G3 X42.2 Z-98.794 R0.894				N1385 G0 X91.0			
				N1245 G1 X42.907 Z-98.44				N1395 Z2.45 T101			
				N1250 G0 Z3.632				N1400 G92 S4500			
				N1255 G1 X33.2				N1405 G96 S487			
				N1260 Z-78.424				N1410 X16.17			
				N1265 X34.676 Z-79.162				N1415 G1 X25.535 Z-2.232 F0.			
				N1270 G3 X35.2 Z-79.794 R0.894				N1420 G3 X26.0 Z-2.794 R0.794			
				N1275 G1 X35.907 Z-79.44				N1425 G1 Z-56.395			
				N1280 G0 Z3.632				N1430 G3 X25.994 Z-56.464 R0.794			
				N1285 G1 X26.2				N1435 G1 X25.726 Z-57.994			
				N1290 Z-57.894				N1440 X31.413			
				N1295 X31.413				N1445 G3 X33.0 Z-58.788 R0.794			
				N1300 G3 X33.2 Z-58.788 R0.894				N1450 G1 Z-78.465			
				N1305 G1 X33.907 Z-58.434				N1455 X34.535 Z-79.232			
				N1310 G0 Z3.632				N1460 G3 X35.0 Z-79.794 R0.794			
				N1315 G1 X21.676				N1465 G1 Z-97.228			

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

3 1

Разраб.	Беннер А.Я.			ТПУ	ИШНПТ-1005.00.00.00		ИШНПТ 4А51
Пров.	Ефременков Е.А.						

Червяк цилиндрический

020

Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИ
Контрольная	Сталь 45 ГОСТ 1050-88	50 HRC	кг	4,89	Прокат Ø85×304	13,48	1
Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ	
Контрольный стол					4	-	

Р	ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V
O01	1.Контролировать размер 300 _{-0,52} мм, Ø6,7 ^{+0,36} мм, Ø3,15 ^{+0,3} мм, Ø10 ^{+0,36} мм.							
T02	Штангенциркуль ШЦ-II- 400-0,05 ГОСТ 166-89;							
O03	2. Контролировать угловой размер 120°±1°							
T04	Угломер типа 2-2 ГОСТ 5378-88;							
O05	3. Контролировать размер 4,03±0,06 мм, 3,9±0,15 мм,							
T06	Глубиномер ГМЦ25-1 ГОСТ 7470-92;							
O07	4.Контролировать шероховатость поверхностей							
T08	Образец шероховатости 3,2 ГОСТ 9378-93;							
O09	5.Контролировать размер Ø80 _{-0,074} мм,							
T10	Микрометр МК Ц100-1 ГОСТ 6507-90;							
O11	6.Контролировать размеры Ø42 _{-0,062} мм, Ø35,4h9 мм, Ø34,8 _{-0,1} мм,							

OK

146

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

2

ИШНПТ-1005.00.00.00

020

Р	ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V
O12	Ø26,4 _{-0,052} мм, Ø25,6 _{-0,084} мм, Ø32,4 _{-0,062} мм.							
T13	Микрометр МК Ц50-1 ГОСТ 6507-90;							
O14	7. Контролировать размеры 42±0,08 мм, 11,8±0,215 мм, 138±0,08 мм,							
O15	97,8±0,435 мм, 78±0,11 мм, 57,8±0,37 мм, 2±0,125 мм, 1,7±0,125 мм,							
O16	1±0,125 мм, 5±0,15 мм, 2,2±0,125 мм.							
T17	Штангенциркуль ШЦ-II- 150-0,05 ГОСТ 166-89;							
O18	8.Контролировать угловые размеры 30°±1°, 20°±1°.							
T19	Угломер типа 1-2 ГОСТ 5378-88;							
O20	9.Контролировать размеры R0,4±0,125 мм, R5±0,15 мм, R1±0,125							
T21	Набор радиусных шаблонов ГОСТ 4126;							
O22	10.Контролировать шероховатость полученных поверхностей							
T23	Образец шероховатости 1,6 Т ГОСТ 9378-93;							
T24	Образец шероховатости 3,2 Т ГОСТ 9378-93;							
O25	11.Контролировать размер 0,2±0,05 мм							
T26	Глубиномер ГМЦ25-1 ГОСТ 7470-92							
OK								

