

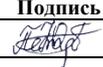
Школа: ИШНПТ
 Направление подготовки: 15.03.01 Машиностроение
 Отделение школы (НОЦ): материаловедение

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии изготовления центратора

УДК 621.81-2-047.84

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6Б	Петренко Юрий Игоревич		05.06.2020

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Арляпов Алексей Юрьевич	к.т.н		05.06.2020

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кашук Ирина Вадимовна	к.т.н, доцент		05.06.2020

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна			05.06.2020

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение	Ефременков Егор Алексеевич	к.т.н.		05.06.2020

Результаты обучения

Вый про	Результат обучения*
Общие по направлению подготовки (специальности)	
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире; умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции.
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.
P3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на машиностроительных и строительно-монтажных производствах.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, строительно-монтажного комплекса и в отраслевых научных организациях, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований
P7	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства
P8	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.

Профиль 3 (Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств)	
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.

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

Школа: ИШНПТ
 Направление подготовки (специальность): 15.03.01 Машиностроение
 Отделение школы (НОЦ): материаловедения

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

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

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

Студенту:

Группа	ФИО
4А6Б	Петренко Юрию Игоревичу

Тема работы:

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ «ЦЕНТРАТОР»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№59-67/с от 28.02.2020

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

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

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

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Анализ технологичности детали, разработка маршрута обработки, размерный анализ, выбор оборудования и инструмента, подбор режимов резания, расчет норм времени, разработка дополнительной оснастки, финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение, социальная ответственность.</p>
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Чертеж детали центратор, размерная схема, чертеж резьбовой оправки 1, чертеж цилиндрической, резьбовой оправки 2, операционные карты технологического процесса.</p>

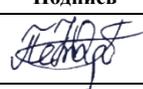
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Технологическая часть</p>	<p>Арляпов А.Ю.</p>
<p>Конструкторская часть</p>	<p>Арляпов А.Ю.</p>
<p>Финансовый менеджмент и ресурсоэффективность</p>	<p>Кашук И. В.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Черемискина М. С.</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p> </p>	
<p> </p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>16.12.2019</p>
--	-------------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Арляпов Алексей Юрьевич	к.т.н.		16.12.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6Б	Петренко Юрий Игоревич		16.12.2019

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 115 страниц, 20 рисунков, 25 таблиц, 35 источников литературы. Ключевые слова: центратор, технологический процесс изготовления, режимы резания, нормы времени, титан, ВТ6.

Объект исследования – технология машиностроения.

Целью выпускной квалификационной работы является: разработка технологического процесса изготовления детали «центратор».

В результате работы был произведен технологический анализ детали, составлен маршрут обработки. Разработан технологический процесс изготовления детали - центратор, произведён размерный анализ технологического процесса. Рассчитаны режимы и силы резания обработки. Подобрано оборудование, необходимое для изготовления центратора, и инструмент, которым будет производится обработка. Также спроектирована технологическая оснастка, необходимая для базирования детали на станках. Рассчитаны силы закрепления, с которыми закрепляется деталь в оснастке. Составлена операционная карта технологического процесса.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	9
1.ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	10
1.1 ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ.....	10
1.2 НАЗНАЧЕНИЕ ДЕТАЛИ И АНАЛИЗ ЧЕРТЕЖА	11
1.3 АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ.....	12
1.4 ВЫБОР ЗАГОТОВКИ.....	15
1.5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА ПРОИЗВОДСТВА	18
1.6 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЦЕНТРАТОРА.....	22
1.7 РАЗМЕРНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА	28
1.7.1 НАЗНАЧЕНИЕ ДОПУСКОВ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАЗМЕРЫ	30
1.7.2 ВЫЧИСЛЕНИЕ МИНИМАЛЬНЫХ ПРИПУСКОВ НА ОБРАБОТКУ	35
1.7.3 РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ	36
1.8 ВЫБОР ГЕОМЕТРИИ И МАТЕРИАЛОВ РЕЖУЩЕЙ ЧАСТИ ИНСТРУМЕНТОВ	40
1.9 ВЫБОР РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ СТАНКОВ И ИНСТРУМЕНТОВ	45
1.9.1 ВЫБОР СТАНКОВ И ИНСТРУМЕНТА	45
1.9.2 РАСЧЕТ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ И СИЛ РЕЗАНИЯ	47
1.10 ВЫБОР КОМПЛЕКТА МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	56
1.11 НОРМИРОВАНИЕ.....	57
1.12 ВЫВОДЫ ПО РАЗДЕЛУ	60
2 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	61
2.1 ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И РАБОТЫ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ.....	61
2.2 РАСЧЕТ СИЛЫ ЗАКРЕПЛЕНИЯ	63
2.3 ВЫВОДЫ ПО РАЗДЕЛУ	67
3 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	68
3.1 Общие положения	70
3.2. Расчет затрат по статье «Сырье и материалы».....	72
3.3 Расчет затрат по статье «Покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты»	72
3.4 Расчет затрат по статье «Возвратные отходы».....	73
3.5 Расчет затрат по статье «Основная заработная плата производственных рабочих»	73
3.6 Расчет затрат по статье «Дополнительная заработная плата производственных рабочих»	75
3.7 Расчет затрат по статье «Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды»	75
3.8 Расчет затрат по статье «Погашение стоимости инструментов и приспособлений целевого назначения»	76
3.9 Расчет затрат по статье «Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования»	76
3.10 Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы»	81
3.11 Расчет затрат по статье «Технологические потери»	82

3.12	Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы»	82
3.13	Расчет затрат по статье «Потери брака»	83
3.14	Расчет затрат по статье «Прочие производственные расходы»	83
3.15	Расчет затрат по статье «Расходы на реализацию»	83
3.16	Расчет прибыли	84
3.17	Расчет НДС	84
3.18	Цена изделия	84
4	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	85
4.1	Введение	87
4.1.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	88
4.1.2	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	89
4.2	Производственная безопасность	90
4.2.1	Воздействие неподвижных режущих, колющих, обдирающих, разрывающих частей твердых объектов при соприкосновении с рабочим	91
4.2.2	Отклонение показателей микроклимата	91
4.2.3	Опасность поражения электрическим током	92
4.2.4	Отсутствие или недостаток освещения	93
4.2.5	Превышение уровня шума и вибраций	94
4.2.6	Струи жидкости, воздействующие на организм работающего при соприкосновении с ним	94
4.3	Экологическая безопасность	95
4.4	Безопасность при чрезвычайных ситуациях	97
	Выводы по разделу	99
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	100
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	101
	Приложение А	104

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время не смотря на высокую степень автоматизации производства, проектирование технологических процессов остаётся актуальным. Правильно спроектированный и рассчитанный технологический процесс позволяет сэкономить время и ресурсы предприятия на производстве изделия. Помогает адаптироваться под научно-технический прогресс, в частности, применять гибкие производственные системы, станки с ЧПУ, обрабатывающие центры и новейший инструмент.

Целью данной выпускной квалификационной работы является проектирование технологического процесса изготовления детали – «Центратор».

В процессе разработки технологии изготовления центратора были решены следующие задачи:

- технологический контроль чертежа и анализ технологичности конструкции;
- разработка технологического маршрута;
- размерный анализ;
- уточнение оборудования и инструмента;
- назначение режимов резания;
- расчет норм времени;
- спроектировать необходимую технологическую оснастку;

ВКР состоит из 4-х разделов:

- 1) технологическая часть;
- 2) конструкторская часть;
- 3) экономическая часть;
- 4) социальная часть.

1.2 НАЗНАЧЕНИЕ ДЕТАЛИ И АНАЛИЗ ЧЕРТЕЖА

Центратор - вспомогательный буровой инструмент, служит для центрации более ровного ствола скважины (поддерживает ось вала в центре поперечного сечения), для того чтобы долото при бурении не сместилось немного в сторону и потом не возникли сложности при обсадке. Центратор изготавливается из титанового сплава, имеет три лопасти расположенных вдоль образующих корпуса. Устанавливается как правило сразу после долота или через одну штангу, иногда при бурении применяют два центратора.

Корпус центратора является телом вращения, тонкостенный цилиндр с лопастями.

Изделие применяется в геолокации бурильной головки.

Рабочий чертеж обрабатываемой детали должен содержать все необходимые сведения, дающие полное представление о детали, то есть все проекции, разрезы и сечения, совершенно четко и однозначно объясняющие её конфигурацию и возможные способы получения заготовки. На чертеже указывают все размеры с необходимыми допусками, шероховатостью поверхностей, допускаемыми отклонениями от правильных геометрических форм, а также взаимное положение поверхностей. Чертеж должен содержать все необходимые сведения о материале детали, термической обработке, применяемых защитных и декоративных покрытий, весе детали и т. п.

Все перечисленные выше требования предъявляем к рассматриваемому чертежу «Центратора». Согласно требованиям, на чертеже проставлены все необходимые диаметры и линейные размеры, с учетом необходимых допусков. Размеры без конкретных допусков выполняются по техническим требованиям ОСТ4 Г0.070.014.

1.3 АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ

Конструкция изделия должна быть технологична. Принцип технологичности заключается в том, что изделие должно быть удобно при:

- а) эксплуатации;
- б) ремонте;
- в) изготовлении.

Основные задачи, решаемые при анализе технологичности конструкции вала, сводятся к возможному уменьшению трудоемкости и металлоемкости, возможности обработки детали высокопроизводительными методами.

Деталь представляет из себя цилиндр с лопатками по периферии. Обработку детали можно производить на универсальных станках или на станках с ЧПУ стандартным инструментом, так как обрабатываемые поверхности доступны для инструмента. При обработке детали используется:

Точение – точением получается наружный диаметр центратора 104 мм и происходит подготовка уступов;

Сверление и растачивание – данными методами обработки получается сквозное отверстие 39,325 мм;

Фрезерование – фрезерование формирует окончательный контур лопастей и закрытый паз.

Требования к шероховатости общая Ra 6,3 мкм. Для получения требуемого качества поверхности необходимо провести черновую и чистовую обработку данных поверхностей.

Конфигурация изделия обеспечивает легкое удаление стружки.

Особо точных поверхностей нет, жестких требований к размеру кроме диаметра $39,325 \pm 0,025$ – нет.

Требования, касающиеся погрешностей формы и расположения поверхностей, отсутствуют.

Есть сложность в обработке лепестков на фрезерном станке.

Из-за выбранной технологии точение и фрезерование происходит в два этапа. Обрабатывается одна половина цилиндра, затем другая с перекрытием в 1 мм.

Термической обработки нет.

Материал из которого изготавливается деталь – сплав ВТ6. Материал назначил конструктор.

Титан является труднообрабатываемым материалом. Его свойства усложняют процесс резания даже в сравнении с обработкой таких материалов, как чугун и нержавеющая сталь. Однако при условии тщательного планирования процесса с применением глубоких знаний в данной области и использованием инструмента/оснастки, оптимизированных для обработки титана, существует возможность обратить специфические свойства данного материала в преимущество.

Механические свойства титановых сплавов и их влияние на режущий инструмент отражены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Свойства [3]

Свойства	Влияние на режущий инструмент
Сохраняет прочность при относительно высокой температуре	Высокие силы и температуры в зоне резания
Небольшая толщина стружки, узкая область контакта по передней поверхности	Концентрация сил резания, подача ниже среднего значения
Низкая теплопроводность	Требуется высокая красностойкость Большая зависимость от скорости/подачи
Цикличность стружкообразования – переменные силы резания	Склонность к вибрациям

Химическая активность по отношению к инструментальному материалу	Лункообразование
Высокое содержание карбидов	Износ по задней поверхности

Оценим конструкцию детали на технологичность:

1. Деталь состоит из стандартных и унифицированных конструктивных элементов: диаметральных, линейных и угловых размеров. Это способствует использованию стандартных режущих и измерительных инструментов.

2. Деталь имеет точность и шероховатость, которые можно получить стандартным унифицированным инструментом при стандартном технологическом процессе.

3. Имеются не технологичные фрезерные операции, где есть ограничения по ширине фрезерования (не более 50 мм).

4. Очень много основного времени затрачивается на фрезерную обработку.

5. Все обрабатываемые поверхности имеют свободный подвод и отвод режущего инструмента, за исключением паза, который является закрытым. Для его обработки можно использовать концевую фрезу. Наименьший диаметр фрезы 4 мм.

6. Все шероховатости, обозначенные на чертеже, соответствуют данным квалитетам точности, а это также является одним из условий технологичности.

7. Материал детали титан, а это труднообрабатываемый материал.

8. Более 85 % материала заготовки уходит в стружку.

В целом деталь нетехнологична, так как много материала приходится снимать, значительная степень основного времени обработки уходит на фрезерование концевой фрезой.

1.4 ВЫБОР ЗАГОТОВКИ

Технический прогресс в машиностроении привёл к появлению новых труднообрабатываемых материалов, обладающих высокой удельной прочностью, жаропрочностью, коррозионной стойкостью, пассивностью по отношению к органическим и многим неорганическим кислотам и другими специальными свойствами. Видное место среди них принадлежит титановым сплавам, которые обладают целым комплексом важных физических, механических и химических свойств, выгодно отличающих их от сплавов на основе железа, никеля, магния, алюминия и других металлов.

Особенности, обусловленные физико-химическими свойствами титановых сплавов, являются причиной трудности их обработки резанием, которая связана с интенсивным изнашиванием инструмента, снижением производительности обработки и достижением требуемого качества поверхностного слоя деталей.

Вопросы высокопроизводительной механической обработки титановых сплавов приобрели в настоящее время особую актуальность в связи с расширением их области применения. Широкое внедрение изделий из титановых сплавов пока сдерживается их сравнительно высокой стоимостью. Высокоскоростная обработка титановых сплавов имеет ряд особенностей, которые связаны со строгим подбором инструментального материала, характеристик режимов резания и точным регламентом работы режущего инструмента.

В условиях серийного производства заготовка должна решать задачу минимизации издержек на изготовление заготовки и ее последующую механообработку. Заготовка должна быть приближена к форме детали таким образом, чтобы величины припусков и их колебания были минимальны. К тому же метод формообразования должен быть производительным.

Основные методы получения заготовок:

- литьё;

- обработка давлением;
- отрезкой из проката;
- порошковая металлургия;
- комбинированные способы.

Разрабатывать и использовать печи с защитной средой – экономически не целесообразно при небольшой программе выпуска. Использовать оснастку, штампы дорого. Применять порошковую металлургию эффективно если изделие простой формы, такие как кулачки храповиков, вкладыши, поршневые кольца (в основном без механической обработки).

Недостатки порошкового метода получения заготовки, необходимо спекать в защитной среде, сравнительно высокая стоимость металлических порошков, необходимость применять чистые исходные порошки. Сложность и трудоёмкость получения спеченных изделий в компактном (безпористом) состоянии. Комбинированный способ – не приемлем для данного типа изделия

Выполнение детали из прутка – будет удовлетворять всем вышеперечисленным требованиям.

Титан и сплавы на его основе характеризуются весьма благоприятным сочетанием механических, физических и химических свойств, главными из которых являются значительная прочность, небольшой удельный вес и способность противостоять коррозии.

BT6 – титановый сплав. Буква "В" - преобладание ванадия в качестве легирующего элемента.

Химический состав сплава BT6 в % материала ГОСТ 19807 - 91, приведен в таблице 1.2.

Таблица 1.2

Элемент	Содержание, %
Fe	до 0.6
C	до 0.1
Si	до 0.1
V	3.5 - 6
N	до 0.05
Ti	86.45 - 90.9
Al	5.3 - 6.8
Zr	до 0.3
O	до 0.2
H	до 0.015
Примесей	прочих 0.3

Примечание: Ti - основа; процентное содержание Ti дано приблизительно.

Механические свойства сплава BT6 при T=20°C

Таблица 1.3

	σ_B (МПа)	δ_5 (%)	НВ	КСУ (кДж / м ²)
Прокат	1100-1250	6	293 - 361 МПа	300

Обозначения: Механические свойства:

σ_B - Предел кратковременной прочности, [МПа]

δ_5 - Относительное удлинение при разрыве,

КСУ - Ударная вязкость, [кДж/м²]

НВ - Твердость по Бринеллю, [МПа]

Таблица 1.4 – Свойства титановых сплавов зарубежного производства [3]

Обозначение	Предел прочности Н/мм ²	Твердость НВ	Удельная сила резания k_c , МПа
α - β -сплав			
Ti-6Al-4V	900	310-350	1700

С учетом технологических свойств материала детали, её габаритов, требований к механическим свойствам, а также типа производства, выбираем в качестве исходной заготовки прутки, диаметром 110 мм по ГОСТ 26492-85.

1.5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА ПРОИЗВОДСТВА

Для того, чтобы правильно составить окончательный технологический процесс, выбрать оборудование и оснастку, необходимо определить тип производства.

$$K_{30} = \frac{t_d}{t_{шс}} [2];$$

Где t_d - такт выпуска деталей, а $t_{шс}$ - среднее штучное время операций.

Такт выпуска деталей:

$$t_d = \frac{60\Phi_d}{N} = \frac{60 \cdot 1970 \cdot 2}{400} = 591 \text{ мин. [2]}$$

Фонд времени взят годовой для двухсменного режима работы [6]. В таблице 1.5 представлен предварительный маршрут обработки детали, чтобы определить тип производства.

Таблица 1.5 – Маршрут обработки

Позиция	Тип операции	Описание
1	Отрезная	Отрезать заготовку Ø110 мм
2	Токарная	Подрезать торец Ø110 мм
3		Точить заготовку в размеры Ø104 мм и длину половина изделия(50 мм)
4		Точить заготовку в размеры Ø45 мм и длину буртик(7 мм)
5		Сверление
6	Сверление	Сверлить спиральным сверлом Ø15 мм и длиной 105 мм
7	Расверливание	Расверливать отверстие до Ø30мм
8	Растачивание	Растачивать отверстие Ø30мм до Ø39,3мм
9	Токарная	Снять фаску 0,5x45°
10		Подрезать торец Ø110 мм

11		Точить заготовку в размеры $\varnothing 104$ мм и длину половина изделия(50 мм)
12		Точить заготовку в размеры $\varnothing 45$ мм и длину буртик(7 мм)
13		Снять фаску $0,5 \times 45^\circ$
14	Фрезерная с ЧПУ	Фрезеровать контур, ширина фрезерования 43 мм
15		Фрезеровать контур, ширина фрезерования 43 мм
16		Фрезеровать контур окончательно длиной 86 мм
17		Фрезеровать 3 паза 70 мм

Для того, чтобы получить штучное время операции необходимо узнать предварительно основное время по эмпирическим формулам [9],

Расчеты времени производятся по порядку составленного предварительно технологического процесса. Результаты расчетов и сами формулы представлены в таблице 1.6.