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

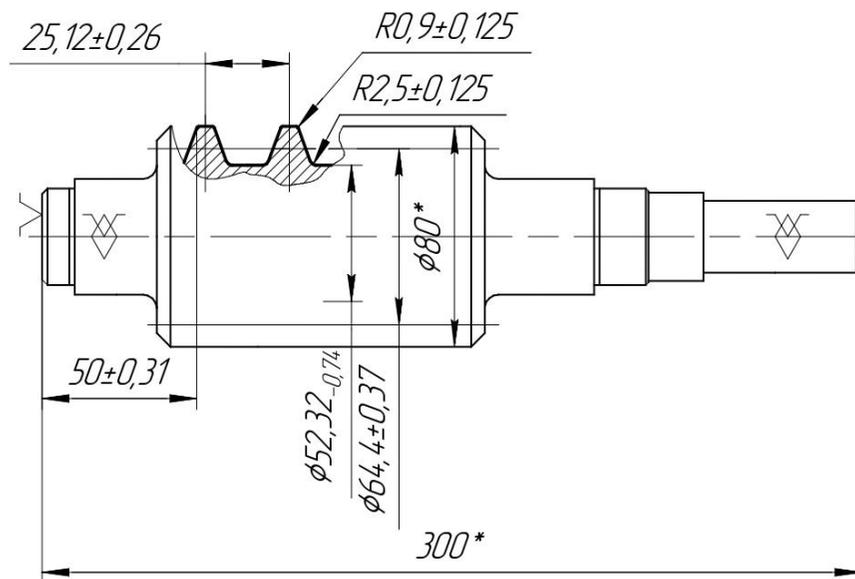
4

ТПУ

ИШНПТ-1005.00.00.00

025

Модуль	<i>m</i>	8
Число витков	Z_1	2
Вид червяка	-	ZA
Делительный угол подъема γ		$14^{\circ}2'10''$
Направл. лин. витк.	-	Левое
Исходный червяк		ГОСТ 19036-81
Козф. смещения	<i>x</i>	0
Степень точности	-	7Г
Делит. толщ. по хорд. витк. S_{a_1}		$11,99_{-0,05}$
Высота до хорды	h_{a_1}	6,04
Делительный диаметр d_1		64
Ход витка	Pz_1	50,24
Козф. диам. черв.	<i>q</i>	8
Межос. расстояние	a_w	192
Числ. зуб. сопряж. черв. кол. Z_2		40



* Размеры для справок

Дубл.												
Взам.												
Подл.												
									2	1		
Разраб.	Беннер А.Я.			ТПУ	ИШНПТ-1005.00.00.00				ИШНПТ 4А51			
Пров.	Ефременков Е.А.											
Н. контр.	Ефременкова С.К.			Червяк цилиндрический							025	
Наименование операции				Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИ
Зубофрезерная				Сталь 45 ГОСТ 1050-88		217НВ	кг	4,89	Прокат Ø85×304		13,48	1
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ		
Зубофрезерный станок 5К32						12,9	1,45	12	14,52	BLAZER Swisslube		
Р				ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V	
О01	Установить заготовку в зубчатый поводковый центр и центр задней бабки											
О02	Базы: Центры и торец											
Т03	Зубчатый поводковый центр, StebCentre,D22 мм, КМ2; Втулка переходная КМ6/КМ2;											
Т04	Центр вращающийся 7032-4158-01; Втулка переходная КМ4/КМ3											
О05	1.Фрезеровать червяк в размеры согласно эскизу.											
Т06	Оправка 6222-0047 ГОСТ 13785-68;											
Т07	Фреза дисковая модульная Ø125 ГОСТ 10996-64 Р6М5											
Т08	Набор радиусных шаблонов ГОСТ 4126;											
Р09	Штангенциркуль ШЦ-II- 125-0,05 ГОСТ 166-89;											
О10	Образец шероховатости 3,2 ГОСТ 9378-93;											
ОК												149

Дубл.																							
Взам.																							
Подл.																							
															1	1							
Разраб.	Беннер А.Я.				ТПУ	ИШНПТ-1005.00.00.00						ИШНПТ 4А51											
Пров.	Ефременков Е.А.																						
															Червяк цилиндрический								030
Наименование операции				Материал				Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИ							
Слесарная				Сталь 45 ГОСТ 1050-88				217НВ		кг	4,89	Прокат Ø85×304			13,48	1							
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы				То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ											
Верстак слесарный ГОСТ 19917-93										1	4	-											
Р					ПИ	D или B		L	t	i	S	n	V										
001	1.Снять заусенцы, притупить острые кромки.																						
T02	Тиски 7827-0281 ГОСТ 4045-75;																						
T03	Надфиль плоск.остр. ГОСТ 1513-77																						
OK																							

Дубл.																				
Взам.																				
Подл.																				
															1		1			
Разраб.	Беннер А.Я.			ТПУ	ИШНПТ-1005.00.00.00							ИШНПТ 4А51								
Пров.	Ефременков Е.А.																			
Н. контр.	Ефременкова С.К.			Червяк цилиндрический										035						
Наименование операции				Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИ					
Контрольная				Сталь 45 ГОСТ 1050-88			217НВ		кг	4,89	Прокат Ø85×304			13,48	1					
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы			То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ									
Контрольный стол										1	-									
Р				ПИ	D или B		L		t	i	S	n		V						
O01	1. Контролировать размеры 25,12±0,26 мм, Ø52,32 _{-0,74} мм, Ø64,4±0,37, 50±0,31 мм.																			
T02	Штангенциркуль ШЦ-II- 125-0,05 ГОСТ 166-89;																			
O03	2. Контролировать размеры R0,9±0,125 мм, R2,5±0,125 мм.																			
T04	Набор радиусных шаблонов ГОСТ 4126;																			
O05	3.Контролировать шероховатость полученных поверхностей.																			
T06	Образец шероховатости 3,2 ГОСТ 9378-93																			
O07	4.Контролировать профиль червяка.																			
T08	Прибор для измерения цилиндрических червяков ZS1 ГОСТ 9776-82																			
OK																				
															152					

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

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

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

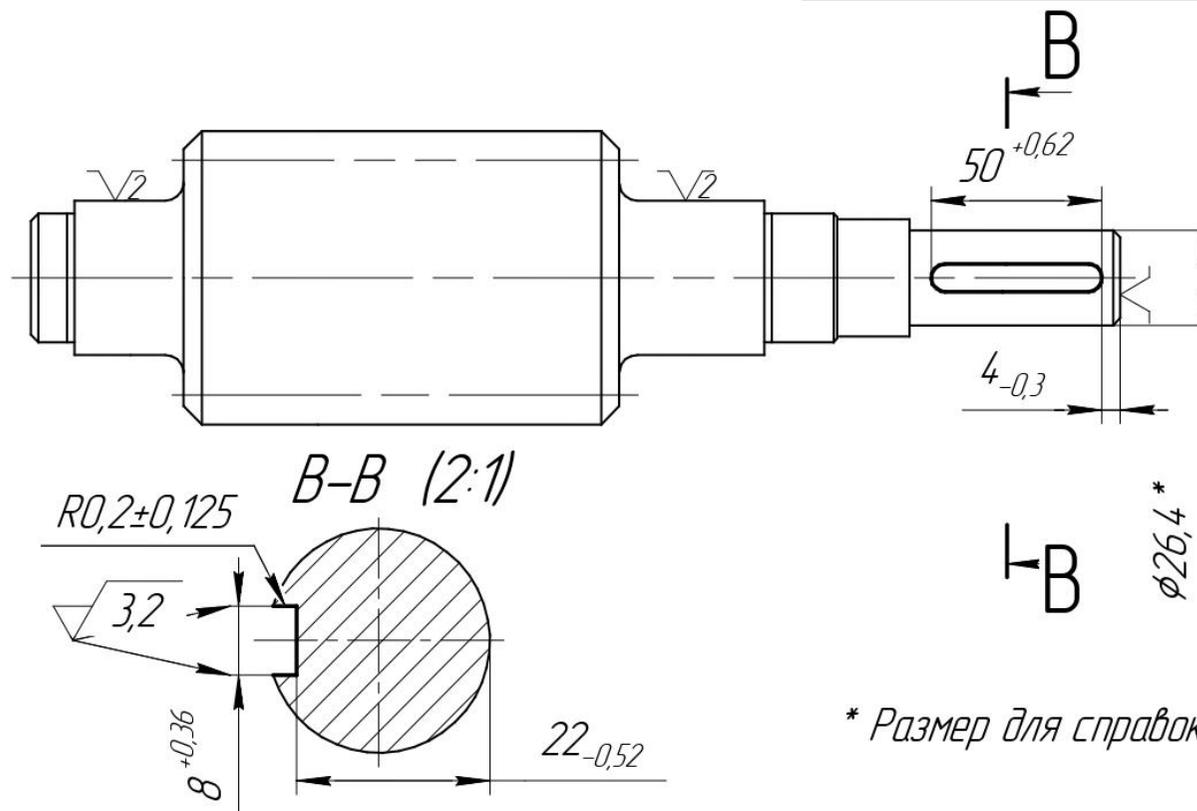
5

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

ТПУ

ИШНПТ-1005.00.00.00

040



Дубл.			
Взам.			
Подл.			

2

ИШНПТ-1005.00.00.00

40

Р	ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V	
O12	2.Фрезеровать шпоночный паз выдерживая размеры $22_{-0,52}$ мм, $8^{+0,36}$,								
O13	R0,2 \pm 0,125 мм, $4_{-0,3}$ мм, $50^{+0,62}$ мм.								
T14	Втулка переходная 1752-4-1;								
T15	Фреза шпоночная $\varnothing 8$ ГОСТ 9140-2015 P6M5;								
T16	Набор радиусных шаблонов ГОСТ 4126;								
T17	Штангенциркуль ШЦ-П- 125-0,05 ГОСТ 166-89;								
T18	Образец шероховатости 3,2 ГОСТ 9378-93;								
P19		8	50	1	1	0,04 мм/зуб	800	20	