Таблица 1.6 – Результаты расчетов

Позиция	Тип обработки	Формула	d,мм	D,мм	l,мм	T,мин
1	Отрезка	$0,00019D^2$	-	110	-	2,29
2	Подрезка торца	$0,000037(D^2 - d^2)$	0	110	-	0,448
3	Точение	$0,00017dl$	-	104	50	0,884
4		$0,00017dl$	-	45	7	0,054
5	Сверление	$0,00052dl$	4	-	5	0,01
6		$0,00052dl$	15	-	105	0,819
7	Рассверливание	$0,00031dl$	30	-	105	0,976
8	Растачивать	$0,00018dl$	39,3	-	105	0,743
9	Точить фаску	$0,000037(D^2 - d^2)$	39,35	40,35	-	0,00295
10	Подрезка торца	$0,000037(D^2 - d^2)$	0	110		0,448
11	Точение	$0,00017dl$	-	104	50	0,884
12		$0,00017dl$	-	45	7	0,054
13	Точить фаску	$0,000037(D^2 - d^2)$	39,35	40,35	-	0,00295
14	Фрезерование	$0,0071 \cdot l \cdot 3$	-	-	1700	35,7
15		$0,0071 \cdot l \cdot 3$	-	-	1700	35,7
16		$0,0071 \cdot l \cdot 3$	-	-	203,34	4,27
17		$0,0071 \cdot l \cdot 3$	-	-	200	4,2

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса, [9]:

$$t_{\text{шс}} = \sum_{i=1}^n \frac{t_{\text{ши}}}{n} = \frac{16,318}{3} + \frac{146,961}{3} = 54,43 \text{ мин};$$

где $t_{\text{ши}}$ – штучное время i -ой операции изготовления детали;

n – число основных операций в технологическом процессе.

Штучное время каждой операции определяется как:

$$t_{\text{ш}} = \varphi_{\text{к}} \cdot T_0,$$

где $\varphi_{\text{к}}$ – коэффициент, зависящий от вида станка, которые можно выбрать из таблицы 2 [9];

T_0 – основное технологическое время, рассчитываемое по формулам, приведенным в таблице 3 [9]. Для токарного станка значение коэффициента $\varphi_{\text{к}} = 2,14$, для фрезерного $\varphi_{\text{к}} = 1,84$.

Сумма токарных операций:

$$t_{\text{ш.ток}} = 2,14 \cdot 7,625 = 16,318$$

$$t_{\text{ш.фрез}} = 1,84 \cdot 79,87 = 146,961$$

Коэффициент закрепления операций:

$$K_{\text{зо}} = \frac{t_{\text{д}}}{t_{\text{шс}}} = \frac{591}{54,43} \approx 10,86$$

Полученное значение соответствует среднесерийному типу производства.

Определим количество деталей в партии. Для этого зададим периодичность запуска $a = 6$ дней.

$$n = \frac{Na}{254} = \frac{400 \cdot 6}{254} = 9,45$$

Скорректируем размер партии. Определяем расчетное число смен на обработку всей партии деталей:

$$c = \frac{t_{\text{шс}} \cdot n}{476 \cdot 0,8} = \frac{54,43 \cdot 9,45}{476 \cdot 0,8} = 1,35$$

Округляем до целого числа, т.е. $C_{\text{пр}} = 2$.

Определим количество деталей в партии, которые необходимы для загрузки оборудования в течение целого числа смен:

$$n_{\text{пр}} = \frac{476 \cdot 0,8 \cdot c_{\text{пр}}}{t_{\text{шс}}} = \frac{476 \cdot 0,8 \cdot 2}{54,43} = 14$$

где 476 – действительный фонд времени работы оборудования в смену, мин; 0,8 – нормативный коэффициент загрузки станков в серийном производстве.

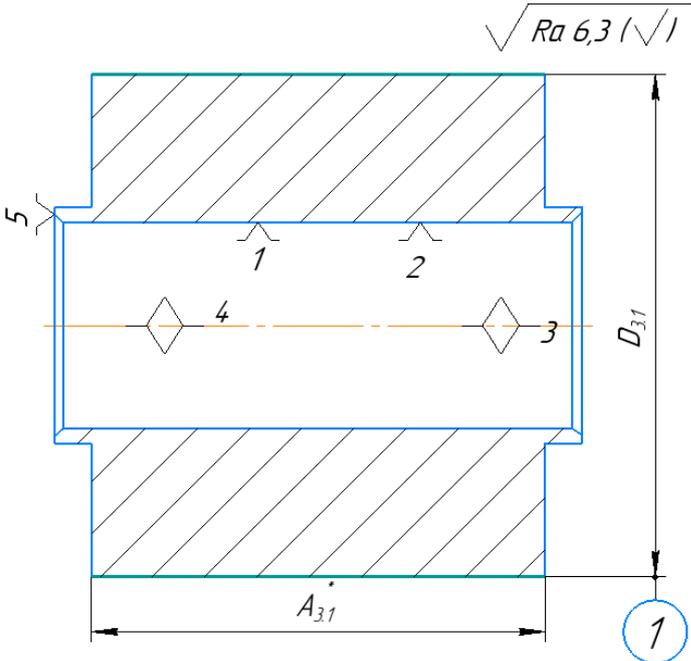
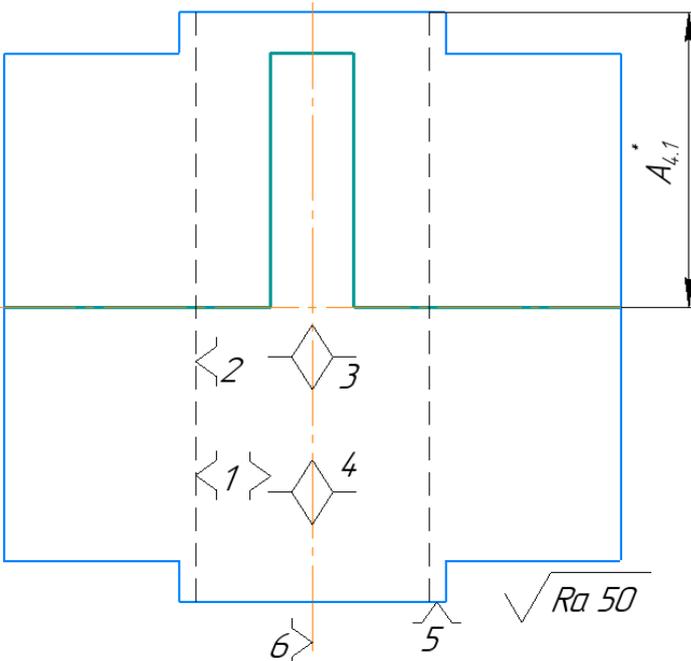
1.6 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЦЕНТРАТОРА

Маршрут технологии изготовления детали предоставлен в таблице 1.7
 Маршрут технологии включает в себя схему базирования заготовки на каждой операции, обрабатываемые поверхности, требуемые к получению технологические размеры, а также текста переходов и их эскизы.

Таблица 1.7– Технологический процесс

Номер операции	Наименование операций и содержание переходов	Операционный эскиз
0	<p>Отрезная</p> <p>1.Отрезать заготовку от прутка диаметром $D_{0.1}$ выдерживая длину $A_{0.1}$</p>	
1	<p>Токарная с ЧПУ</p> <p>Переход 1: Подрезать торец 1, выдерживая длину $A_{1.1}$</p> <p>Переход 2: Точить поверхность 2, до диаметра $D_{1.2}$, выдерживая длину $A_{1.2}^*$</p> <p>Переход 3: Рабочий ход 1 Точить поверхность 3 предварительно, до диаметра $D_{1.3.1}$, выдерживая длину $A_{1.3}$</p>	

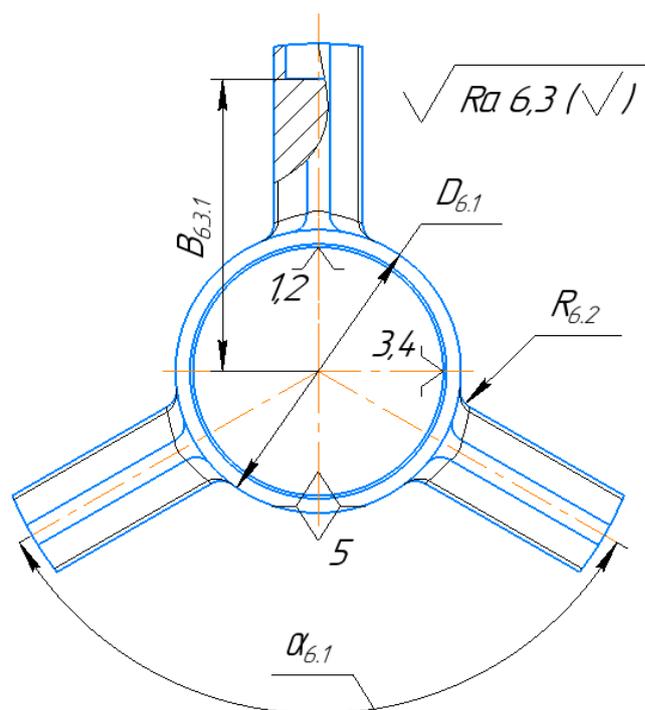
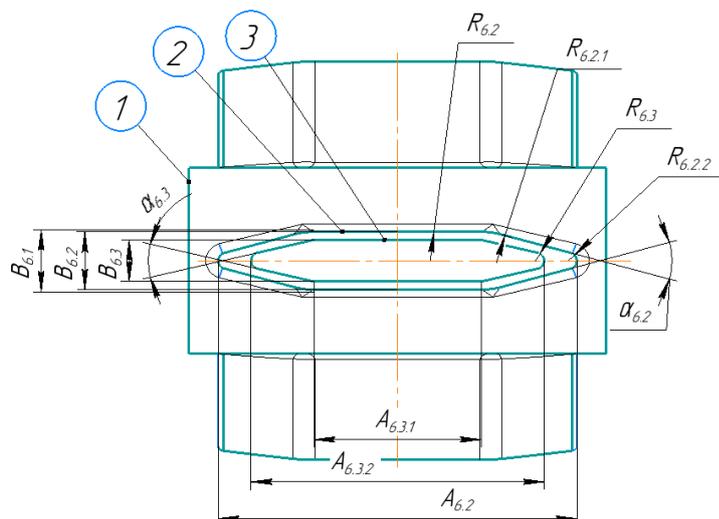
Номер операции	Наименование операций и содержание переходов	Операционный эскиз
1	<p>Рабочий ход 2 Точить поверхность 3 окончательно, до диаметра D1.3, выдерживая длину A1.3 Переход 4: Сверлить центровочное отверстие D1.4.1. Переход 5: Сверлить до диаметра D1.4.2. Переход 6: Расверливать до диаметра D1.4.3. Переход 7: Растачивать отверстие до диаметра D1.4.4. Переход 8: Растачивать отверстие до диаметра D1.4.5. Переход 9: Точить фаску в размер A1.5</p>	<p>The sketch shows a shaft with a chamfer of 5 mm at the left end. The diameters are labeled D_{1.1}, D_{1.2}, D_{1.3}, D_{1.4.1}, D_{1.4.2}, D_{1.4.3}, D_{1.4.4}, and D_{1.4.5}. The lengths are labeled A_{1.1}, A_{1.2}, A_{1.3}, and A_{1.5}. A surface texture symbol $\sqrt{Ra\ 6,3\ (\sqrt{I})}$ is shown on the top surface. Circled numbers 1, 2, 3, and 5 indicate specific features or surfaces.</p>
2	<p>Токарная с ЧПУ Переход 1: Подрезать торец 1, выдерживая длину A2.1 Переход 2: Точить поверхность 2, до диаметра D2.2, выдерживая длину A2.2* Переход 3: Рабочий ход 1 Точить поверхность 3 предварительно, до диаметра D2.3.1, выдерживая длину A2.3 Рабочий ход 2 Точить поверхность 3 окончательно, до диаметра D2.3, выдерживая длину A2.3 Переход 4: Точить фаску в размер A2.4</p>	<p>The sketch shows a shaft with a chamfer of 5 mm at the left end. The diameters are labeled D_{2.2} and D_{2.3}. The lengths are labeled A_{2.1}, A_{2.2}, A_{2.3}, and A_{2.4}. A surface texture symbol $\sqrt{Ra\ 6,3\ (\sqrt{I})}$ is shown on the top surface. Circled numbers 1, 2, and 3 indicate specific features or surfaces.</p>

Номер операции	Наименование операций и содержание переходов	Операционный эскиз
3	<p>Токарная с ЧПУ</p> <p>1.Точить поверхность 1, до диаметра $D_{3.1}$, выдерживая длину $A_{3.1}^*$</p>	 <p>Operational sketch for operation 3. The part is a cylindrical component with diameter $D_{3.1}$ and length $A_{3.1}^*$. The outer surface is labeled 1. Internal features include a chamfered edge (5), a groove (2), a hole (3), and a hole (4). The surface roughness of the hole (3) is $\sqrt{Ra\ 6,3}$. A circled number 1 is located at the bottom right of the sketch.</p>
4	<p>Фрезерная с ЧПУ</p> <p>Рабочих ходов 27:</p> <p>Фрезеровать поверхность 1 по контуру, выдерживая ширину $B_{4.1}$, радиус $R_{4.1}$, угол $\alpha_{4.1}$ и диаметр $D_{4.1}$, на ширину фрезерования $A_{4.1}^*$</p>	 <p>Operational sketch for operation 4. The part is a stepped cylindrical component with width $B_{4.1}$ and length $A_{4.1}^*$. The top surface is labeled 1. Internal features include a chamfered edge (2), a hole (3), a hole (4), a chamfered edge (5), and a chamfered edge (6). The surface roughness of the hole (3) is $\sqrt{Ra\ 50}$.</p>

Номер операции	Наименование операций и содержание переходов	Операционный эскиз
5	<p>Фрезерная с ЧПУ Рабочих ходов 27: Фрезеровать поверхность 1 по контуру, выдерживая ширину $B_{5.1}$, радиус $R_{5.1}$, угол $\alpha_{5.1}$ и диаметр $D_{5.1}$, на ширину фрезерования $A_{5.1}^*$</p>	

Номер операции	Наименование операций и содержание переходов	Операционный эскиз
6	<p>Фрезерная с ЧПУ</p> <p>Позиция 1</p> <p>Переход 1: Фрезеровать контур 1, выдерживая ширину $B_{6.1}$ и диаметр $D_{6.1}$</p> <p>Переход 2: Фрезеровать контур 2, выдерживая размеры $A_{6.1.1}$, $A_{6.2}$, $B_{6.2}$, $\alpha_{6.2}$ радиусы $R_{6.2}$, $R_{6.2.1}$, $R_{6.2.2}$</p> <p>Фрезеровать контур 3, выдерживая размеры $A_{6.3.1}$, $A_{6.3.2}$, $B_{6.3}$, $B_{6.3.1}$, $\alpha_{6.3}$, $R_{6.3}$</p> <p>Позиция 2</p> <p>Поворот оправки на $\alpha_{6.1}$ и повторение переходов 1,2,3</p>	

Позиция 3
 Поворот оправки на $\alpha_{6.1}$ и
 повторение переходов 1,2,3



7	Слесарная Острые кромки притупить	
8	Контроль	

1.7 РАЗМЕРНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

После составленной технологии изготовления строится схема размерных цепей (рис. 1.7.1, 1.7.2). Схема размерных цепей содержит технологические и конструкторские размеры, а также припуски на обработку. Проверка размеров и припусков будет осуществляться в ходе работы. Для определения уменьшающих и увеличивающих звеньев и замыкающего звена, строится граф дерево на базе размерной схемы. Граф схема размерных цепей изготовления центратора представлена на рисунке 1.7.3.