Дубл.											
Взам.											
Подл.											
									1	1	
Разраб.	Беннер А.Я.			ТПУ	ИШНПТ-1005.00.00.00			ИШНПТ 4А51			
Пров.	Ефременков Е.А.										
Н. контр.	Ефременкова С.К.	Червяк цилиндрический								045	
Наименование операции			Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИ
Слесарная			Сталь 45 ГОСТ 1050-88		217НВ	кг	4,89	Прокат Ø85×304		13,48	1
Оборудование, устройство ЧПУ			Обозначение программы		То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ		
Верстак слесарный ГОСТ 19917-93							1	4	-		
Р				ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V
001	1.Снять заусенцы, притупить острые кромки.										
T02	Тиски 7827-0281 ГОСТ 4045-75;										
T03	Надфиль плоск.остр. ГОСТ 1513-77										
ОК											156

Дубл.																					
Взам.																					
Подл.																					
																			1		1
Разраб.	Беннер А.Я.				ТПУ	ИШНПТ-1005.00.00.00						ИШНПТ 4А51									
Пров.	Ефременков Е.А.																				
Н. контр.	Ефременкова С.К.				Червяк цилиндрический															050	
Наименование операции				Материал				Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИ					
Контрольная				Сталь 45 ГОСТ 1050-88				217НВ		кг	4,89	Прокат Ø85×304			13,48	1					
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы				То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ									
Контрольный стол											1	-									
Р					ПИ	D или B		L		t	i	S	n	V							
001	1. Контролировать размеры , 4 $-0,3$ мм, 22 $-0,52$ мм, 8 $^{+0,36}$ мм, 50 $^{+0,62}$.																				
T02	Штангенциркуль ШЦ-II- 125-0,05 ГОСТ 166-89;																				
003	2. Контролировать размер R0,2±0,125 мм.																				
T04	Набор радиусных шаблонов ГОСТ 4126;																				
005	3.Контролировать шероховатость полученных поверхностей.																				
T06	Образец шероховатости 3,2 ГОСТ 9378-93																				
OK																					157

Дубл.													
Взам.													
Подл.													
											1	1	
Разраб.	Беннер А.Я.			ТПУ	ИШНПТ-1005.00.00.00	Червяк цилиндрический					ИШНПТ 4A51		
Пров.	Ефременков Е.А.										055		
Н. контр.	Ефременкова С.К.											055	
Наименование операции				Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры				МЗ	КОИ
Термическая				Сталь 45 ГОСТ 1050-88	217НВ	кг	4,89	Прокат Ø85×304				13,48	1
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ			
Печь муфельная СНОЛ 30/1100 Установка для ТВЧ ЭЛСИТ										-			
Р				ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V		
O01	1.Калить заготовку при температуре 820-860°C, охлаждать в воде до 200°C.												
O02	2.Отпускать при температуре 180-220°C.												
O03	3.Калить витки ТВЧ h 1,0-1,5 50-52 HRC.												
T04	ТКМ-359М.												
OK												158	

Дубл.											
Взам.											
Подл.											

1 1

Разраб.	Беннер А.Я.		ТПУ	ИШНПТ-1005.00.00.00		ИШНПТ 4A51
Пров.	Ефременков Е.А.					

Червяк цилиндрический

060

Наименование операции		Материал		Твердость	EB	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИ
Контрольная		Сталь 45 ГОСТ 1050-88		50HRC	кг	4,89	Прокат Ø85×304		13,48	1
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		To	Tв	Tп.з.	Tшт.	СОЖ		
TKM-359M							2	-		

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

O01	1.Контролировать твердость детали.									