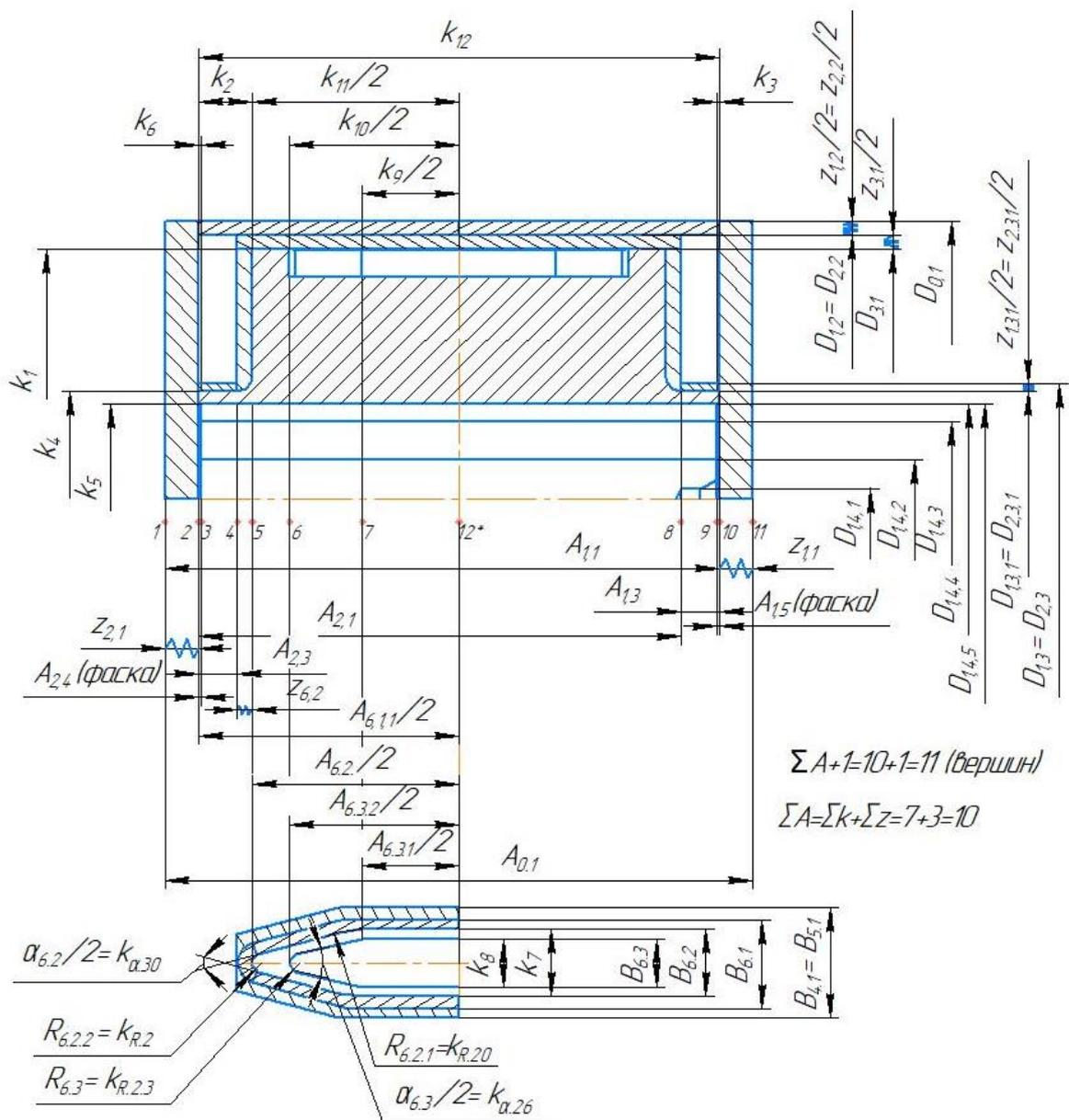


Рисунок 1.7.1 – Схема размерных цепей

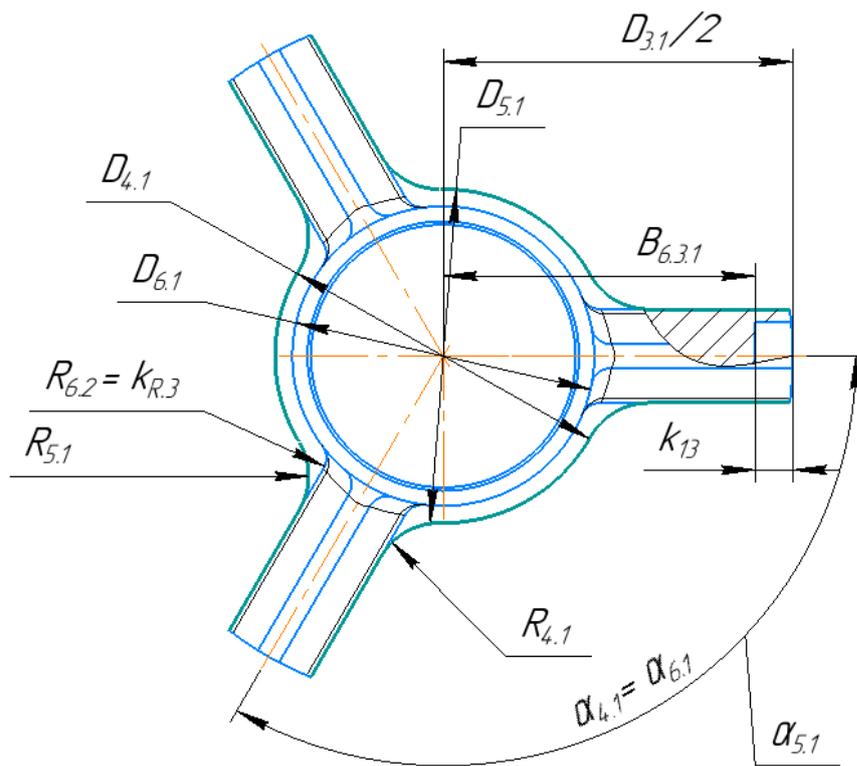


Рисунок 1.7.2 – Схема размерных цепей

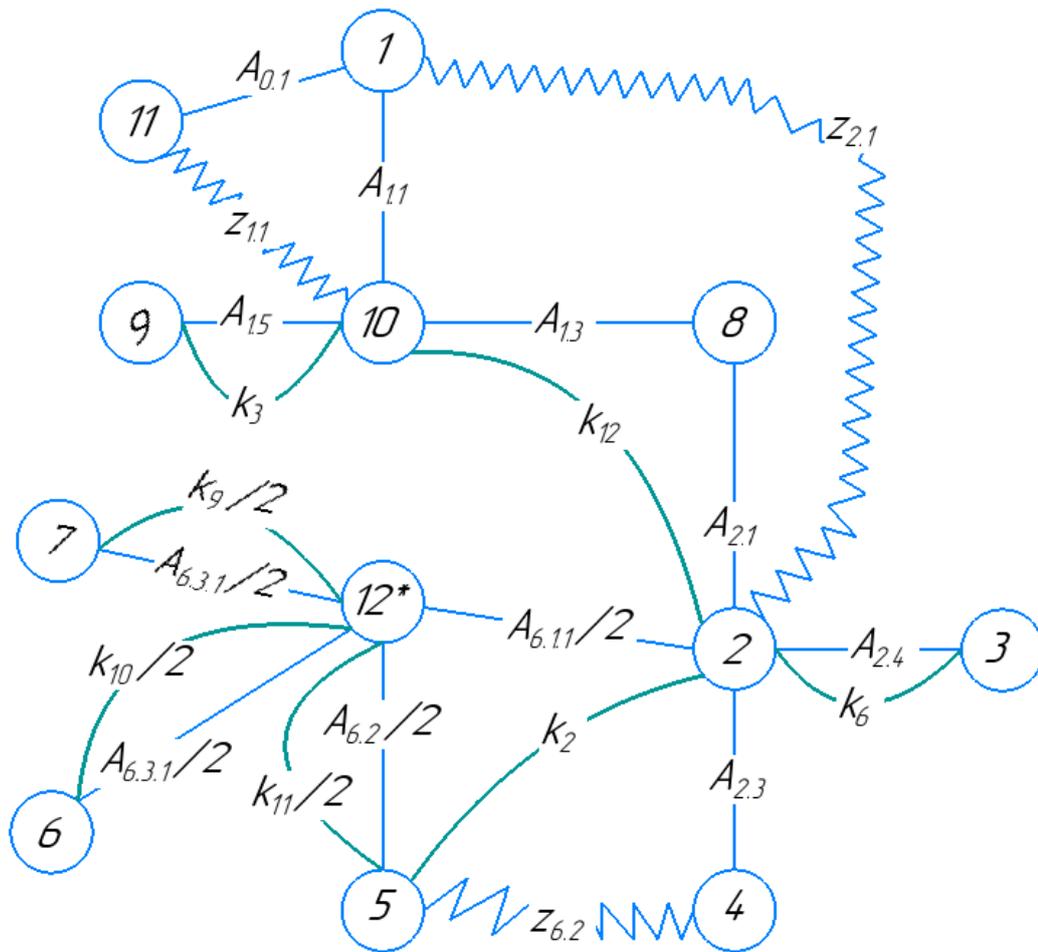


Рисунок 1.7.3 – Граф схема размерной цепи

1.7.1 НАЗНАЧЕНИЕ ДОПУСКОВ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАЗМЕРЫ

Допуски размеров исходной заготовки находятся по соответствующим стандартам и справочным материалам. Допуски размеров, получаемых на операциях механической обработки, определяются с использованием таблиц точности [1].

Допуски определяются по формуле:

$$TA_i = w_{ci} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i,$$

где w_{ci} – статистическая погрешность, мм;

ρ_{i-1} – погрешность формы, полученная на предыдущем переходе, мм;

ε_i , – погрешность установки, мм.

При определении допуска следует соблюдать несколько правил:

- допуски на диаметральные размеры, а также допуски на расстояния между поверхностями, обработанными с одной установки, могут быть приняты равными статистической погрешности;
- допуски на расстояние (A_i) между обработанной поверхностью и технологической базой в общем случае могут быть определены по формуле, написанной выше. [1]

Например, на заготовительной операции статистическая погрешность на осевой размер при отрезке ленточными пилами составляет от 2 до 5 мм, принимаю 3 мм. Половина этой погрешности переходит в погрешность расположения (увод пилы будет приводить к отклонению от перпендикулярности торца относительно оси цилиндра) на переходе 1,1, так как 3 мм принимается как погрешность на оба торца:

$$T_{A_{0,1}} = \omega_{A_{0,1}} + \rho + \varepsilon = 3 \text{ мм};$$

$$T_{A_{1,1}} = \omega_{A_{1,1}} + \rho + \varepsilon = 0,3 + 1,5 + 0,12 = 1,92 \text{ мм}.$$

В таблицах 5-6 приведены допуски на осевые и диаметральные размеры согласно [1]. Размеры имеют буквенные обозначения: А – размеры в осевом направлении, D – в диаметральном, В – прочие, R – радиусный, α – угловые.

Таблица 1.8 – Значения допусков осевых размеров

Размер	w_{ci} , мм	ρ_{i-1} , мм	ε_i , мм	TA_i , мм	Допуск по чертежу ТК, мм
$A_{0.1}$	2,5	0,38	0,12	3	-
$A_{1.1}$	0,3	1,5	0,12	1,92	-
$A_{1.3}$	0,05	-	-	0,05	-
$A_{1.5}$	0,3	-	-	0,3	0,4
$A_{2.1}$	0,12	-	-	0,12	-
$A_{2.3}$	0,05	-	-	0,05	-
$A_{2.4}$	0,3	-	-	0,3	0,4
$A_{6.1.1}$	0,2	-	-	0,2	0,22
$A_{6.2}$	0,2	-	-	0,2	0,35
$A_{6.3.1}$	0,2	-	-	0,2	0,3
$A_{6.3.2}$	0,2	-	-	0,2	0,3
$B_{4.1}$	0,2	-	-	0,2	-
$B_{5.1}$	0,2	-	-	0,2	-
$B_{6.1}$	0,2	-	-	0,2	-
$B_{6.2}$	0,2	-	-	0,2	0,215
$B_{6.3}$	0,15	-	-	0,15	0,15
$B_{6.3.1}$	0,1	-	-	0,01	-

Таблица 1.9 – Значения допусков диаметральных и радиусных размеров

Размер	w_{ci} , мм	ρ_{i-1} , мм	ε_i , мм	T_i , мм	Допуск по чертежу ТК, мм
$D_{0.1}$	6	-	-	6	-
$D_{1.2}$	0,2	-	-	0,2	-
$D_{1.3}$	0,15	-	-	0,15	0,25
$D_{1.3.1}$	0,1	-	-	0,1	-
$D_{1.4.5}$	0,05	-	-	0,05	0,05
$D_{2.2}$	0,2	-	-	0,2	-
$D_{2.3}$	0,15	-	-	0,15	0,25
$D_{2.3.1}$	0,1	-	-	0,1	-
$D_{3.1}$	0,2	-	-	0,2	0,2
$D_{6.1}$	0,15	-	-	0,15	0,25
$R_{6.2}$	0,6	-	-	0,6	0,6
$R_{6.2.1}$	4	-	-	4	4
$R_{6.2.2}$	0,6	-	-	0,6	0,6
$R_{6.3}$	0,6	-	-	0,6	0,6

Таблица 1.10 – Значения допусков угловых размеров

Размер	T_i , уг.ед	Допуск по чертежу ТК, уг.ед
$\alpha_{4.1}$	1,1°	1,1°
$\alpha_{5.1}$	1,1°	1,1°
$\alpha_{6.1}$	1,1°	1,1°
$\alpha_{6.2}$	1,8°	1,8°
$\alpha_{6.3}$	1,8°	1,8°

Как видно по граф-дереву (рис.1.7.1), конструкторские размеры $K_1, K_3, K_4, K_5, K_6, K_7, K_8, K_9, K_{10}, K_{11}, K_{R20}, K_{R2}, K_{R2.3}, K_{\alpha30}, K_{\alpha26}$, выдерживаются непосредственно поэтому нет необходимости рассчитывать их. Размеры K_2, K_{12}, K_{13} необходимо проверить. Чтобы размер выдерживался, необходимо, чтобы допуск на конструкторский размер был больше или равен, сумме допусков на технологические размеры, которые входят в размерную цепь, где замыкающее звено – проверяемый размер:

$$\sum T_A \leq T_k [1]$$

Проверка размера K_{12} :

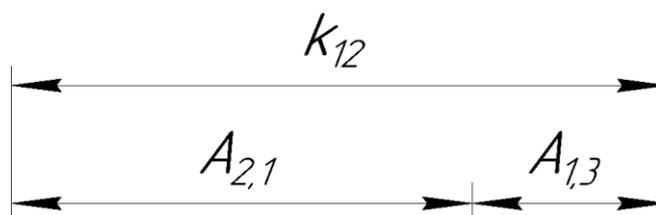


Рисунок 1.7.1.4

Согласно размерной цепи (рис. 1.7.1.4)

$$T_{k12} = 0,22 \text{ мм};$$

$$\sum T_A = T_{A2,1} + T_{A1,3} = 0,12 + 0,05 = 0,17;$$

$$\sum T_A^{k12} \leq T_{k12}.$$

Размер K_{12} может быть обеспечен с заданной точностью.

Проверка размера K_{13} :

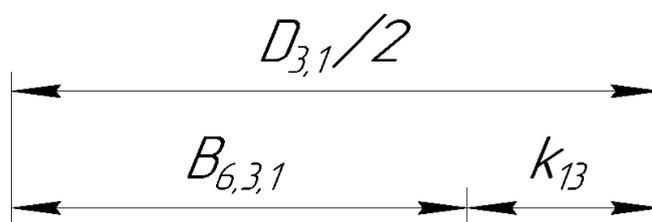


Рисунок 1.7.1.5

Согласно размерной цепи (рис. 1.7.1.5)

$$T_{k13} = 0,12 \text{ мм};$$

$$\sum T_A = T_{B6.3.1} + T_{D3.1/2} = 0,1 + 0,1 = 0,2;$$

$$\sum T_A^{k13} > T_{k13}.$$

Размер K_{13} не может быть обеспечен с заданной точностью.

Следовательно, нужно менять схему, где размер K_{13} будет выдерживаться непосредственно с использованием щупа Renishaw (рис. 1.7.1.5).

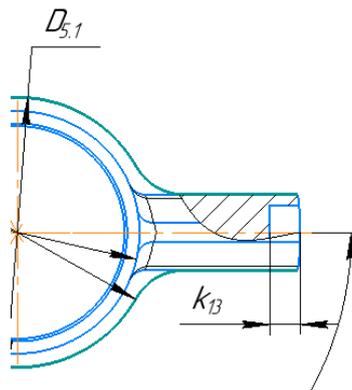


Рисунок 1.7.1.6

Проверка размера K_2 :

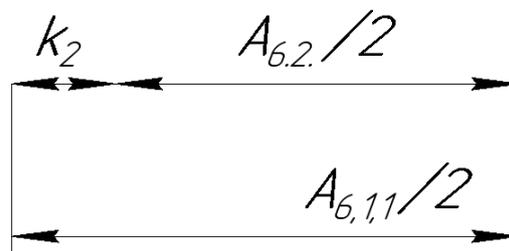


Рисунок 1.7.1.7

Согласно размерной цепи (рис.1.7.1.7)

$$T_{k2} = 0,4 \text{ мм};$$

$$\sum T_A = T_{A6,2} + T_{A6,1,1} = 0,2 + 0,2 = 0,4;$$

$$\sum T_A^{k2} \leq T_{k2}.$$

Размер K_2 может быть обеспечен с заданной точностью.

1.7.2 ВЫЧИСЛЕНИЕ МИНИМАЛЬНЫХ ПРИПУСКОВ НА ОБРАБОТКУ

Минимальный припуск на обработку оправляется по следующим формулам:

На диаметр при обработке поверхности вращения:

$$z_{i \min} = 2 \left(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{y_i}^2} \right); [5],$$

На обработку плоскости:

$$z_{i \min} = (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1}); [5],$$

где Rz_{i-1} – шероховатость поверхности, полученная на предшествующем переходе (операции) обработки данной поверхности, мкм;

h_{i-1} – толщина дефектного поверхностного слоя, сформированного на предшествующем переходе (операции) обработки данной поверхности, мкм;

ρ_{i-1} – суммарное пространственное отклонение обрабатываемой поверхности, полученного на предшествующем переходе или операции, мкм;

ε_{y_i} – погрешность установки на выполняемом переходе.

Шероховатость и дефектный слой после отрезки на ленточной пиле в сумме дают 0,32 мм. [2]

$$z_{1.1 \min} = (Rz_{0.1} + h_{0.1} + \rho_{0.1}) = 0,32 + 1,5 = 1,82 \text{ мм}$$

$$z_{2.1 \min} = (Rz_{0.1} + h_{0.1} + \rho_{0.1}) = 0,32 + 1,5 = 1,82 \text{ мм}$$

$$z_{1.3(2.3) \min} = 2 \left(Rz_{1.3.1(2.3.1)} + h_{1.3.1(2.3.1)} + \sqrt{\rho_{1.3.1(2.3.1)}^2 + \varepsilon_{y_{1.3.1(2.3.1)}}^2} \right) =$$
$$2 \left(0,025 + 0,03 + \sqrt{0,04^2 + 0,06^2} \right) = 0,25 \text{ мм}$$

$$z_{3.1 \min} = 2 \left(Rz_{1.2(2,2)} + h_{1.2(2,2)} + \sqrt{\rho_{1.2(2,2)}^2 + \varepsilon_{y_{1.2(2,2)}}^2} \right) = 2 \left(0,15 + \right.$$
$$\left. 0,1 + \sqrt{0,06^2 + 0,1^2} \right) = 0,73 \text{ мм}$$

$$z_{6.2 \min} = 1 \text{ мм}$$

1.7.3 РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ

Расчет технологических размеров ведется методом максимумов-минимумов, используя средние значения. Для каждого размера строится размерная цепь.

Расчет размера $A_{2,3}$, размерную цепь см.рис 1.7.3.1:

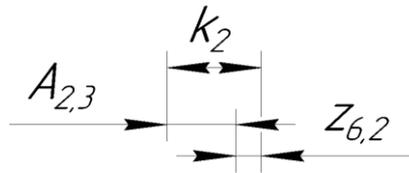


Рисунок 1.7.3.1

Согласно размерной цепи:

$$k_2^c = A_{2,3}^c + z_{6,2}^c$$

$$z_{6,2}^c = z_{6,2}^{min} + \frac{T_{k_2} + T_{A_{2,3}}}{2} = 1 + \frac{0,4 + 0,05}{2} = 1,225 \text{ мм}$$

$$A_{2,3}^c = k_2^c - z_{6,2}^c = 7 - 1,225 = 5,775 \text{ мм}$$

$$A_{2,3} = 5,775 \pm 0,025 = 5,8_{-0,05} \text{ мм}$$

$$A_{1,3} = A_{2,3}$$

Расчет размера $A_{2,1}$, размерную цепь см.рис 1.7.3.2:

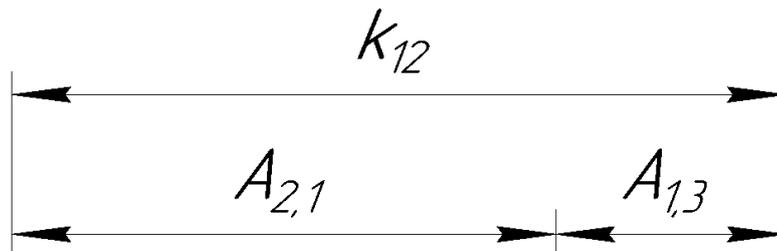


Рисунок 1.7.3.2

$$A_{1,3} = 5,775 \pm 0,025 = 5,8_{-0,05} \text{ мм}$$

Согласно размерной цепи:

$$k_{12}^c = A_{2,1}^c + A_{1,3}^c$$

$$A_{2,1}^c = k_{12}^c - A_{1,3}^c = 99,89 - 5,775 = 94,115 \text{ мм}$$

$$A_{2,1} = 94,115 \pm 0,06 = 94,175_{-0,12} \text{ мм}$$

Расчет размера $A_{1,1}$, размерную цепь см.рис 1.7.3.3:

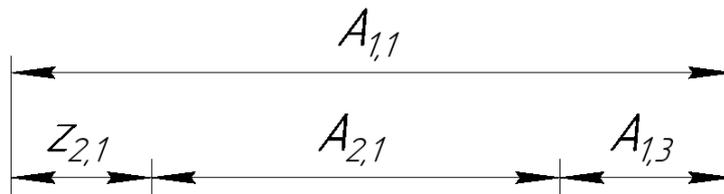


Рисунок 1.7.3.3

Согласно размерной цепи:

$$z_{2,1}^c = A_{1,1}^c - A_{2,1}^c - A_{1,3}^c$$

$$A_{1,1}^c = z_{2,1}^c + A_{2,1}^c + A_{1,3}^c = 2,865 + 94,115 + 5,775 = 102,755 \text{ мм}$$

$$z_{2,1}^c = z_{2,1 \text{ min}} + \frac{T_{A_{1,1}} + T_{A_{2,1}} + T_{A_{1,3}}}{2} = 1,82 + \frac{1,92 + 0,12 + 0,05}{2} = 2,865 \text{ мм}$$

Увеличим средний припуск на 0,245 мм, $z_{2,1}^c = 3,11$ и допуск на $TA_{1,1}$ до 2.

$$A_{1,1}^c = 103 \text{ мм}$$

$$A_{1,1} = 104_{-2} \text{ мм}$$

Расчет размера $A_{0,1}$, размерную цепь см.рис 1.7.3.4:

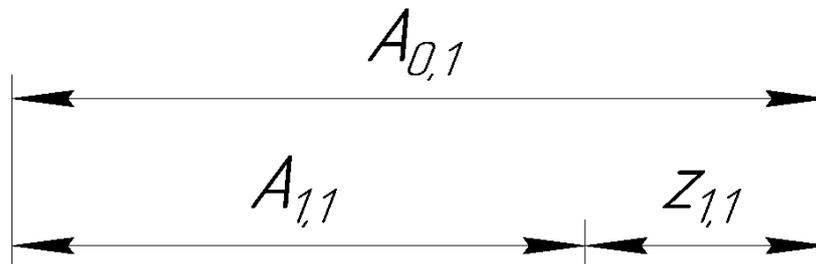


Рисунок 1.7.3.4

Согласно размерной цепи:

$$z_{1,1}^c = A_{0,1}^c - A_{1,1}^c$$

$$A_{0,1}^c = z_{1,1}^c + A_{1,1}^c = 4,32 + 103 = 107,32 \text{ мм}$$

$$z_{1,1}^c = z_{1,1 \text{ min}} + \frac{T_{A_{1,1}} + T_{A_{0,1}}}{2} = 1,82 + \frac{2 + 3}{2} = 4,32 \text{ мм}$$

Увеличим средний припуск на 0,68 мм, $z_{1,1}^c = 5$.

$$A_{0,1}^c = 108 \text{ мм}$$

$$A_{0,1} = 109,5_{-3}$$

При расчёте диаметральных размеров берётся величина полностью, то есть диаметр, а не радиус.