OK

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

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

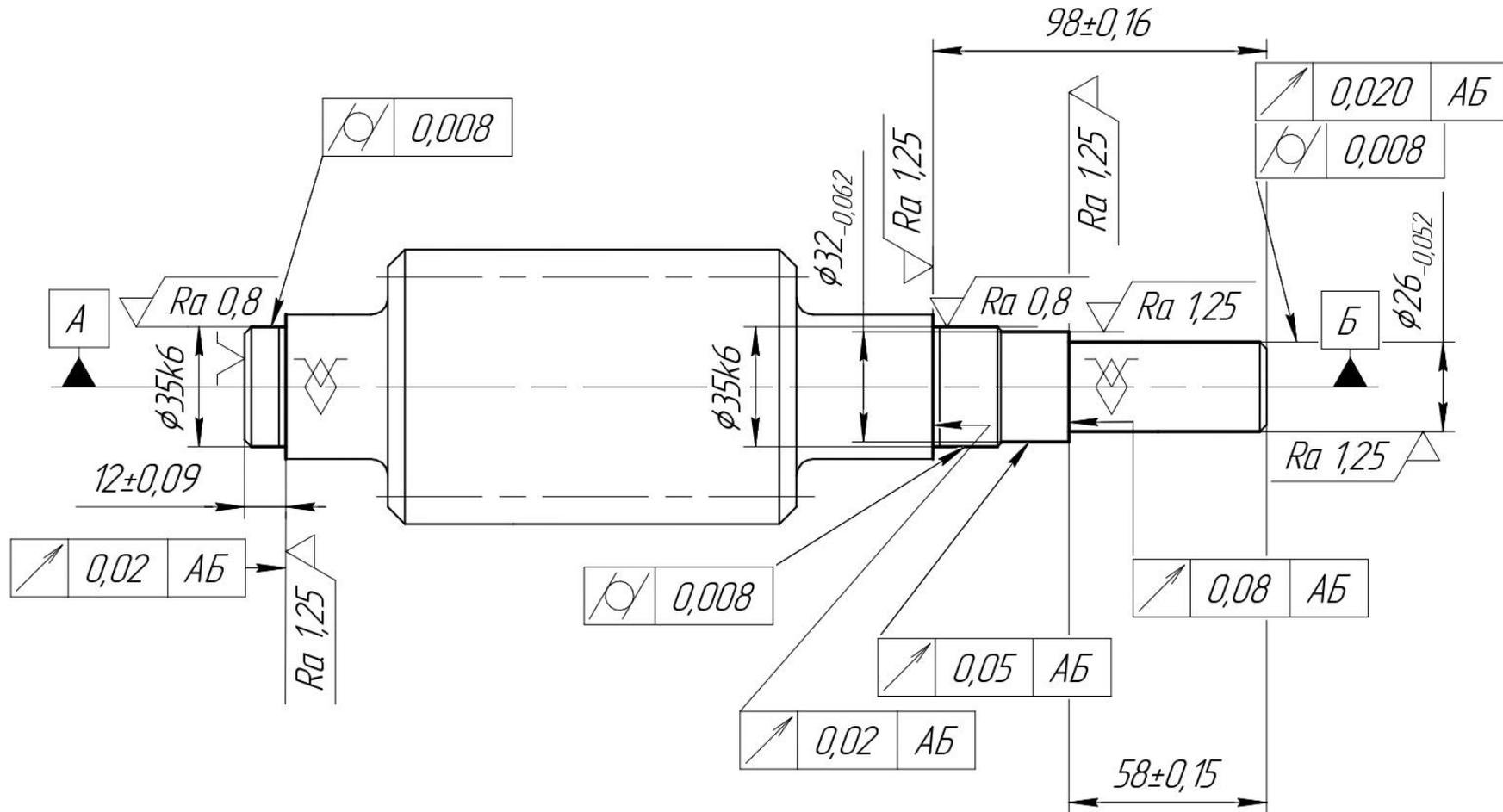
--	--	--	--	--	--	--	--

6

ТПУ

ИШНПТ-1005.00.00.00

065



Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
													3	1					
Разраб.	Беннер А.Я.			ТПУ	ИШНПТ-1005.00.00.00						ИШНПТ 4А51								
Пров.	Ефременков Е.А.																		
Н. контр.	Ефременкова С.К.			Червяк цилиндрический											065				
Наименование операции				Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИ				
Круглошлифовальная				Сталь 45 ГОСТ 1050-88			50HRC		кг	4,89	Прокат Ø85×304			13,48	1				
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы			То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ								
Круглошлифовальный станок RSM750							2,66	1,22	10	3,9	-								
Р				ПИ	D или B		L	t	i	S	n	V							
001	Установить заготовку в зубчатый поводковый центр и центр задней бабки																		
002	Базы: Центры и торец																		
T03	Зубчатый поводковый центр, StebCentre, D22 мм, KM2; Втулка переходная KM3/KM2;																		
T04	Центр вращающийся 7032-4158-01																		
005	1.Шлифовать Ø35k6 выдерживая размер 12±0,09 мм.																		
006	2.Выдерживать отклонения от радиального биения - 0,02 мм, 0,08 мм,																		
007	0,05 мм, от цилиндричности - 0,008 мм.																		
T08	Оправка для шлифовального круга Ø203 ГОСТ 2270-78																		
T09	Шлифовальный круг П2 400×40×203 14А F36 СТ3-ВТ ВФ 1кл ТУ																		
T10	3982-003-01394573; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75;																		
T11	Штангенциркуль ШЦ-II-150-0,05 ГОСТ 166-89.																		
ОК												161							

Дубл.																					
Взам.																					
Подл.																					
																				2	
																		ИШНПТ-1005.00.00.00		65	
Р												ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V		
T12	Головка измерительная ИИГ ГОСТ 18833-73;																				
T13	Стойка С-III ГОСТ 10197-70; Микрометр МК Ц50-1 ГОСТ 6507-90;																				
P14												35	12	0,01	20	0,04	1500	100			
O15	3.Шлифовать Ø35k6 выдерживая размер 98±0,16 мм.																				
O16	4.Выдерживать отклонения от радиального биения - 0,02 мм, 0,08 мм,																				
O17	0,05 мм, от цилиндричности - 0,008 мм.																				
T18	Оправка для шлифовального круга Ø203 ГОСТ 2270-78																				
T19	Шлифовальный круг П2 400×40×203 14A F36 СТ3-ВТ ВФ 1кл ТУ																				
T20	3982-003-01394573; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75;																				
T21	Штангенциркуль ШЦ-II-150-0,05 ГОСТ 166-89.																				
T22	Головка измерительная ИИГ ГОСТ 18833-73;																				
T23	Стойка С-III ГОСТ 10197-70; Микрометр МК Ц50-1 ГОСТ 6507-90;																				
P24												35	98	0,01	20	0,04	1500	100			
O25	5.Шлифовать Ø32 _{-0,062} .																				
O26	6.Выдерживать отклонения от радиального биения - 0,02 мм, 0,08																				
O27	0,05 мм, от цилиндричности - 0,008 мм.																				
T28	Оправка для шлифовального круга Ø203 ГОСТ 2270-78																				
OK																				162	

Дубл.																																				
Взам.																																				
Подл.																																				
																		3																		
																		ИШНПТ-1005.00.00.00	65																	
Р																			ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V										
T29	Шлифовальный круг П2 400×40×203 14А F36 СТЗ-ВТ ВФ 1кл ТУ																																			
T30	3982-003-01394573; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75;																																			
T31	Штангенциркуль ШЦ-II-150-0,05 ГОСТ 166-89.																																			
T32	Головка измерительная ИИГ ГОСТ 18833-73;																																			
T33	Стойка С-III ГОСТ 10197-70; Микрометр МК Ц50-1 ГОСТ 6507-90;																																			
P34																			32	20	0,01	20	0,04	1500	100											
O35	7.Шлифовать Ø26 _{-0,052} выдерживая размер 58±0,15 мм.																																			
O36	8.Выдерживать отклонения от радиального биения - 0,02 мм, 0,08																																			
O37	0,05 мм, от цилиндричности - 0,008 мм.																																			
T38	Оправка для шлифовального круга Ø203 ГОСТ 2270-78																																			
T39	Шлифовальный круг П2 400×40×203 14А F36 СТЗ-ВТ ВФ 1кл ТУ																																			
T40	3982-003-01394573; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75;																																			
T41	Штангенциркуль ШЦ-II-150-0,05 ГОСТ 166-89.																																			
T42	Головка измерительная ИИГ ГОСТ 18833-73;																																			
T43	Стойка С-III ГОСТ 10197-70; Микрометр МК Ц50-1 ГОСТ 6507-90;																																			
P44																			26	58	0,01	20	0,04	1500	100											
OK																			163																	