Расчет размера D1.3.1, размерную цепь см.рис 1.7.3.6:

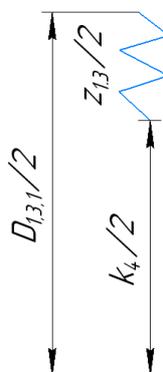


Рисунок 1.7.3.6

Согласно размерной цепи:

$$z_{1.3}^{\emptyset} = D_{1.3.1} - k_4$$

$$D_{1.3.1}^c = z_{1.3}^c + k_4^c = 0,425 + 44,875 \text{ мм} = 45,3 \text{ мм}$$

$$z_{1.3}^c = z_{1.3 \text{ min}} + \frac{T_{D1.3.1} + T_{k4}}{2} = 0,25 + \frac{0,1 + 0,25}{2} = 0,425 \text{ мм}$$

$$D_{1.3.1} = D_{2.3.1} = 45,3_{-0,1}$$

$$R_{4.1} = R_{5.1} = 10 \text{ мм}$$

$$D_{4.1} = D_{5.1} = 50 \text{ мм}$$

$$\alpha_{4.1} = \alpha_{5.1} = \alpha_{6.1} = 120 \text{ градусов}$$

Расчет припуска Z1.2, размерную цепь см.рис 1.7.3.7:

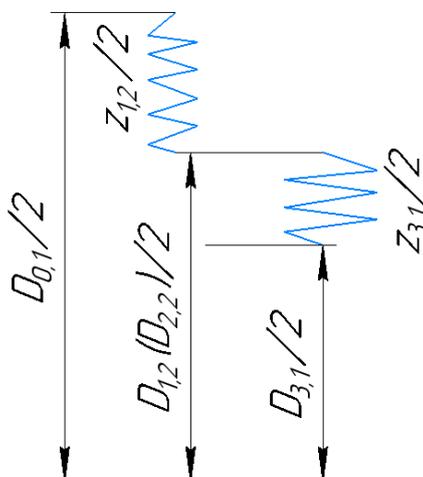


Рисунок 1.7.3.7

Согласно размерной цепи:

$$z_{3.1}^c = D_{1.2(2.2)}^c - D_{3.1}^c$$

$$D_{1.2(2.2)}^c = D_{3.1}^c + z_{3.1}^c = 103,9 + 0,93 = 104,83 \text{ мм}$$

$$z_{3.1}^c = z_{3.1 \text{ min}} + \frac{T_{D_{3.1}} + T_{D_{1.2}}}{2} = 0,73 + \frac{0,2 + 0,2}{2} = 0,93 \text{ мм}$$

Увеличим средний припуск на 0,17 мм, $z_{3.1}^c = 1,1 \text{ мм}$

$$D_{1.2(2.2)}^c = 105 \pm 0,1 \text{ мм}$$

Согласно размерной цепи:

$$z_{1.2}^\emptyset = D_{0.1}^c - D_{1.2(2.2)}^c = 110_{-3}^{+3} - 105_{-0,1}^{+0,1} = 5_{-3,1}^{+3,1}$$

$$D_{1.4.1} = 4 \text{ мм}$$

$$D_{1.4.2} = 15 \text{ мм}$$

$$D_{1.4.3} = 30 \text{ мм}$$

$$D_{1.4.4} = 38,725 \text{ мм}$$

$$D_{1.4.5} = 39,325 \text{ мм}$$

$$z_{1.4.2}^c = 15 \text{ мм}$$

$$z_{1.4.3}^c = 15$$

$$z_{1.4.4}^c = 8,725$$

$$z_{1.4.5}^c = 0,6$$

$$D_{4.1} = D_{5.1} = 50 \text{ мм}$$

$$R_{4.1} = R_{5.1} = 10 \text{ мм}$$

$$B_{4.1} = B_{5.1} = 22 \text{ мм}$$

$$\alpha_{4.1} = \alpha_{5.1} = \alpha_{6.1} = 120^\circ$$

$$D_{1.3} = D_{2.3} = D_{6.1} = 45_{-0,25} \text{ мм}$$

$$B_{6.1} = 18 \text{ мм}$$

1.8 ВЫБОР ГЕОМЕТРИИ И МАТЕРИАЛОВ РЕЖУЩЕЙ ЧАСТИ ИНСТРУМЕНТОВ

Черновое точение

Резцы оснащаются пластинами из твердых сплавов ВК12Та, ВК8Та, ВК8

Геометрия режущей части резца:

- фаска вдоль главной режущей кромки $f = 0,5-0,7$ мм.;
- передний угол на фаске $= 0 - (-5)^\circ$, на остальной части передней поверхности $\gamma = 8-10^\circ$;
- задние углы $\alpha = \alpha_1 = 15^\circ$;
- Углы в плане $\phi = 45^\circ$, $\phi_1 = 45^\circ$;
- Радиус при вершине $R = 0.6-0.8$ мм.;
- Угол наклона главной режущей кромки $= 0-5^\circ$;
- Параметры режима резания $v=7-25$ м/мин, $s=0.25-0.40$ мм/об, $t= 2-8$ мм.

Меньшие из указанных значений скорости резания и подачи – рекомендуются для точения бета сплавов (ВТ15), большие – для обработки альфа и альфа+бета – сплавов, причем не следует выбирать одновременно максимальные (в данных пределах) величины обоих параметров. Указание различных величин для глубины резания предусматривает возможное биение поверхности обрабатываемой заготовки и подчеркивает необходимость снятия хотя бы минимального припуска (в отдельных местах заготовки) даже при наличии такого биения. При выполнении данной операции – следует применять в качестве смазочно-охлаждающей жидкости эмульсию стандартного состава, подаваемую непрерывно и обильно обычным способом (поливом).

Значительное повышение эффективности обработки по корке достигается применением мер, указанных выше. [10]

Чистовое точение

При чистовом точении – применяются резцы с пластинками из сплавов ВК2, ВК4, ВК6М, ВК6, ВК8, ВК8Та. Геометрические параметры отличаются от приведенных для чернового точения лишь величинами переднего угла на фаске и угла наклона главной режущей кромки, которые принимаются равными соответственно: $0-5^\circ$ и 0° . При непрерывном точении резцами, оснащенными пластинками из твердых сплавов указанных марок, в зависимости от технологических требований и структуры сплава обрабатываемой заготовки принимаются следующие режимы резания: $V=20-100$ м/мин, $S=0,1-0,2$ мм/об, $t=0,3-1,0$ мм.

Чистовое точение в условиях прерывистого резания может осуществляться резцами, оснащенными пластинками из сплавов ВК12Та, ВК8Та, ВК12, ВК8, а также быстрорежущими резцами из сталей ВНИИ-1, Р10К5Ф5, Р14Ф4, Р9К10, Р18Ф2К8М, Р9К5, производительность которых – в 3-4 раза ниже

Геометрия резцов для прерывистого точения аналогична геометрии резцов, применяемых для обработки по корке.

При чистовом прерывистом точении резцами, оснащенными пластинками из твердых сплавов указанных марок, принимаются следующие режимы резания:

$V=15-25$ м/мин; $S=0,1-0,2$ мм/об; $t=0,3-1,5$ мм.

При чистовом прерывистом точении как резцами с пластинками из твердых сплавов, так и быстрорежущими резцами – применяется стандартная эмульсия, подаваемая непрерывно и в обильном количестве.

Сравнительный анализ нескольких источников таблица 1.11

Таблица 1.11 - Рекомендации

Тип обработки	Область применения	Требование к инструментальному материалу	Рекомендации по выбору режимов резания	
			Sandvik Coromant	Кривоухов В.А
Предварительная (черновая)	– Тяжелая черновая обработка – Удаление корки	– Прочность – Стойкость к лункообразованию – Красностойкость	t = 3 – 10 мм s = 0,3 – 0,8 мм/об V = 25 м/мин	t = 2 – 8 мм s = 0,25 – 0,4 мм/об V = 7 – 25 м/мин
Промежуточная (получистовая)	– Обработка заготовки без корки – Профильная обработка	– Стойкость к лункообразованию – Красностойкость	t = 0,5 – 4 мм s = 0,2 – 0,5 мм/об V = 40 – 80 м/мин	t = 0,5 – 2 мм s = 0,1 – 0,2 мм/об V = 10 – 50 м/мин
Окончательная (чистовая)	– Обеспечение требуемого качества поверхности	– Стойкость к лункообразованию – Красностойкость	t = 0,25 – 0,5 мм s = 0,1 – 0,4 мм/об V = 80 – 120 м/мин	t = 0,3 – 0,5 мм s = 0,1 – 0,2 мм/об V = 20 – 100 м/мин

Сверление

Для сверления отверстий диаметром от 2 до 6 мм – следует применять специальные виды сверел со спиральной и цельнопрессованной частью из твердых сплавов, таких как: ВК8, ВК10М, закрепленной в державке способом пайки или запрессовки. Шлифование рабочей части сверл и их заточка – должны производиться алмазными кругами. Такими сверлами успешно обрабатываются отверстия значительной глубины ($l > 12D$) во всех видах титановых сплавов

По скорости и стойкости – они превосходят сверла из лучших марок быстрорежущей стали.

Сверление отверстий большего диаметра (от 6 до 30 мм.) следует производить спиральными сверлами, оснащенными пластинкой из твердого сплава ВК8. В зависимости от глубины отверстия – применяются длинные и

укороченные сверла. Для сверления очень мелких отверстий диаметром менее 2 мм используются быстрорежущие сверла.

В зависимости от условий сверления (глубины отверстия, его диаметра, расположения на детали и пр.) возможно применение ручной подачи.

При сверлении глубоких отверстий необходимо периодически выводить сверло из отверстия для очистки от стружки и охлаждения. Во избежание наклепа и связанного с ним значительного затруднения сверления не следует оставлять сверло в отверстии без подачи и допускать трение его кромок о дно отверстия.

Критерием затупления сверла следует считать износ на уголках задних поверхностей, равный 0,4...0,5 мм. При сверлении быстрорежущими и твердосплавными сверлами необходимо применение смазочно-охлаждающих жидкостей.

Фрезерование

Фрезерование следует производить торцовыми насадными фрезами со вставными ножами, оснащенными пластинками из твердого сплава ВК8 (ГОСТ 8529-69) или торцово-цилиндрическими фрезами со вставными ножами, оснащенными винтовыми пластинками из твердого сплава ВК8 (ГОСТ 8721-58).

Можно также применять торцовые фрезы с механическим креплением пластинок из твердого сплава ВК8 круглой формы (фрезы с неперетачиваемыми пластинками)

Для черновой обработки применяют также концевые и дисковые фрезы, особенно при изготовлении деталей, типа – «Лопатка». В связи с этим – рекомендуются концевые фрезы с коническим хвостовиком, оснащенные винтовыми пластинками из твердого сплава ВК8. Можно применять и концевые фрезы с коническим хвостовиком, оснащенные обычными (прямыми) пластинками из твердого сплава ВК8, которые выполняются по

нормали завода-изготовителя. Геометрические параметры таких фрез, изготавливаемых в централизованном порядке

Соответствуют требуемым для обработки титановых сплавов. Необходимо лишь между цилиндром и торцом выполнять указанную фаску с задним углом 15-18°.

При черновом фрезеровании указанными торцовыми, концевыми и дисковыми фрезами, оснащенными пластинками из твердого сплава ВК8, принимаются следующие режимы резания:

Режимы при фрезеровании концевыми фрезами

Сравнительный анализ нескольких источников таблица 1.12

Таблица 1.12

	Припуск, мм	Обороты, об/мин	Подача, мм/мин	Шероховатость, мкм
Черное	1-1,5	600-800	50-80	12,5-6,3
Чистовое	0,1-0,2	600-800	25-40	3,2-2,5
Тонкое	0,05-0,01	800-900	35-40	3,2-1,6

Данные режимы имеют сугубо справочной характер, так как в каждом случае надо подбирать режимы под определенные станки и определенный инструмент. Если бы на данном предприятии имелись бы в наличии более жесткие станок, то режимы можно было бы увеличить.

Применение смазочно-охлаждающей жидкости (эмульсия стандартного состава) при обычном методе ее подачи (поливом) следует рекомендовать, но при обеспечении необходимых условий охлаждения: непрерывное омывание зоны резания обильным количеством жидкости.

1.9 ВЫБОР РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ СТАНКОВ И ИНСТРУМЕНТОВ

1.9.1 ВЫБОР СТАНКОВ И ИНСТРУМЕНТА

Выбранный инструмент и используемые станки приведены в таблице

1.14 Инструмент выбирался на сайте компании Sandvik-Coromant [4].

Таблица 1.14

Номер операции	Станок	Основные характеристики	Инструмент
0	Ленточно-отрезной станок ARG 200 PLUS	Мощность – 0,95кВт Скорость движения полотна- 40-80 м/мин	Биметаллические или твердосплавные ленточные пилы (Lenox).
1	Токарный станок с ЧПУ GoodWay GLS-1500LY	Мощность – 11кВт Макс частота вращения шпинделя: 6000 об/мин	Подрезка торца: державка DDHNR 2020K 15, пластина DNMG 15 06 16-SMR 1105 Обработка профильной поверхности: державка DDHNR 2020K 15, пластина DNMG 15 06 12-SM 1105 Сверление: сверло центровочное комбинированное Ø4, тип R P6M5 (ГОСТ 14034- 74); Твердосплавное сверло CoroDrill 861, 861.1-1500-180A1-GM GC34 Рассверливание: сверло CoroDrill 880 A880-

			D1187C4-04, пластина 880-06 04 06H-C-GM 1044 Растачивание: державка E20S-SCLCR 09-R, пластина CCMT 09 T3 08-UM 1115
2	Токарный станок с ЧПУ GoodWay GLS-1500LY	Мощность – 11кВт Макс частота вращения шпинделя: 6000 об/мин	Подрезка торца: державка DDHNR 2020K 15, пластина DNMG 15 06 16-SMR 1105 Обработка профильной поверхности: державка DDHNR 2020K 15, пластина DNMG 15 06 12-SM 1105
3	Токарный станок 16K20	Мощность – 7,5 кВт Макс частота вращения шпинделя: 1600 об/мин	Обработка профильной поверхности: державка DDHNR 2020K 15, пластина DNMG 15 06 12-SM 1105
4	Станок с ЧПУ HAAS VF3	Мощность – 22,4кВт Макс частота вращения шпинделя: 8100 об/мин Момент: 122 Нм	Обработка профильной поверхности: Фреза нормальным зубом и перекрытым центром ГОСТ 23248-78 16-63-157-КМ2
5	Станок с ЧПУ HAAS VF3	Мощность – 22,4кВт Макс частота вращения шпинделя: 8100 об/мин	Обработка профильной поверхности: Фреза нормальным зубом и

		Момент: 122 Нм	перекрытым центром ГОСТ 23248-78 16-63-157-КМ2
6	Станок с ЧПУ HAAS VF3	Мощность – 22,4кВт Макс частота вращения шпинделя: 8100 об/мин Момент: 122 Нм	Обработка профильной поверхности: Фреза нормальным зубом и перекрытым центром ГОСТ 23248-78 8-38-127-КМ2, 20- 75-190-КМ3 Фреза концевые с цилиндрическим хвостовиком и перекрытым центром 1P222-0400-ХА 1630
7	Слесарная		
8	Контрольная		

1.9.2 РАСЧЕТ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ И СИЛ РЕЗАНИЯ

Глубина резания t и подача S назначаются по порядку технологического процесса. Имея эти данные можно вычислить скорость резания и усилия, возникающие при резании.

Отрезка заготовок производится ленточной пилой из твердосплавного полотна или биметаллической (при больших диаметрах). Рекомендуемая минутная подача $S_M = 40$ мм/мин и скорость резания $V = 10$ м/мин. Глубина резания составляет 110 мм.

На токарной обработке глубина резания определяется следующим образом:

Переход 1.1 – подрезка торца:

При снятии припуска глубина принимается равная среднему припуску, если снимается напуск, то снятие материала делится на несколько проходов.

$$t_{1.1} = Z_{1.1}^c = 5$$

Так как рекомендуемая глубина резания – 1 мм, то снятие припуска следует разделить на несколько проходов:

$$t = \frac{t_{1.1}}{i} = \frac{5}{5} = 1 \text{ мм}$$

Число рабочих ходов принимается 5, то глубина резания за один рабочий ход равна 1 мм.

Переход 1.2 – обработка цилиндрической поверхности предварительно:

$$t_{1.2} = Z_{1.2}^c = 5$$
$$t = \frac{t_{1.2}}{i} = \frac{5}{2} = 2,5 \text{ мм}$$

Число рабочих ходов принимается 2, то глубина резания за один рабочий ход равна 2,5 мм (на радиус 1,25).

Переход 1.3:

$$t_{1.3} = A_{1.3}^c = 5,775 \text{ мм}$$

Обработка проходит в два подхода, снятие основного материала и контурное точение.

Снятие основного материала, $t = \frac{t_{1.3}}{i} = \frac{5,5}{5} = 1,1$ мм и 0,275.

Контурное точение, $t = Z_{1.3}^c = 0,425$ мм

Переход 1.4 содержит в себе центрование, сверление, рассверливание и растачивание:

Глубина отверстия равна $k_{12}=100$ мм.

Центрование осуществляем центровочным сверлом Ø4, сверление будет осуществляться сверлом Ø15мм, рассверливание – Ø30мм, и растачивание - расточным резцом.