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

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

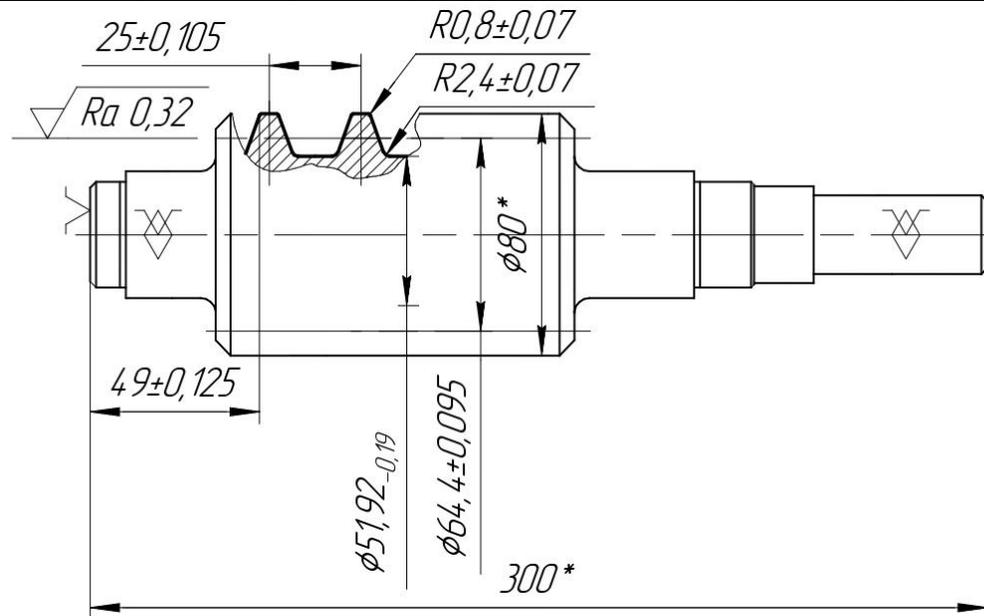
--	--	--	--	--	--	--	--

7

ТПУ

ИШНПТ-1005.00.00.00

075



* Размер для справок

Модуль	m	8
Число витков	Z_1	2
Вид червяка	-	ZA
Делительный угол подъема	γ	$14^\circ 2' 10''$
Направл. лин. витк.	-	
Исходный червяк		ГОСТ 19036-81
Козф. смещения	x	0
Степень точности	-	7G
Делит. толщ. по хорд. витк.	Sa_1	$11,99_{-0,05}$
Высота до хорды	ha_1	6,04
Делительный диаметр	d_1	64
Ход витка	Pz_1	50,24
Козф. диам. черв.	q	8
Межос. расстояние	a_w	192
Числ. зуб. сопряж. черв. кол.	Z_2	40

Дубл.														
Взам.														
Подп.														

														2	
											ИШНПТ-1005.00.00.00				75

Р						ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V
Р12							51,92	120	0,01	20	0,04	1900	30

Дубл.																				
Взам.																				
Подл.																				
														2	1					
Разраб.	Беннер А.Я.					ТПУ		ИШНПТ-1005.00.00.00								ИШНПТ 4А51				
Пров.	Ефременков Е.А.																			
								Червяк цилиндрический								080				
Н. контр.	Ефременкова С.К.																			
Наименование операции				Материал				Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры				МЗ	КОИ			
Контрольная				Сталь 45 ГОСТ 1050-88				50HRC		кг	4,89	Прокат Ø85×304				13,48	1			
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы				То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ								
Контрольный стол											2					-				
Р					ПИ	D или B		L	t	i	S	n	V							
O01	1.Контролировать размеры Ø26 ^{-0,052} мм, Ø32 ^{-0,062} мм, Ø35к6 мм, Ø80 ^{-0,074} мм, Ø42 ^{-0,062} мм, Ø51,92 ^{-0,074} мм, Ø64±0,095 мм,																			
T02	Ø25,6 ^{-0,084} мм.																			
O03	Микрометр МК Ц100-1 ГОСТ 6507-90;																			
T04	2. Контролировать размеры 120±0,68 мм, 40±0,31 мм, 20±0,26 мм,																			
O05	190±0,8 мм, 2±0,125 мм, 5±0,15 мм, 300 ^{-0,52} мм, 58±0,15 мм, 1±0,125 мм																			
O06	2,2±0,125 мм, 1,7±0,125 мм, 4 ^{-0,3} мм, 8 ^{+0,36} мм, 22 ^{-0,52} мм, Ø34,8 ^{-0,1} мм																			
T07	Штангенциркуль ШЦ-П-400-0,05 ГОСТ 166-89.																			
O08	3.Контролировать отклонения от радиального биения - 0,02 мм,																			
O09	0,08 мм, 0,05 мм, от цилиндричности - 0,008 мм.																			
T10	Головка измерительная ИИГ ГОСТ 18833-73;																			
T11	Стойка С-III ГОСТ 10197-70.																			
ОК																				168

Дубл.																
Взам.																
Подл.																

2

ИШНПТ-1005.00.00.00

080

Р		ПИ	D или В	L	t	i	S	n	V
O12	4. Контролировать угловые размеры $30^{\circ} \pm 1^{\circ}$, $20^{\circ} \pm 1^{\circ}$.								
T13	Угломер типа 1-2 ГОСТ 5378-88;								
O14	5.Контролировать размеры $R_{0,4} \pm 0,125$ мм, $R_5 \pm 0,15$ мм, $R_1 \pm 0,125$, $R_{0,2} \pm 0,125$ мм, $R_{0,8} \pm 0,07$ мм,								
O15	$R_{2,4} \pm 0,07$ мм.								
T16	Набор радиусных шаблонов ГОСТ 4126;								
O17	Контролировать шероховатость.								
T18	Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75;								
O19	Контролировать размер $0,2 \pm 0,125$ мм								
T20	Глубиномер ГМЦ25-1 ГОСТ 7470-92								

OK

169

Дубл.																		
Взам.																		
Подл.																		
																	1	1
Разраб.	Беннер А.Я.			ТПУ		ИШНПТ-1005.00.00.00						ИШНПТ 4A51						
Пров.	Ефременков Е.А.																	
Н. контр.	Ефременкова С.К.					Червяк цилиндрический						085						
Наименование операции				Материал		Твердость	EB	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИ					
Промывочная				Сталь 45 ГОСТ 1050-88		50 HRC	кг	4,89	Прокат Ø85×304			13,48	1					
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		T _о	T _в	T _{п.з.}	T _{шт.}		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 01279-00001																	
T02	Раствор по ТТП 01279-00001																	
OK																		

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
																1			1
Разраб.	Беннер А.Я.																		
Пров.	Ефременков Е.А.																		
Н. контр.	Ефременкова С.К.																		90
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИ								
Консервация		Сталь 45 ГОСТ 1050-88		50 HRC	кг	4,89	Прокат Ø85×304			13,48	1								
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ											
Стол упаковочный						8	12												
Р		ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V										
001	1.Консервировать детали по ТТП 60270-00001, вариант 14.																		
T02	Технический вазелин, парафинированная бумага																		
OK																			

ИШНПТ-1005.00.00.00

Перв. примен.