Глубина центрования:

$$t_{1.4.1}^{\text{центрование}} = 0,5D_{\text{сверла}} = 2 \text{ мм}$$

Глубина сверления:

$$t_{1.4.2}^{\text{сверления}} = 0,5D_{\text{сверла}} = 7,5 \text{ мм}$$

Глубина рассверливания:

$$t_{1.4.3}^{\text{рассверливание}} = 0,5(D_{\text{сверла}} - d_{\text{сверла}}) = 7,5 \text{ мм}$$

Глубина растачивания за два перехода(припуск на диаметр):

Черновой проход,

$$t_{1.4.4}^{\text{растачивание}} = \frac{t_{1.4.4}}{i} = \frac{8,725}{4} = 2,181 \text{ мм}$$

Чистовой проход,

$$t_{1.4.4}^{\text{растачивание}} = (39,325 - 38,725) = 0,6 \text{ мм}$$

Переход 1.5 – фаска:

$$t_{1.5} = A_{1.5}^c = 0,5 \text{ мм}$$

Переход 2.1 – подрезка торца:

$$t = Z_{2.1}^c = \frac{t_{2.1}}{i} = \frac{3,11}{3} = 1,04 \text{ мм}$$

Число рабочих ходов принимается 3, то глубина резания за один рабочий ход равна 1,04 мм.

Переход 2.2 – обработка цилиндрической поверхности:

$$t_{2.2} = Z_{2.2}^c = 5 \text{ мм}$$

$$t = \frac{t_{2.2}}{i} = \frac{5}{2} = 2,5 \text{ мм}$$

Число рабочих ходов принимается 2, то глубина резания за один рабочий ход равна 2,5 мм (на радиус 1,25). Продольное перемещение с перекрытием на 1-2 мм.

Переход 2.3:

$$t_{2.3} = A_{2.3}^c = 5,775 \text{ мм}$$

Обработка проходит в два подхода, снятие основного материала и контурное точение.

Снятие основного материала, $t = \frac{t_{2.3}}{i} = \frac{5,5}{5} = 1,1 \text{ мм}$ и 0,275.

Контурное точение, $t = Z_{2.3}^c = 0,425 \text{ мм}$

Переход 2.4 – фаска:

$$t_{2.4} = A_{2.4}^c = 0,5 \text{ мм}$$

Переход 3.1 окончательная обработка цилиндрической поверхности:

$$t_{3.1} = Z_{3.1}^c = 1,1 \text{ мм}$$

На радиус 0,55.

Переход 4.1 и 5.1

Контурное точение, $t = 1 \text{ мм}$, $B = 50 \text{ мм}$, $i = 27$ проходов

При фрезеровании определяется глубина t и ширина B фрезерования.

Переход 6.1:

Контурное точение, $t = 1 \text{ мм}$, $B = 2,5 \text{ мм}$, $i = 90$ проходов

Переход 6.2:

Контурное точение, $t = 2 \text{ мм}$, $B = 31,4 \text{ мм}$, $i = 2$ прохода

Переход 6.3:

Контурное точение, $t = 2 \text{ мм}$, $B = 1,86 \text{ мм}$, $i = 3$ прохода

Подача выбирается согласно рекомендациям на сайте компании SandvikCoromant[3,4], либо в справочнике технолога-машиностроителя том 2[2].

Режимы резания для точения.

Скорость резания, м/мин:

$$v_c = \frac{\pi \cdot D_m \cdot n}{1000}$$

Частота вращения шпинделя, об/мин:

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{\pi \cdot D_m}$$

Время обработки, мин:

$$T_c = \frac{l_m}{f_n \cdot n}$$

Скорость съема материала, см³/мин:

$$Q = v_c \cdot a_p \cdot f_n$$

Потребляемая мощность, кВт:

$$P_c = \frac{v_c \cdot a_p \cdot f_n \cdot k_c}{60 \cdot 10^3}$$

Обозначения:

l_m – Длина обработки, мм;

D_m – Диаметр обработки, мм;
 f_n – Подача на оборот, мм/об;
 a_p – Глубина резания, мм;
 n – Частота вращения шпинделя, об/мин;
 v_c – Скорость резания, м/мин;
 v_f – Скорость подачи, мм/мин;
 F_t – Усилие подачи, Н;
 k_c – Удельная сила резания, Н/мм²;
 T_c – Время обработки, мин;
 P_c – Потребляемая мощность, кВт;
 Q – Скорость съема материала, см³/мин;
 K_r – Угол в плане град град, °.

Результаты расчетов сведены в таблицу 1.15 и 1.16.

Таблица 1.15

Номер перехода	$t (a_p)$, мм	$S (f_n)$, мм/об	$V (v_c)$, м/мин	n , об/мин	T_c , мин	Q , см ³ /мин	P_c , кВт
A _{1.1}	1	0,3	55,3	160	5,833	16,588	0,47
1.2*	1,25	0,25	62,2	180	1,222	19,439	0,551
	1,25	0,25	60,8	180	1,222	19	0,538
A _{1.3}	1,1	0,25	61,7	189	3,175	20	0,48
	0,425	0,2	55	378	0,463	5,1	0,144
A _{1.5}	0,5	0,25	32,2	261	1,8	4,028	0,114
A _{2.1}	1,04	0,3	55,3	160	3,5	17,251	0,49
2.2*	1,25	0,25	62,2	180	1,222	19,439	0,551
	1,25	0,25	60,8	180	1,222	19	0,538
A _{2.3}	1,1	0,25	61,7	189	3,175	20	0,48
	0,425	0,2	55	378	0,463	5,1	0,144
A _{2.4}	0,5	0,25	32,2	261	1,8	4,028	0,114

A _{3.1}	0,55	0,2	52,3	160	3,125	5,75	0,163
------------------	------	-----	------	-----	-------	------	-------

Тангенциальная сила резания, Н:

$$F_c = a_p \cdot f_n \cdot k_c$$

Таблица 1.16

	1.1	1.2*	1.3	1.5	2.1	2.2*	2.3	2.4	3.1
F _c , Н	510	531,25	467,5	212,5	530,4	531,25	467,5	212,5	187

Режимы резания для сверления.

Усилие подачи, Н:

$$F_t = 0,5 \cdot f_n \cdot k_c \cdot \frac{D_c}{2} \cdot \sin(k_t)$$

Скорость подачи, мм/мин:

$$v_f = f_n \cdot n$$

Скорость резания, м/мин:

$$v_c = \frac{\pi \cdot D_c \cdot n}{1000}$$

Частота вращения шпинделя, об/мин:

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{\pi \cdot D_c}$$

Скорость съёма материала, см³/мин:

$$Q = \frac{v_c \cdot D_c \cdot f_n}{4}$$

Крутящий момент, Нм:

$$M_c = \frac{P_c \cdot 30 \cdot 10^3}{\pi \cdot n}$$

Потребляемая мощность при сверлении, кВт:

$$P_c = \frac{v_c \cdot D_c \cdot f_n \cdot k_c}{240 \cdot 10^3}$$

Потребляемая мощность при растачивании, кВт:

$$P_c = \frac{a_p \cdot v_c \cdot f_n \cdot k_c}{60 \cdot 10^3} \cdot \left(1 - \frac{a_p}{D_c}\right)$$

Обозначения:

a_p – Глубина резания, мм;

D_c – Диаметр сверления, мм;

f_n – Подача на оборот мм/об;

n – Частота вращения шпинделя, об/мин;

v_c – Скорость резания м/мин;

v_f – Скорость подачи, мм/мин;

F_t – Усилие подачи, Н;

k_c – Удельная сила резания, Н/мм²;

P_c – Потребляемая мощность, кВт;

M_c – Крутящий момент, Нм;

Q – Скорость съема материала см³/мин;

K_r – Угол в плане град град,°.

Результаты расчетов сведены в таблицу 1.17 и 1.18

Таблицу 1.17

Номер перехода	$S, (f_n)$ мм/об	$t, (a_p),$ мм	$V_f,$ мм/ мин	$V, (v_c)$ м/мин	$n, \text{об/}$ мин	$F_t, \text{Н}$	$Q,$ см ³ / мин	M_c Нм	$P_c,$ кВт
$D_{1.4.1}$	0,08	2	131	20,5	1630	127	10,5	1,74	0,3
$D_{1.4.2}$	0,12	7,5	56,4	22,15	470	720	10	5,73	0,28
$D_{1.4.3}$	0,12	7,5	60	47	500	1530	42,4	17,2	0,9
$D_{1.4.4}$	0,2	1,09	62,8	31,7	314	2737	51,14	5,8	0,191
$D_{1.4.5}$	0,12	0,3	60	61,7	500	2004	72,8	0,286	0,015

Растачивание в 4 прохода:

Таблицу 1.18

Номер прохода $D_{1.4.4}$	$S, (f_n)$ мм/об	$t (a_p),$ мм	$V_f,$ мм/ мин	$V, (v_c)$ м/мин	$n, \text{об}/$ мин	$F_t, \text{Н}$	$Q,$ см ³ / мин	M_c Нм	$P_c,$ кВт
1	0,2	1,09	62,8	31,7	314	2737	51,14	5,8	0,192
2	0,2	1,09	58,8	31,7	294	2924	54,65	6,2	0,192
3	0,2	1,09	55,2	31,7	276	3111	58,14	6,6	0,192
4	0,2	1,09	52,2	31,7	261	3294	61,56	7,0	0,192

Режимы резания для фрезерования.

Скорость подачи, мм/мин:

$$v_f = f_z \cdot n \cdot z_c$$

Скорость резания, м/мин:

$$v_c = \frac{\pi \cdot D_{\text{сар}} \cdot n}{1000}$$

Частота вращения шпинделя, об/мин:

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{\pi \cdot D_{\text{сар}}}$$

Подача на зуб, мм:

$$f_z = \frac{v_f}{n \cdot z_c}$$

Подача на оборот, мм/об:

$$f_n = \frac{v_f}{n}$$

Скорость съёма материала, см³/мин:

$$Q = \frac{a_p \cdot a_e \cdot v_f}{1000}$$

Потребляемая мощность, кВт:

$$M_c = \frac{P_c \cdot 30 \cdot 10^3}{\pi \cdot n}$$

Крутящий момент, Нм:

$$P_c = \frac{a_p \cdot a_e \cdot v_f \cdot k_c}{60 \cdot 10^6}$$

Обозначения:

a_e – Ширина фрезерования, мм;

a_p – Глубина резания, мм;

D_{car} – Диаметр резания при фактической глубине резания a_p , мм;

f_z – Подача на зуб, мм;

f_n – Подача на оборот, мм/об;

n – Частота вращения шпинделя, об/мин;

v_c – Скорость резания, м/мин;

v_f – Скорость подачи, мм/мин;

z_c – Эффективное число зубьев, шт;

k_c – Удельная сила резания, Н/мм²;

P_c – Потребляемая мощность, кВт;

M_c – Крутящий момент, Нм;

Q – Скорость съема материала, см³/мин.

Результаты расчетов сведены в таблицу 1.19 и 1.20

Таблицу 1.19

Номер перехода	$S(f_z)$, мм	$t(a_p);$ $B(a_e)$ мм	V_f , мм/мин	$V(v_c)$, м/мин	n , об/мин	f_n , мм/об	Q , см ³ /мин	M_c , Нм	P_c , кВт
A _{4.1}	0,05	1;50	150	25,1	500	0,3	7,5	4,1	0,21
A _{5.1}	0,05	1;50	150	25,1	500	0,3	7,5	4,1	0,21
D _{6.1}	0,05	1;3	150	25,1	500	0,3	4,5	2,4	0,12
A _{6.2}	0,05	1;30	150	25,1	500	0,3	13,5	7,3	0,38
	0,02	1;30	96	15,08	1200	0,08	2,88	0,653	0,082

A _{6.3.1/2}	0,05	2;1,86	150	25,1	500	0,3	13,5	7,3	0,38
	0,02	2;1,86	96	15,08	1200	0,08	0,357	0,005	0,1
A _{6.3.2/2}	0,05	2;1,86	150	25,1	500	0,3	13,5	7,3	0,38
	0,02	2;1,86	96	15,08	1200	0,08	0,357	0,005	0,1

Тангенциальная сила резания, Н:

$$F_c = a_p \cdot f_n \cdot k_c$$

Таблица 1.20

	A _{4.1}	A _{5.1}	D _{6.1}	A _{6.2}	A _{6.3.1/2}	A _{6.3.2/2}
F _c , Н	510	510	510	1530	1530	1530

Как видно из таблиц мощность и моменты резания не превышают момент и мощность станка с учётом коэффициента КПД станка $\eta = 0,8$, значит, при данных режимах резания есть возможность произвести обработку на данном оборудовании.

1.10 ВЫБОР КОМПЛЕКТА МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Для контроля размеров согласно чертежу, необходимы следующие измерительные инструменты.

Нутромер с индикатором часового типа ИЧ2 ; радиусные шаблоны, фасочные шаблоны, «эталоны шероховатости», штангенциркуль с диапазоном измерения 0-150 мм с отсчетом по нониусу 0.05 мм, калибр-пробка, микрометрический глубиномер.

1.11 НОРМИРОВАНИЕ

Нормирование спроектированного технологического процесса заключается в назначении технически обоснованных норм времени требуемых для выполнения операций. Полученные нормы времени позволяют выполнить дальнейшее расчеты затрат на производство. Под нормами времени подразумевается расчет штучно калькуляционного времени выполнения операции, по формуле [5]:

$$t_{\text{шт.к}} = t_{\text{шт}} + \frac{t_{\text{пз}}}{N_{\text{д}}},$$

где $t_{\text{шт}}$ -штучное (машинное) время обработки изделия;

$t_{\text{пз}}$ - подготовительно-заключительное время, затрачиваемое на подготовку к обработке партии деталей;

$N_{\text{д}}$ - количество деталей в партии, шт.

Формула для нахождения штучного времени [5]:

$$t_{\text{шт}} = \sum(t_{\text{осн}} + t_{\text{всп}}) + t_{\text{т.обс}} + t_{\text{о.обс}} + t_{\text{отд}},$$

где $t_{\text{осн}}$ - основное (машинное) время, время непосредственной обработки, мин;

$t_{\text{всп}}$ - вспомогательное время, затрачиваемое на вспомогательные действия: наладку оборудования; установку и снятия заготовки; измерение детали и т.д, мин;

$$t_{\text{всп}} = 0,25 \cdot t_{\text{осн}},$$

$$t_{\text{опер}} = \sum(t_{\text{осн}} + t_{\text{всп}}),$$

$t_{\text{т.обс}}$ - время технического обслуживания станка в процессе работы, мин;

$t_{\text{о.обс}}$ - время организационного обслуживания, затрачиваемое на подготовку станка в начале смены и на уборку его в конце смены, мин;

$t_{\text{отд}}$ - время на отдых и естественные надобности, мин;

$$t_{\text{обс}} = t_{\text{т.обс}} + t_{\text{о.обс}} + t_{\text{отд}} = 0,06 \cdot t_{\text{опер}},$$

$$t_{\text{осн}} = \frac{L_{\text{р.х.}}}{S \cdot n} = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{п}})i}{S \cdot n},$$

$L_{р.х.}$ - длина рабочего хода, мм;

S - подача, мм/об;

n - частота вращения шпинделя, об/мин;

l - длина обработки, мм;

$l_{вр}$ - длина врезания, мм;

$l_{п}$ - длина перебега, мм;

i - количество рабочих ходов.

Для фрезерования:

$$t_{осн} = \frac{L_{р.х.}}{v_f},$$

$L_{р.х.}$ - длина рабочего хода, мм;

v_f - минутная подача, мм/мин.

Формула для определения длины врезания и перебега:

- при точении [5]:

$$l_{вр} = t \cdot ctg\varphi ,$$

$$l_{п} = t \cdot ctg\varphi_1,$$

где t - глубина резания, мм;

φ - главный угол в плане, град;

φ_1 - вспомогательный угол в плане, град;

- при сверлении [5]:

$$l_{вр} = t \cdot ctg\varphi = 0,5D \cdot ctg\varphi,$$

$$l_{п} = 1..2 \text{ мм}$$

где D - диаметр сверла, мм

Результаты расчетов сведены в таблицу 1.21

Таблица 1.21

Номер перехода	$L_{p.x.}$, мм	$t_{осн}$, МИН	$t_{опер}$, МИН	$t_{шт}$, МИН
0.1	110	2,75	3,4375	3,64
1.1	303	6,311	34,85	36,94
1.2	99,8	2,217		
1.3	54,8	5		
1.4.1	7,655	0,059		
1.4.2	105,83	1,876		
1.4.3	101,5	1,692		
1.4.4	406	7,125		
1.4.5	101	1,683		
1.5	125	1,915		
2.1	200,4	3,8		
2.2	99,8	2,217		
2.3	54,8	5		
2.4	125	1,915		
3.1	100,952	3,123	3,904	4,138
4.1	5100	34	42,5	45,05
5.1	5100	34	42,5	45,05
6.1	9000	60	100,84	106,89
6.2	610	10,421		
6.3.1 и 6.3.2	1200	10,25		

Общее время 258,85 минуты

Для подготовительно заключительного времени принимается опытная партия из 10 деталей, опытная партия длится на 20 процентов дольше:

$$242 \cdot 1,2 \cdot 10 = 2904 \text{ мин.}$$

$$t_{шт.к} = \sum T_{шт} + \frac{t_{пз}}{N_d} = 258,85 + \frac{2904}{400} = 266,11 \text{ мин}$$

1.12 ВЫВОДЫ ПО РАЗДЕЛУ

В результате выполненной работы по данному разделу была разработана технология изготовления детали «центратор». Согласно маршруту, составлена размерная схема технологического процесса. Из размерной схемы следует, что разработанный маршрут не нарушает правил размерного анализа. Также выполнены расчеты минимальных значений припусков на обработку. Подобран режущий и контрольно-измерительные инструмент. Проведён расчет норма времени.

При изготовлении центратора, станочникам необходимо будет придерживаться рассчитанных межоперационных размеров. Соблюдать назначенные режимы резания.

2 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

Целью конструкторской части является разработка приспособления для упрощения процесса изготовления детали.

Существует большое разнообразие конструкций приспособлений, классифицирующихся по типу станков, степени специализации, уровню механизации, виду привода. Во всех приспособлениях выделяются отдельные конструктивные группы элементов: установочные, зажимные, направляющие, самоцентрирующиеся. Это способствует разработке конструкции приспособлений и упрощает проектирование.

2.1 ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И РАБОТЫ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Первое приспособления используется на черновой фрезерной операции.

Приспособление «один» представляет собой сварную конструкцию ступенчатого типа. Имеет 3 паза для углового ориентирования лопаток.

Приспособление 2, устанавливается на фрезерный стол 1, станка Наас VF-3. Базируется на фрезерном столе с помощью шпонки 4, по Т-пазу. Шпонка соединена с приспособлением 2, при помощи винтов 6. Крепится к фрезерному столу болтовыми соединениями 5,7,9. Два болтовых отверстия на оправке имеют срезы вдоль направления Т-паза фрезерного стола, для более ускоренного открепления приспособления.

На приспособление устанавливается обрабатываемая заготовка 3, надевается шайба 10. Зажим заготовки происходит путем затягивается гайкой M20, 8 номер. После обработки фрезерованием, заготовка открепляется, переворачивается и устанавливается на оправку по углублениям. Лопатки ориентируются по пазам. Снова обработка.