Справ. №

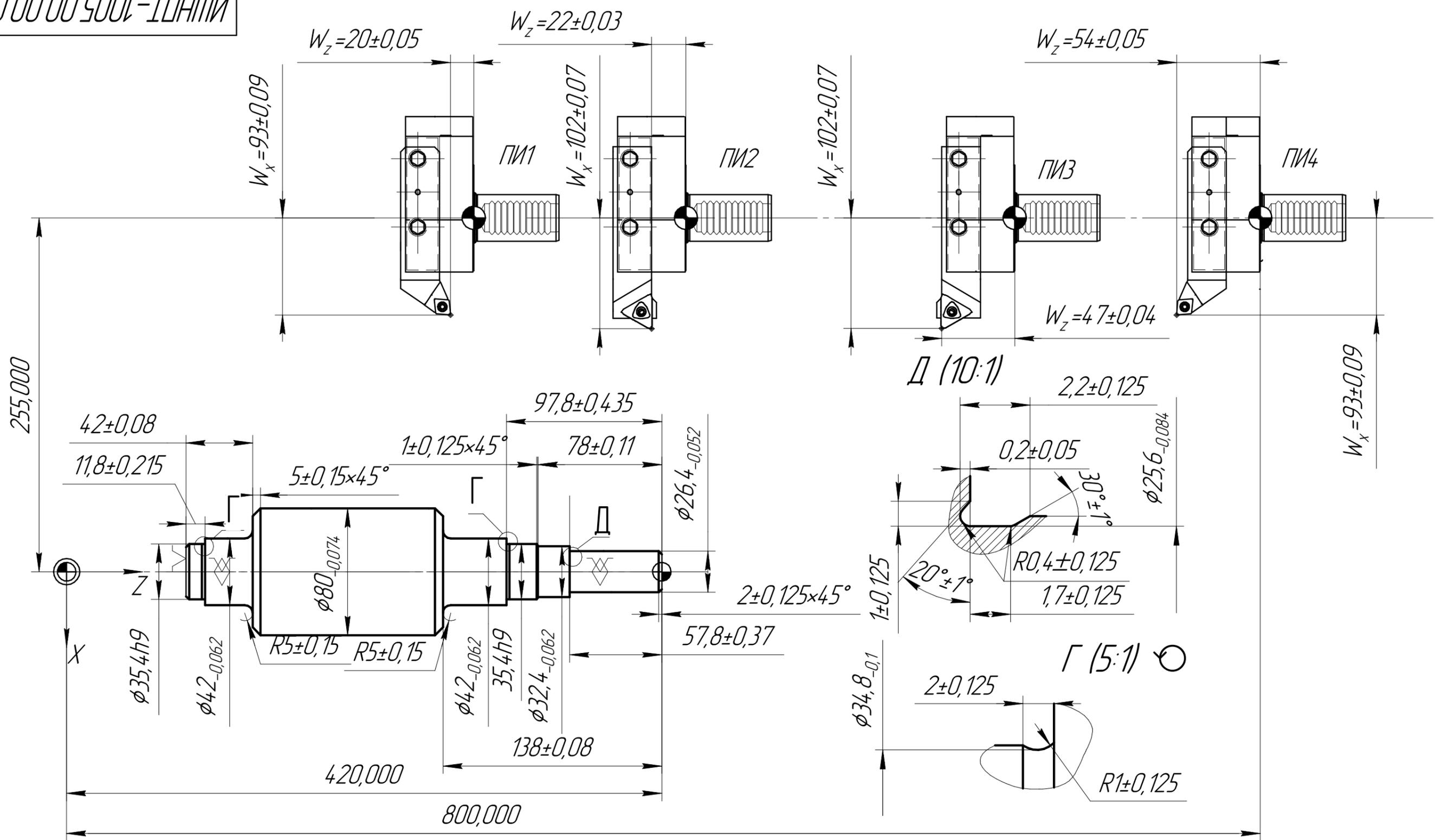
Подп. и дата

Инв. № дщл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.



- ⊕ - Ноль станка
- ⊕ - Ноль детали
- ⊕ - Ноль инструмента

				ИШНПТ-1005.00.00.00				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Карта наладки для токарной операции	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Беннер А.Я.					У		
Проб.	Ефременков Е.А.							
Т.контр.						Лист	Листов	1
Н.контр.	Ефременкова С.К.				ТПУ ИШНПТ Группа 4А51			
Утв.					Формат А3			

Копировал