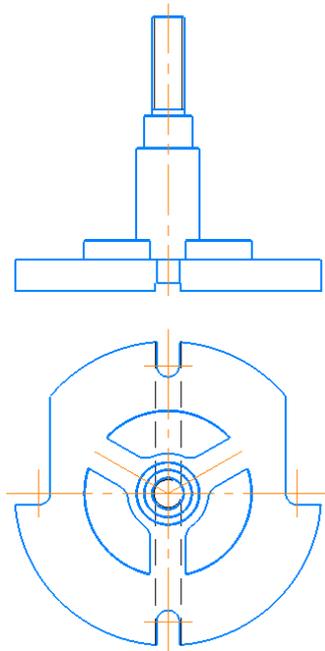


Рисунок 2.1 – Схема приспособления

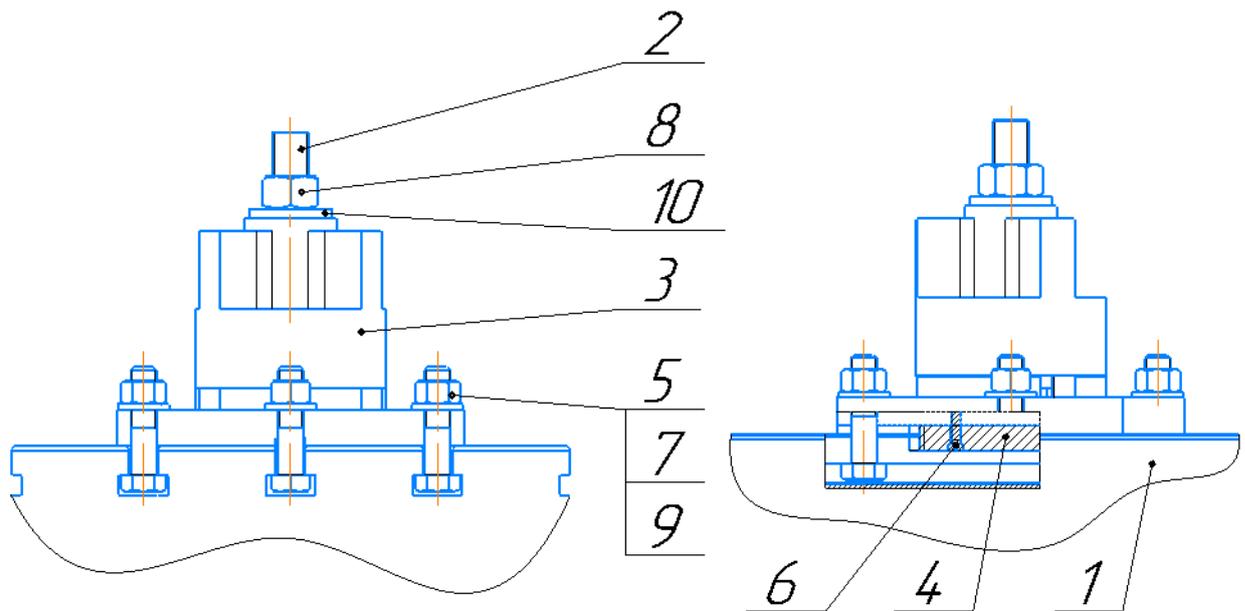


Рисунок 2.2 – Схема закрепления

Второе приспособления используется на чистовой фрезерной операции.

Приспособление «два» - это ступенчатое тело вращения.

На приспособление два позиция 3, заготовка «центратор» 4, крепится с использованием шайбы и гайки М20, позиция 5 и 6. Далее сборка фиксируется в трехкулачковом патроне 1 и поджимается центром 2.



Рисунок 2.3 – Схема приспособления

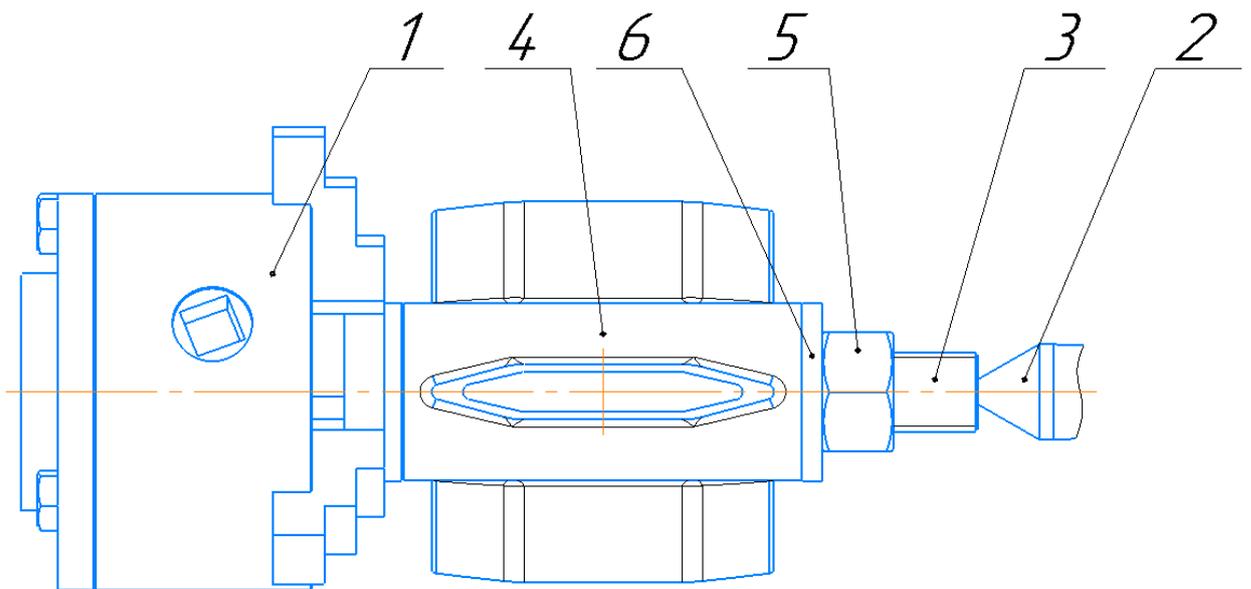


Рисунок 2.4 – Схема закрепления

2.2 РАСЧЕТ СИЛЫ ЗАКРЕПЛЕНИЯ

Необходимо определить требуемую силу закрепления заготовки при фрезеровании цилиндрической поверхности. Деталь устанавливается на оправку. (рис 2.5 и рис 2.6)

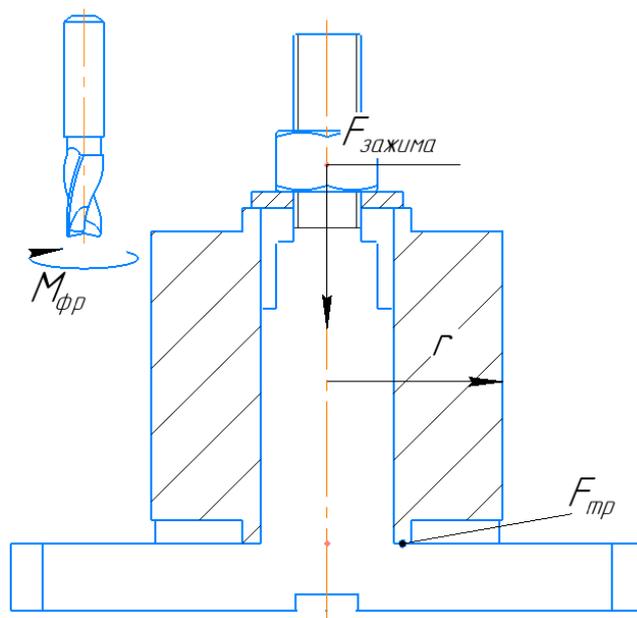


Рисунок 2.5 - Схема для силового расчета

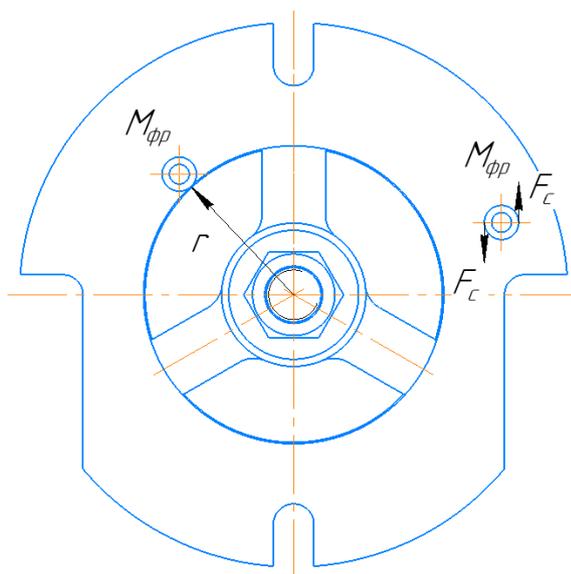


Рисунок 2.6 - Схема для силового расчета

Расчет силы закрепления будем производить по условию неповорачиваемости заготовки в приспособлении под действием момента:

$$k \cdot M_{\text{фр}} \leq M_{\text{тр}}$$

где $M_{\text{фр}}$ - момент, пытающийся провернуть заготовку;

k – коэффициент запаса.

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6$$

Указанные коэффициенты принимаем из: [2]

где $k_0 = 1,5$ – гарантированный коэффициент запаса;

K_1 – коэффициент учитывающий увеличение сил резания из-за случайных неровностей на обрабатываемых поверхностях заготовки: при черновой обработке $K_1 = 1,2$;

K_2 - коэффициент учитывающий увеличение сил резания вследствие затупления режущего инструмента (выбираем по таблице в зависимости от метода обработки и материала заготовки: $K_2 = 1,6$;

K_3 - коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании: для непрерывного резания $K_3 = 1$;

K_4 - коэффициент, характеризующий постоянство силы, развиваемой зажимным механизмом: для механизированных приводов $K_4 = 1,3$;

K_5 -коэффициент, характеризующий эргономику немеханизированного зажимного механизма (удобство расположения органов зажима): $K_5=1$

Коэффициент K_6 вводится в расчёт только при наличии моментов, стремящихся повернуть заготовку, установленную плоской поверхностью на постоянные опоры: $K_6=1$.

Таким образом $k = 3,744$. (Если $k < 2,5$, то принимаем $k = 2,5$)

$M_{тр}$ – момент силы трения при проворачивании заготовки.

Определяется как сила зажима F_3 , умноженная на соответствующее плечо и коэффициент трения.

$$M_{тр} = F_3 \cdot r \cdot f$$

где r - расстояние от оси детали до точки приложения силы;

f – коэффициент трения на поверхностях $f=0,16$.

$$M_{фр} = F_c \cdot r_{фр} = 510 \cdot 0,01 = 5,1 \text{ Нм}$$

где r – радиус фрезы, м;

F_c – тангенциальная сила резания, Н.

Окончательно получим формулу для расчета силы закрепления:

$$k \cdot M_{фр} \leq F_3 \cdot r \cdot f$$
$$F_3 = \frac{k \cdot M_{фр}}{r \cdot f} = \frac{3,744 \cdot 5,1}{0,052 \cdot 0,16} = 2295 \text{ Н}$$

$$F_3 = 2295 \text{ Н}$$

Усилие зажима:

$$F_3 = \frac{P_3 \cdot L}{r_{\text{cp}} \cdot \text{tg}(\alpha + \varphi)},$$

где P_3 - сила, приложенная к рукоятке ключа при затягивании, Н;

L - расстояние от оси винта до точки приложения P_3 , м ($L = 14 \cdot d$);

d – наибольший диаметр резьбы, м;

r_{cp} – средний радиус резьбы, м;

$\alpha = 2^\circ 30' \dots 3^\circ 30'$ - угол подъёма в резьбе, град;

φ – угол трения в резьбе, град;

Для болта М20 шаг 1,5мм, примем длину ключа из условия $L = 14 \cdot d = 14 \cdot 0,02 = 0,28$ м,

Угол трения

$$\text{tg}\varphi = \frac{f}{\sin(15^\circ)} = \frac{0,12}{\sin(15^\circ)} = 0,464$$

где f – коэффициент трения;

$$\varphi = \text{arctg}(0,464) = 24,9^\circ$$

$$2295 = \frac{P_3 \cdot 0,28}{\frac{0,018376}{2} \cdot \text{tg}(2^\circ 30' + 24,9^\circ)}$$

$$P_3 = 39,161 \text{ Н}$$

Таким образом, для того, чтобы обеспечить требуемое усилие закрепления детали, необходимо прикладывать к ручке ключа 4 кгс

Произведем расчёт на момент врезания фрезы в заготовку. Действует тангенсальная сила 510 Н, на расстоянии 52 мм от оси заготовки.

$$M_{\text{вр}} = F_c \cdot r$$

где r - расстояние от оси детали до точки приложения силы;

f – коэффициент трения на поверхностях $f=0,16$.

$$M_{\text{вр}} = F_c \cdot r = 510 \cdot 0,052 = 26,52 \text{ Нм}$$

$$F_3 = \frac{k \cdot M_{\text{вп}}}{r \cdot f} = \frac{3,744 \cdot 26,52}{0,052 \cdot 0,16} = 11934 \text{ Н}$$

$$11934 = \frac{P_3 \cdot 0,28}{\frac{0,018376}{2} \cdot \text{tg}(2^\circ 30' + 24,9^\circ)}$$

$$P_3 = 203,635 \text{ Н}$$

Таким образом, для того, чтобы обеспечить требуемое усилие закрепления детали, необходимо прикладывать к ручке ключа 20,8 кгс. Такая большая величина только из-за большого коэффициента запаса. Если не учитывать коэффициент, получается 54,398 Н или 5,55 кгс.

Весь комплект документации находится в приложение А.

2.3 ВЫВОДЫ ПО РАЗДЕЛУ

В результате работы разработано приспособление для упрощения процесса изготовления детали, составлена конструкторская документация. Произведён расчет сил закрепления.

3 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
4А6Б	Петренко Юрий Игоревич

Школа		Отделение школы (НОЦ)	
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.04.01 Машиностроение

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	- Стоимость основных материалов определить на основе данных прайслистов организаций-продавцов материалов. - Часовые тарифные ставки по разрядам работ: Разряды работ определить исходя из ЕТКС, раздел «Механическая обработка металлов и других материалов». - Тариф на электроэнергию – 5,7 руб/кВт.ч.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Для расчетов принять следующие пределы нормативов расходования ресурсов: -коэффициент транспортно-заготовительных расходов - 0.06 -затраты на содержание рабочих занятых обслуживанием машин и оборудования, непосредственно не занятых изготовлением продукции - 40 % от полной зарплаты и отчислений от нее основных рабочих -затраты на материалы, расходуемых для обеспечения работы оборудования, принимается - 20% от величины амортизации -затраты на ремонт оборудования -100–120% от основной зарплаты основных рабочих. - общецеховые расходы - 50 – 80 %, от основной зарплаты основных рабочих -общехозяйственные расходы -50% от основной зарплаты основных рабочих. -расходы на реализацию - 1% от производственной себестоимости
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	- Ставка отчислений на социальные нужды – 30% от ФОТ - Ставка отчислений в фонд социального страхования от несчастных случаев на производстве – 0.7% от ФОТ - Налог на добавленную стоимость – 20% от цены изделия.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Расчет себестоимости изготовления детали «Центратор»	- Провести расчет затрат на основные и вспомогательные материалы (за вычетом возвратных отходов) - Провести расчет затрат на основную и дополнительную заработную плату основных производственных рабочих, отчислений на социальные нужды.
---	---

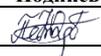
	<ul style="list-style-type: none"> - Провести расчет величины расходов на содержание и эксплуатацию оборудования. - Провести расчет величины общецеховых, общехозяйственных, внепроизводственных расходов. - Провести расчет себестоимости.
2. Расчет цены детали «Центратор» с НДС	- Расчет произвести с использованием нормативного метода ценообразования. Норму рентабельности принять в пределах 5-20%
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6Б	Петренко Юрий Игоревич		13.04.2020

Цель раздела – расчет себестоимости и цены изделия, изготавливаемого согласно разработанному технологическому процессу в типовых производственных условиях.

3.1 Общие положения

Себестоимость продукции представляет собой интегральную стоимостную оценку используемых при ее изготовлении сырья, материалов, топлива, энергии, трудовых и природных ресурсов, основных средств (оборудование, производственные площади, сооружения), нематериальных активов, а также других затрат на ее производство и реализацию. При расчете себестоимости используется группировка затрат по статьям калькуляции. Помимо решения комплекса задач технико-экономического анализа и планирования работы предприятия, калькуляция себестоимости единицы продукции необходима для расчета цены и рентабельности продукции. Объектом калькулирования при выполнении ВРК является деталь, изготавливаемая серийно или на одно предметной поточной линии, т. е. в условиях массового производства.

Для промышленных предприятий рекомендуется следующая группировка калькуляционных статей:

1. Сырье и материалы;
2. Покупные комплектующие изделия, полуфабрикаты и услуги производственного характера; (не учитывается, т.к. полуфабрикаты отсутствуют);
3. Возвратные отходы (вычитаются);
4. Основная заработная плата производственных рабочих;
5. Дополнительная заработная плата производственных рабочих;
6. Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды;
7. Погашение стоимости инструментов и приспособлений целевого назначения;

8. Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования;
9. Общецеховые расходы;
10. Технологические потери;
11. Общехозяйственные расходы;
12. Потери от брака;
13. Прочие производственные расходы;
14. Расходы на реализацию.
15. Расчет прибыли
16. Расчет НДС
17. Цена изделия

В зависимости от полноты охвата данных статей на предприятии рассчитываются следующие виды себестоимости:

- цеховая, включающая статьи с 1-й по 12-ю;
- производственная, включающая статьи с 1-й по 15-ю, т.е. исчисляемая как цеховая с добавлением ряда статей, учитывающих затраты, носящие общезаводской характер;
- полная, включающая все 17 статей.

При выполнении ВКР следует опустить статьи:

- расходы на подготовку и освоение производства, т.к. задание на ВКР не предполагает подготовку нового вида продукции;
- технологические потери, т.к. они не характерны для разрабатываемых процессов;
- потери от брака, т.к. они не учитываются в плановых и нормативных калькуляциях;
- прочие производственные расходы, т.к. они связаны со спецификой производства на конкретных предприятиях [11].

3.2. Расчет затрат по статье «Сырье и материалы»

Статья включает стоимость основных материалов, входящих непосредственно в состав изготавливаемого изделия (детали), а также вспомогательных материалов, используемых на технологические цели. Затраты на основные материалы для каждого (i-го) вида в отдельности рассчитываются по формуле

Стоимость материала: на изготовления 1 шт. составит:

$$C_{MO} = w \cdot C_M \cdot (1 + k_{ТЗ}) = 4,6 \cdot 2\,139 \cdot (1 + 0,06) = 10\,429,76 \text{ руб.}$$

где w – норма расхода материала на деталь (4,6 кг.);

C_M – цена материала, ден. ед./кг. (2 139 руб.) [12];

$k_{ТЗ}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов ($k_{ТЗ} = 0,06$).

Вспомогательные материалы на тех. цели: примем 15% от стоимости материала:

$$C_{МВ} = C_{MO} \cdot 0,15 = 10\,429,76 \cdot 0,15 = 1\,564,46 \text{ руб.}$$

Транспортно-заготовительные расходы: примем 15% от стоимости материала:

$$C_{Тр.з} = C_{MO} \cdot 0,15 = 10\,429,76 \cdot 0,15 = 1\,564,46 \text{ руб.}$$

Полные затраты, включаемые в данную статью, равны сумме:

$$C_M = C_{MO} + C_{МВ} + C_{Тр.з} = 10\,429,76 + 1\,564,46 + 1\,564,46 = 13\,558,69 \text{ руб.}$$

3.3 Расчет затрат по статье «Покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты»

Сюда включаются затраты на приобретение покупных комплектующих изделий и полуфабрикатов, подвергающихся дополнительной обработке на данном предприятии для получения готовой продукции или необходимые для ее укомплектования. Т.к. в технологии изготовления используется прокат, то

расчет затрат по статье «Покупные комплектующие и полуфабрикаты» не производится.

3.4 Расчет затрат по статье «Возвратные отходы»

Данная статья включает стоимость отходов по цене их реализации на сторону, данная величина исключается из производственной себестоимости продукции. Расчет выполняется по формуле:

$$C_{от} = M_{от} \cdot Ц_{от} = (V_{чр} - V_{чст}) \cdot (1 - \beta) \cdot Ц_{от},$$

где $M_{от}$ – количество отходов в физических единицах, получаемых при изготовлении единицы продукции;

$Ц_{от}$ – цена отходов, по данным сайта [14] стоимость стружки ВТ6 составляет 110 руб./кг ;

$V_{чр}$ – масса заготовки равна 4,7 кг

$V_{чст}$ – чистая масса детали равна 0,511 кг;

β – доля безвозвратных потерь (принять 0,02).

Производим расчет:

$$C_{от} = (4,7 - 0,511) \cdot (1 - 0,02) \cdot 110 = 451,57 \text{ руб.}$$

3.5 Расчет затрат по статье «Основная заработная плата производственных рабочих»

В данную статью включаются затраты на оплату труда рабочих, связанных с изготовлением продукции. В статью включаются доплаты и выплаты за неблагоприятные условия труда и премии за производственные результаты, начисленные в соответствии с действующими на предприятии премиальными системами. Расчет следует произвести по формуле:

$$C_{озпi} = \sum_{i=1}^{K_o} \frac{t_i^{\text{шт.к.}}}{60} \cdot ЧТС_i \cdot k_{пр},$$

где $t_i^{\text{шт.к.}}$ – штучное время выполнения i -й операции, мин;

$K_o = 7$ – количество операций в процессе;
 $ЧТС_i$ – часовая тарифная ставка на i -й операции;
 $k_{пр}$ – коэффициент, учитывающий доплаты, выплаты и премии, предусмотренные законодательством о труде. При проектировании следует принять его равным 1.4.

Разряды рабочих:

0-я операция (заготовительная): рабочий 2-го разряда;

1-я операция (токарная с ЧПУ): рабочий 3-го разряда;

2-я операция (токарная с ЧПУ): рабочий 3-го разряда;

3-я операция (токарная): рабочий 3-го разряда;

4-я операция (фрезерная с ЧПУ): рабочий 4-го разряда;

5-я операция (фрезерная с ЧПУ): рабочий 4-го разряда;

6-я операция (фрезерная с ЧПУ): рабочий 4-го разряда;

Часовые тарифные ставки:

ЧТС рабочего 2-го разряда = 229,5 руб./ч;

ЧТС рабочего 3-го разряда = 292,68 руб./ч;

ЧТС рабочего 4-го разряда = 373,32 руб./ч;

$$C_{озп0} = \sum_{i=1}^{K_o} \frac{3,64}{60} \cdot 229,5 \cdot 1,4 = 19,5 \text{ руб/шт}$$

$$C_{озп1} = \frac{36,94}{60} \cdot 292,68 \cdot 1,4 = 252,27 \text{ руб/шт}$$

$$C_{озп2} = \frac{17,14}{60} \cdot 292,68 \cdot 1,4 = 117,05 \text{ руб/шт}$$

$$C_{озп3} = \frac{4,138}{60} \cdot 292,68 \cdot 1,4 = 28,26 \text{ руб/шт}$$

$$C_{озп4} = \frac{45,05}{60} \cdot 373,32 \cdot 1,4 = 392,42 \text{ руб/шт}$$

$$C_{озп5} = \frac{45,05}{60} \cdot 373,32 \cdot 1,4 = 392,42 \text{ руб/шт}$$

$$C_{озп6} = \frac{106,89}{60} \cdot 373,32 \cdot 1,4 = 931,1 \text{ руб/шт}$$

$$C_{\text{озп}} = \sum C_{\text{озп}i} = 2133,02 \text{ руб/шт}$$

3.6 Расчет затрат по статье «Дополнительная заработная плата производственных рабочих»

Данная статья учитывает предусмотренные законодательством о труде выплаты за непроработанное на производстве время: оплата очередных, дополнительных и учебных отпусков; оплата времени, связанного с прохождением медицинских осмотров и выполнением государственных обязанностей и т.п. Расчет дополнительной зарплаты выполняется по формуле:

$$C_{\text{дзп}} = C_{\text{озп}} \cdot k_{\text{д}}$$

где $C_{\text{озп}}$ – основная зарплата, ден. ед.;

$k_{\text{д}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную зарплату.

При проектировании следует принять его равным 0,1.

$$C_{\text{дзп}} = C_{\text{озп}} \cdot k_{\text{д}} = 2133,02 \cdot 0,1 = 213,3 \text{ руб,}$$

3.7 Расчет затрат по статье «Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды»

Здесь включаются отчисления по установленным законодательством нормам в фонд социальной защиты населения, пенсионный фонд, медицинское страхование и на др. соц. нужды:

$$C_{\text{н}} = (C_{\text{озп}} + C_{\text{дзп}}) \cdot (C_{\text{с.н.}} + C_{\text{стр}}) / 100,$$

где $C_{\text{озп}}$ – основная зарплата производственных рабочих, ден. ед.;

$C_{\text{дзп}}$ – дополнительная зарплата производственных рабочих, ден. ед.;

$C_{\text{с.н.}}$ – ставка социального налога (принять 30 %);

$C_{\text{стр}}$ – ставка страховых взносов по прочим видам обязательного страхования (принять 0,7%).

$$C_n = \frac{(2133,02 + 213,3) \cdot (30+0,7)}{100} = 720,32 \text{ руб}$$

3.8 Расчет затрат по статье «Погашение стоимости инструментов и приспособлений целевого назначения»

В этой статье отражается переносимая на изделие в процессе его изготовления стоимость специальных инструментов и приспособлений, моделей, опок, кокилей, штампов и пресс-форм, служащих для производства строго определенных изделий. По данной технологии расчет по статье не производится.

3.9 Расчет затрат по статье «Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования»

Данная статья включает следующие виды расходов:

- a. амортизация оборудования и ценного инструмента (оснастки), обозначение C_a ;
- b. эксплуатация оборудования (кроме расходов на ремонт);
- c. ремонт оборудования;
- d. внутривозвратное перемещение грузов;
- e. погашение стоимости инструментов и приспособлений общего назначения;
- f. прочие расходы.

Элемент «а» амортизация оборудования и определяется на основе норм амортизации и балансовой стоимости соответствующего оборудования, для расчета ее годовой величины используется следующая формула:

$$A_{\text{год}} = \sum_{i=1}^T \Phi_i \cdot H_{ai} + \sum_j^m \Phi_i \cdot H_{ai},$$

где Φ_i – первоначальная (балансовая) стоимость единицы оборудования i -го типа, $i = 1, \dots, T$;

T – количество типов используемого оборудования;

Φ_j – то же для j -го типа оснастки $j=1, \dots, m$;

m – количество типов используемой оснастки;

$N_{обi}$ и $N_{оснj}$ – соответствующие нормы амортизации.

Норма амортизации в общем виде определяется по формуле:

$$N_a = \frac{1}{T_{ти}}$$

где $T_{ти}$ – срок полезного использования, лет.

Для всех станков примем:

$$N_a = \frac{1}{10} = 0,1$$

Таблица 1 - Балансовая стоимость станков

Станок	Балансовая стоимость, руб.
Ленточно-отрезной станок ARG 200 PLUS	303 087
Токарный станок с ЧПУ GoodWay GLS-1500LY	2 673 000
Станок с ЧПУ HAAS VF3	6 390 300
Токарный станок 16к20	1 400 000

Таблица 2 – Стоимость оснастки

Оснастка	Балансовая стоимость, руб.
Трехкулачковый патрон на поворотном основании	180198
Бабка задняя центровая с конусом	11 250
Оправка 1	2400
Оправка 2	1680

Для оснастки примем:

$$N_a = \frac{1}{3} = 0,33;$$

Амортизация оборудования:

$$A_{год} = (1076639) \cdot 0,1 + (195528) \cdot 0,33 = 1141163,24 \text{ руб.}$$

Ожидаемая средняя нагрузка используемого оборудования:

$$l_{кр} = \frac{N_B \cdot \sum_{i=1}^P t_i^{шт.к}}{\sum_{i=1}^P F_i},$$

где N_B – годовой объем выпуска изделия (детали), шт.;

P – количество операций в технологическом процессе;

$t_i^{шт.к}$ – штучно-калькуляционное время на i -й операции процесса, $i = 1, \dots, P$;

F_i – действительный годовой фонд времени работы оборудования, используемого на i -й операции с учетом принятого количества рабочих смен.

Для металлорежущих станков 1–30 категорий ремонтной сложности при двухсменном режиме работы $F_i = 4029$ часов. С учетом потерь номинального фонда в 3% имеем

$$l_{кр} = \frac{N_B \cdot \sum_{i=1}^P t_i^{шт.к}}{\sum_{i=1}^P F_i} = \frac{400 \cdot 266,11/60}{4029} = 0,44$$

Если $l_{кр} \leq 0,6$, то амортизация оборудования и ценного инструмента(оснастки) $C_a = \left(\frac{A_r}{N_a}\right) \cdot \left(\frac{l_{кр}}{\eta_{з.н.}}\right)$,

где $\eta_{з.н.}$ – нормативный коэффициент загрузки оборудования (для среднесерийного – 0,8).

$$C_a = \left(\frac{A_{год}}{N_a}\right) \cdot \left(\frac{l_{кр}}{\eta_{з.н.}}\right) = \left(\frac{1141163,24}{400}\right) \cdot \left(\frac{0,44}{0,8}\right) = 1517,1 \text{ руб.}$$

Элемент «b» (эксплуатация оборудования) включает в себя:

- полные затраты на содержание (основная зарплата + дополнительная зарплата + все виды отчислений) рабочих занятых обслуживанием машин и оборудования (слесарей, наладчиков, электромонтеров и др. категорий), непосредственно не занятых изготовлением продукции;

Принимается в размере 40 % от полной зарплаты и отчислений от нее основных рабочих, занятых изготовлением данной продукции, т.е.

$$C_{\text{экс}} = (C_{\text{озп}} + C_{\text{дзп}} + C_{\text{н.}}) \cdot 0,4 = (2133,02 + 213,3 + 720,32) \cdot 0,4 \\ = 1226,65 \text{ руб.},$$

- стоимость материалов, расходуемых для обеспечения работы оборудования, принимается в размере 20% от величины амортизации, т.е.

$$C_{\text{мэкс}} = C_{\text{а}} \cdot 0,2 = 1517,1 \cdot 0,2 = 303,41 \text{ руб.}$$

- затраты на все виды энергии потребляемые в процессе работы оборудования. Учитываются только затраты на электроэнергию по формуле:

$$C_{\text{эл.п}} = \text{Ц}_{\text{э}} \cdot K_{\text{п}} \cdot \sum_{i=1}^P W_i \cdot K_{\text{ми}} \cdot t_i^{\text{маш}},$$

где $\text{Ц}_{\text{э}}$ – тариф на эл.энергию ден. ед. / кВт.ч. (на май 2020 – 5,7 руб./кВт.ч.);

$K_{\text{п}}$ – коэффициент, учитывающий потери мощности в сети (1,05);

W_i – мощность электропривода оборудования, используемого на i -й операции;

$K_{\text{ми}}$ – коэффициент загрузки оборудования по мощности (при невозможности определения с помощью расчета принять равным 0,6–0,7).

$$C_{\text{эл.п}} = 5,7 \cdot 1,05 \\ \cdot \left(\left(\frac{2,75}{60} \cdot 0,95 \cdot 0,7 \right) + \left(\frac{27,878}{60} \cdot 11 \cdot 0,7 \right) + \left(\frac{12,932}{60} \cdot 11 \cdot 0,7 \right) \right. \\ \left. + \left(\frac{3,123}{60} \cdot 7 \cdot 0,7 \right) + \left(\frac{34}{60} \cdot 22,4 \cdot 0,7 \right) + \left(\frac{34}{60} \cdot 22,4 \cdot 0,7 \right) \right. \\ \left. + \left(\frac{80,671}{60} \cdot 22,4 \cdot 0,7 \right) \right) = 265,6 \text{ руб.}$$

Элемент «с» (ремонт оборудования) включает затраты на заработную плату и отчисления от нее в бюджет и внебюджетные фонды для рабочих, занятых ремонтом оборудования; затраты на материалы, потребляемые в процессе выполнения ремонтных работ; услуги ремонтных цехов предприятия

и сторонних организаций. Они определяются укрупнено на основе норматива затрат – 100–120% от основной зарплаты основных производственных рабочих, т.е.

$$C_{\text{рем}} = C_{\text{озп}} \cdot (1,0 \div 1,2) = 2133,02 \cdot 1 = 2133,02 \text{ руб.},$$

Элемент «е» погашение стоимости инструментов, в эту группу включаются все виды технологического оснащения универсального характера со сроком службы менее одного года. Расчет производится по формуле:

$$C_{\text{ион}} = \frac{(1 + k_{\text{тз}}) \cdot \sum_{i=1}^P C_{\text{и.и}} \cdot m_i \cdot t_{\text{рез.и}}}{T_{\text{ст.и.и}} \cdot n_i},$$

где $C_{\text{и.и}}$ – цена инструмента, используемого на i -й операции, $i = 1, \dots, P$;

$t_{\text{рез.и}}$ – время работы инструмента, применяемого на i -й операции, мин.;

m_i – количество одновременно используемых инструментов ($m_i=1$);

$T_{\text{ст.и.и}}$ – период стойкости инструмента, мин.;

n_i – возможное количество переточек (правок) инструмента;

$k_{\text{тз}}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов ($k_{\text{тз}}=0,06$).

Таблица 3 - стоимость инструмента

Наименование инструмента	Время работы (t), мин	Стойкость (T), мин	Количество переточек(реж. кромок) (n)	Цена, руб.	$\frac{C_{\text{и}} \cdot m \cdot t_{\text{рез.и}}}{T_{\text{ст.и.и}} \cdot n_i}$
Полотно ленточное	2,75	22	-	726,4 (за метр)	90,8
Резец подрезной с СМП	10,8	45	4	4784	287,04
Резец проходной с СМП	6,64	45	4	5102	188,21
Сверло центровочное комбинированное Ø4, тип R P6M5	0,059	-	0	186	11

Твердосплавное сверло на 15 мм	1,88	30	3	2090	43,65
Сверло с СМП на 30 мм	1,69	30	4	2373	33,42
Резец расточной с СМП	8,81	45	4	3589	175,66
Резец с СМП	1,52	45	4	5616	47,42
Фреза тв. сплав 23248-78 16-63-157-КМ2	68	50	0	1461	1986,96
Фреза тв. сплав 23248-78 20-75-190-КМ3	70,421	50	0	1461	1871,83
Фреза тв. сплав 1P222-0400-ХА 1630	10,25	15	0	461	368,8

$$C_{\text{ион}} = (1 + 0,06) \cdot (90,8 + 287,04 + 188,21 + 11 + 43,65 + 33,42 + 175,66 + 47,42 + 1986,96 + 2057,7 + 315,02) = 5551,1 \text{ руб.}$$

3.10 Расчет затрат по статье «Общеховые расходы»

Общеховые расходы распределяются между выпускаемыми изделиями пропорционально основной зарплате производственных рабочих с помощью нормативного коэффициента $k_{\text{оц}}$, рассчитываемого отдельно по каждому цеху. При отсутствии конкретных заводских данных его следует принять равным 50 – 80 %, от основной зарплаты производственных рабочих, т.е.

$$C_{\text{оп}} = C_{\text{озп}} \cdot k_{\text{оц}} = C_{\text{озп}} \cdot (0,5 \div 0,8) = 2133,02 \cdot 0,65 = 1386,5 \text{ руб.}$$

Приближенно можно дифференцировать значения $k_{\text{оц}}$ в зависимости от типа производства: среднесерийному – 0,65.

3.11 Расчет затрат по статье «Технологические потери»

В этой статье относится стоимость полуфабрикатов, деталей, сборочных единиц изделий, не соответствующих нормативной документации при условии, что это несоответствие возникает вследствие неполного знания физических и химических процессов, несовершенства технологического оборудования и измерительной аппаратуры. Эти потери предусматриваются технологическим процессом. Они допускаются в электронном, оптико-механическом, литейном, кузнечном, термическом, гальваническом и некоторых других производствах. При выполнении ВКР статья не рассчитывается.

3.12 Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы»

На данную статью относятся затраты по общему управлению предприятием, не связанные непосредственно с процессом производства и включающие в себя затраты на содержание административно-управленческого персонала; амортизационные отчисления и расходы на содержание и ремонт основных средств управленческого и общехозяйственного назначения (офисного оборудования, зданий и сооружений); расходы на отопление, освещение и оплату предприятия; плату за воду и землю и т.д. Расчет производится с помощью коэффициента $k_{ох}$, устанавливающего нормативное соотношение между величиной данных затрат и основной зарплатой производственных рабочих. Рекомендуемое значение $k_{ох} = 0,5$, т.е.

$$C_{ох} = C_{озп} \cdot k_{ох} = 2133,02 \cdot 0,5 = 1066,51 \text{ руб.}$$

3.13 Расчет затрат по статье «Потери брака»

Статья учитывает стоимость окончательно забракованной продукции, затраты по исправлению брака, она учитывается только в отчетных калькуляциях. В ВКР эти затраты не рассчитываются.

3.14 Расчет затрат по статье «Прочие производственные расходы»

На данную статью относятся непредвиденные расходы, расходы на гарантийное обслуживание продукции и др. В ВКР эти затраты не рассчитываются.

3.15 Расчет затрат по статье «Расходы на реализацию»

Статья включает затраты, связанные с реализацией изготовленной продукции: хранение и упаковка на складах готовой продукции; доставку продукции на станции и в порты отправления; рекламу и сбытовую сеть; комиссионные сборы посреднических организаций и пр. Эти расходы рекомендуется принять равными 1% от производственной себестоимости.

$$\begin{aligned} C_{\text{раз}} &= \sum C_i \cdot 0,01 \\ &= (13558,69 - 451,57 + 2133,02 + 213,302 + 720,32 + 1517,1 \\ &\quad + 1226,65 + 303,41 + 265,6 + 2133,02 + 5551,1 + 1386,5 \\ &\quad + 1066,51) \cdot 0,01 = 29623,65 \cdot 0,01 = 296,24 \text{ руб.} \end{aligned}$$

3.16 Расчет прибыли

Прибыль следует принять в размере 5÷20 % от полной себестоимости изделия

$$П = \sum C_i \cdot 0,2$$
$$= (13558,69 - 451,57 + 2133,02 + 213,302 + 720,32 + 1517,1 + 1226,65 + 303,41 + 265,6 + 2133,02 + 5551,1 + 1386,5 + 1066,51 + 296,24) \cdot 0,1 = 2992 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{себ.}} = 29920 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{пол.}} = 32911,88 \text{ руб.}$$

3.17 Расчет НДС

НДС составляет 20% от суммы полной себестоимости изделия и прибыли.

$$\text{НДС} = C_{\text{пол.}} \cdot 0,2 = 6582,38 \text{ руб}$$

3.18 Цена изделия

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС.

$$\text{Цена} = C_{\text{себ.}} + П + \text{НДС} = 29920 + 2992 + 6582,38 = 39494,38 \text{ руб.}$$

Вывод: в ходе расчетов себестоимости продукции, была определена конечная стоимость детали типа «Центратор».

4 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ
ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
4А6Б	Петренко Юрий Игоревич

Школа	ИШНПТ	Отделение (НОЦ)	ОМ
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	15.04.01 Машиностроение

Тема ВКР:

Разработка технологического процесса изготовления центратора	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является технологический процесс изготовления детали центратора.
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"> – ТК РФ от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018). – ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. – ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. – ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. – ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. – СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<ul style="list-style-type: none"> – Воздействие неподвижных режущих, колющих, обдирающих, разрывающих частей твердых объектов при соприкосновении с рабочим. – Отклонение показателей микроклимата. – Опасность поражения электрическим током. – Отсутствие или недостаток освещения. – Превышение уровня шума и вибраций. – Струи жидкости, воздействующие на организм работающего при соприкосновении с ним.
3. Экологическая безопасность:	<ul style="list-style-type: none"> – Загрязнение атмосферы: пыль, металлическая пыль, туманы масел и эмульсий. – Загрязнение гидросферы: сорс. – Загрязнение литосферы: стружки, опилки металлов, лом.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<ul style="list-style-type: none"> – Возникновение пожара. – Общие правил поведения и рекомендаций во время пожара.

	<ul style="list-style-type: none"> – План эвакуации. – Средства борьбы с огнем.
--	---

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна	-		13.04.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6Б	Петренко Юрий Игоревич		13.04.2020

4.1 Введение

Данный раздел предназначен для рассмотрения организационных, правовых, производственных и экологических вопросов, вопросов обеспечения безопасности на всех этапах получения детали «Центратор». В первом подразделе рассматриваются специальные правовые нормы трудового законодательства и нормативные документы, которыми необходимо руководствоваться при производстве выше упомянутой детали.

Во втором подразделе рассматривается производственная безопасность. Где на рабочем месте должны быть учтены требования к освещенности, температуре, шуму, наличию вредных или опасных веществ. А также и другие санитарно-гигиенические требования, относящиеся к организации рабочего места.

В третьем и четвертом рассматриваются правовые документы и нормы по предотвращению и устранению несчастных случаев, чрезвычайных ситуаций, озвучены способы снижения вредных воздействий на окружающую среду и человека.

Данные разделы необходимы для организации безопасной работы по производству данной детали. Пользователями разработанной технологии изготовления являются предприятия, в планах которых производить деталь, и рабочий персонал цеха, который принимает непосредственное участие в изготовлении.

Работа отвечает современным требованиям, так как при ее выполнении используются соответствующие нормативные документы, предлагаются современные средства по устранению или предотвращению опасных и вредных факторов производства.

4.1.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Для обеспечения требований промышленной безопасности при проведении исследований органами государственного и ведомственного надзора были разработаны и утверждены правила безопасности при проведении отдельных видов работ или эксплуатации промышленного оборудования [35].

– Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018).

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

– ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.

– ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования.

– ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования.

– СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.

В процессе производственной деятельности работодатель обязан обеспечить выполнение установленных законодательством условий безопасности, в том числе:

– безопасность работников при эксплуатации зданий, сооружений, оборудования, осуществлении технологических процессов, а также применяемых в производстве инструментов, сырья и материалов;

– применение средств индивидуальной и коллективной защиты работников;

– приобретение и выдачу специальной одежды, специальной обуви, других средств индивидуальной защиты.

4.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Одним из факторов комфортности рабочей среды является организация рабочего места. Рабочее место должно соответствовать определённым нормам.

- Рабочий стол должен быть устойчивым, иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество.
- Рабочий стул должен иметь дизайн, исключающий онемение тела из-за нарушения кровообращения при продолжительной работе на рабочем месте.
- Рабочее место должно соответствовать техническим требованиям и санитарным нормам.

Среди технических требований к рабочему месту инженера особенно важным является требование к освещенности, которая значительно влияет на эффективность трудового процесса. Поэтому необходимо обеспечить оптимальное сочетание общего и местного освещения.

Нормы естественного освещения установлены с учетом обязательной регулярной очистки стекол световых проемов не реже двух раз в год. Учитывая, что солнечный свет оказывает благоприятное воздействие на организм человека, необходимо максимально продолжительно использовать естественное освещение.

В соответствии с характером выполняемых работ, освещенность рабочего места должна быть 200 лк – общая освещенность и 300 лк – комбинированное освещение.

Работа в помещении может приходиться как в светлое, так и в темное время суток, что неизбежно обуславливает необходимость использования искусственного освещения. Освещение, правильно спроектированное и выполненное, предназначено для решения следующих вопросов: оно улучшает условия зрительной работы, снижает утомление, способствует

повышению производительности труда и качества выполняемой работы на рабочем месте.

4.2 Производственная безопасность

В данном пункте анализируются вредные и опасные факторы, которые могут возникать при разработке технологии изготовления детали «Центратор», а также ее реализации. Для идентификации потенциальных факторов необходимо использовать ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Перечень факторов сведены в таблицу 4.2.1 [16]

Таблица 4.2.1 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1. Воздействие неподвижных режущих, колющих, обдирающих, разрывающих частей твердых объектов при соприкосновении с рабочим		+	+	– ГОСТ 12.1.007-76 [18] – СанПиН 2.2.4.548-96 [19] – СП 60.13330.2016 [20] – СН 2.2.4/2.1.8.562–96 [21] – ГОСТ 12.1.003-2014 [17] – СП 52.13330.2016 [22]
2. Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	
3. Опасность поражения электрическим током	+	+	+	
4. Отсутствие или недостаток освещения	+	+	+	
5. Превышение уровня шума и вибраций		+		
6. Струи жидкости, воздействующие на организм работающего при соприкосновении с ним		+		

В соответствии с последовательностью в таблице 2.1 опишем выявленные вредные и опасные факторы. Каждый вредный фактор рассмотрим по следующему плану:

- источник возникновения фактора;
- воздействие фактора на организм человека;
- приведение допустимых норм с необходимой размерностью, а также при возможности проводится анализ на соответствие нормам;
- предлагаемые средства защиты (коллективные и индивидуальные) для минимизации воздействия фактора.

4.2.1 Воздействие неподвижных режущих, колющих, обдирающих, разрывающих частей твердых объектов при соприкосновении с рабочим

Источником возникновения рассматриваемого фактора будут являться заусенцы и острые кромки, которые формируются при обработке поверхностей, режущий инструмент. При воздействии данного фактора возникают порезы и ссадины, которые отрицательно влияют на кожный покров, чаще всего руки человека. Чтобы снизить воздействие устанавливают защитные ограждения на станки, обустривают рабочие места и обучают рабочий персонал. Также необходимо использовать спецодежду.

4.2.2 Отклонение показателей микроклимата

Источником изменения микроклимата на исследуемом участке будет всё участвующее в производстве изделий оборудование, т. е. станки и сами рабочие. Микроклимат в производственных условиях определяется следующими параметрами:

- температура воздуха;
- относительная влажность воздуха;

– скорость движения воздуха.

Оптимальные и допустимые показатели температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений должны соответствовать значениям, приведенным в таблицах 1 и 2 СанПиН 2.2.4.548-96 [19].

Для обеспечения оптимальных и допустимых показателей микроклимата в холодный период года применяются средства защиты рабочих мест остекленных поверхностей оконных проемов, в теплый период года предусматривают защиту от попадания прямых солнечных лучей. Также в цеху имеются кондиционеры, для поддержания необходимых условий. Одними из основных мероприятий по оптимизации микроклимата и состава воздуха в производственных помещениях являются обеспечение надлежащего отопления, вентиляции и кондиционирования по СНиП41-01-2003 [20].

4.2.3. Опасность поражения электрическим током

Основными причинами воздействия тока на человека являются: случайные проникновения или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям; появление напряжения на металлических частях оборудования в результате повреждения изоляции и др. Поражающее действие электрического тока зависит от значения и длительности протекания тока через тело человека, рода и частоты тока, места протекания тока, индивидуальных свойств человека.

Наиболее опасный для человека представляет собой переменный ток с частотой 20 – 100 Гц. Опасная величина тока представляет собой ток, равный 0,001 А, а смертельный 0,1 А. Также исход электро-поражения зависит от состояния внешней среды. Могут быть следующие виды воздействий:

Термическое (ожог), электрическое, механическое (электрометаллизация) и биологическое (паралич мышц, электрический удар).

Опасность возникновения статического электричества представляет собой в возможности образования электрической искры и вредном воздействии его на организм человека, причем не только при непосредственном контакте с зарядом, но и за счет действия электрического поля, возникающем при заряженном поле.

Мероприятия по защите от поражения электрическим током:

- защитное заземление и изоляция токоведущих частей;
- применение блокировок электрических аппаратов;
- устройство защитного отключения электроустановок;
- применение устройств предупредительной сигнализации;
- защите персонала от электромагнитных полей;
- использование индивидуальных средств защиты.

4.2.4 Отсутствие или недостаток освещения

Причиной недостатка освещения могут являться неправильно спроектированные оконные проемы, неправильно рассчитанные показатели освещения или использование ламп низкого качества. Плохое освещение негативно воздействует на зрение, приводит к быстрому утомлению, снижает работоспособность, вызывает дискомфорт, является причиной головной боли и бессонницы. Нормы естественного и искусственного освещения установлены СП 52.13330.2016 [22].

Способы улучшения освещения:

- использование люминесцентных ламп;
- локальное размещение ламп на металлорежущих станках;
- усовершенствование системы освещения и т.д.

4.2.5 Превышение уровня шума и вибраций

Источниками шума и вибраций на производственном участке являются металлорежущие станки, как например: токарные, фрезерно-центровальные, шлифовальные, станки с ЧПУ, обрабатывающие центры и др. Шум раздражительно влияет на работника, повышает его утомляемость и способен привести к потере слуха. Вибрации станков могут привести к получению человеком различных травм.

Минимизируют влияние шума и вибраций следующими способами:

- использование малошумных машин с меньшей виброактивностью;
- использование материалов и конструкций, препятствующих распространению шума и вибрации;
- оптимальное размещение машин и т.д.

4.2.6 Струи жидкости, воздействующие на организм работающего при соприкосновении с ним

Под этим фактором подразумевается воздействие СОТС на организм человека. Отрицательное воздействие СОТС на рабочих связано с ее попаданием на кожу и в дыхательные пути в процессе изготовления эмульсии, ее разбрызгивания и перегрева при механообработке деталей, из-за протечек в системе смазки и охлаждения оборудования, случайных проливов. В процессе металлообработки рабочая эмульсия подвергается деструкции под воздействием высоких температур, загрязняется механическими примесями, например, металлической пылью, частицами абразивных материалов, волокнами обтирочных материалов и посторонними маслами, что приводит к увеличению опасности отработанной СОТС в 15-30 раз по сравнению со свежеприготовленной. Наиболее частыми проблемами со здоровьем у рабочих-станочников являются: масляные фолликулиты, эпидермиты, контактные неаллергические дерматиты, аллергия на СОТС (раздражение

кожи, ринит, конъюнктивит, зуд в носу и горле, приступообразный кашель) [15].

Чтобы свести к минимуму вред от применения СОТС на предприятии, необходимо:

- перейти на использование экологически безопасных эмульсий;
- правильно обустроить общецеховую и местную приточно-вытяжную вентиляцию;
- обеспечивать рабочих чистой спецодеждой и необходимыми средствами индивидуальной защиты;
- производить своевременную замену отработанной эмульсии и ее утилизацию в соответствии с требованиями экологических стандартов.

4.3. Экологическая безопасность

Для того что бы изготовить деталь «Центратор», нужен материал. Который изготавливается методом отлива металла с последующим формообразованием, прокат или штамповка.

Основными источниками загрязнения атмосферы при изготовлении материала заготовки являются металлоплавильные и чугуноплавильные агрегаты, электроплавильных, конверторных и литейных цехов, а также топочные устройства печей и котельных всех назначений.

Так же механическая обработка на станках сопровождается выделением пыли, стружки, туманов масел и эмульсий, которые через вентиляционную систему выбрасываются из помещений, чем отрицательно влияют на состояние атмосферы. При шлифовании выделяется большое количество тонкодисперсной пыли. Пыль, образующаяся в процессе абразивной обработки, на 30-40% состоит из материала абразивного круга, на 60-70% - из материала обрабатываемого изделия.

Содержание вредных веществ в атмосфере нормируется следующими документами:

– ГН 2.2.5.2308 – 07. Ориентировочно безопасный уровень воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны [25].

– СанПиН 2.1.6.1032 – 01. Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест.

– ГН 2.1.6.3492 – 17. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений [27].

Некоторые методы защиты атмосферы от загрязнений:

– Локализация токсичных веществ в зоне их образования местной вентиляцией, очистка загрязненного воздуха в специальных аппаратах и его возврат в производственное или бытовое помещение, если воздух после очистки в аппарате соответствует нормативным требованиям к приточному воздуху.

– Локализация токсичных веществ в зоне их образования местной вентиляцией, очистка загрязненного воздуха в специальных аппаратах, выброс и рассеивание в атмосфере [23,26,27].

Загрязнение гидросферы происходит путем выброса отработанной СОТС и масла, органические растворители, ГСМ и тд. Нормирование происходит следующими нормативными документами:

– ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования [29].

– ГОСТ 17.1.3.13-86. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнений [24].

Методы предотвращения выбросов отходов в гидросферу следующие:

– Механический метод фильтрация и мембранные методы очистки.

– Термический метод(выпаривание/дистиляция).

– Отделение воды от СОТС в центрифуге.

– Реагентная флотация и реагентная коагуляция.

Загрязнителем литосферы считаются захоронения промышленных и бытовых отходов. К промышленным отходам относятся механические отходы детали - стружка, опилки металлов, лом. Также к отходам можно отнести изготавливаемую продукцию, переставшая выполнять требуемые от неё функции.

Защита литосферы нормируется следующими документами:

– СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов [28].

– ГОСТ Р ИСО 1410-2010. Экологический менеджмент. Оценка жизненного Цикла. Принципы и структура [32].

Загрязнение литосферы сокращается путем сортировки отходов производства и при возможности перерабатывать отходы производства.

4.4. Безопасность при чрезвычайных ситуациях

«Чрезвычайная ситуация: Обстановка на определенной территории или акватории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью, окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей» ГОСТ Р 22.0.02-2016 [33].

Основными причинами возникновения чрезвычайных ситуаций являются.

Во-первых, внутренние, к которым относятся: физический и моральный износ оборудования, высокие температуры в зоне резания, низкая трудовая и технологическая дисциплина, проектно-конструкторские недоработки, сложность технологий, недостаточная квалификация персонала. Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое

электричество и т. п. (Общие требования пожарной безопасности установлены ГОСТ 12.1.004-91) [34].

Во-вторых, внешние чрезвычайные ситуации, - это стихийные бедствия, неожиданное прекращение подачи электроэнергии, воды, технологических продуктов, терроризм, войны. Одними из наиболее вероятных и разрушительных видов ЧС являются взрыв или пожар на рабочем месте. Пожарная безопасность представляет собой единый комплекс организационных, технических, режимных и эксплуатационных мероприятий по предупреждению пожаров и взрывов.

Пожарная профилактика основывается на исключении условий, необходимых для горения, и использования принципов обеспечения безопасности.

Предотвращение пожара достигается исключением образования горючей среды и источников зажигания, а также поддержанием параметров среды в пределах, исключающих горение.

В результате возникновения пожара работнику необходимо действовать следующим образом:

- оповестить пожарную охрану;
- сообщить руководству предприятия;
- включить сигнализацию, СОУЭ, системы дымоудаления, пожаротушения;
- обеспечить эвакуацию работников, не участвующих в ликвидации пожара.

Поскольку на производстве обычно присутствуют оборудование и приборы, работающие от электросети, их нужно обесточить. Персоналу разрешено делать это с разрешения руководства, с соблюдением правил отключения аппаратуры. Вместе с этим перекрывают (отключают) систему вентиляции, подачи газа и горючих веществ, паровые и водяные трубопроводы.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды. Огнетушители водо-пенные (ОХВП-10) используют для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В. Кроме того, порошковые применяют для тушения документов. Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например ОП-5.

Выводы по разделу

В качестве практического примера был взят производственный участок, располагаемый в г.Томск, 16А корпус ТПУ.

В результате исследования производственного участка, были получены ответы по правовым, организационным, производственным и экологическим вопросам безопасности, а также вопросам безопасности в ЧС. При воздействии каких-либо вредных или опасных факторов на производстве необходимо будет воспользоваться методами, приведенных в этих разделах, описанных выше.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Задачей выпускной квалификационной работы являлась разработка технологического процесса изготовления детали типа «Центратор». Технологический процесс содержит: маршрутный технологический процесс изготовления; карта эскизов технологических операций; расчет норм времени каждой операции; список необходимых станков и инструмента для реализации обработки; расчёт сил, режимы резания, конструкторскую документацию на оправки. А также рассмотрена экономическая составляющая процесса изготовления.

В разделе социальной ответственности, были рассмотрены негативные факторы, влияющие на человека в производственном помещении. В ходе анализа производственного помещения, было установлено, что помещение соответствует всем санитарным нормам и правилам утвержденных законодательством РФ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2010. – 100 с.
2. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 /Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова.— 4-е изд., перераб. и доп.— М.: Машиностроение, 1985. 496 с.
3. Sandvik Coromant «Обработка титана» / техническое руководство. 2011, 140 с
4. ToolGuide: toolguide.sandvik.coromant.com (дата обращения 11.04.2020)
5. Аверьянов И.Н., Болотеин А.Н Проектирование и расчет станочных и контрольно- измерительных приспособлений в курсовых и дипломных проектах: учебное пособие. – Рыбинск: РГАТА, 2010.- 220 с.
6. <http://www.consultant.ru/law/ref/calendar/proizvodstvennye/2020/> (дата обращения 11.04.2020)
7. Методические указания к выполнению раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» выпускной квалификационной работы для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 15.03.01 «Машиностроение».
8. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ. Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2019. – 23 с. Составители Е.Н. Пашков, А.И. Сечин, И.Л. Мезенцева
9. Горбацевич А. Ф., Шкред В. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов. — 5-е издание, стереотипное. Перепечатка с четвертого издания 1983 г. - М.: ООО ИД «Альянс»,2007. - 256 с

10. Кривоухов В.А., Чубаров А.Д. Обработка резанием титановых сплавов / М. Машиностроение, 1970, 180 с.

11. Методические указания к выполнению раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» выпускной квалификационной работы для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 15.03.01 «Машиностроение» / сост. В.Ю. Конотопский; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 22 с.

12. https://daks-chelny.ru/netcat_files/multifile/452/430_105.pdf (дата обращения 15.04.2020)

13. <https://rosmark.ru/catalog/pily-po-metallu/lentochnye-pily/lenox/diemaster-2.php> (дата обращения 15.04.2020)

14. <https://www.vekomet.ru/metall/titan-lom/> (дата обращения 15.04.2020)

15. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Мн.: Высшая школа, 1983. – 256 с.

16. Пашков Е.Н. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы магистра, специалиста и бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ/Сост. Е.Н. Пашков, А.И. Сечин, И.Л. Мезенцева – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2019. – 23 с.

17. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.

18. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.

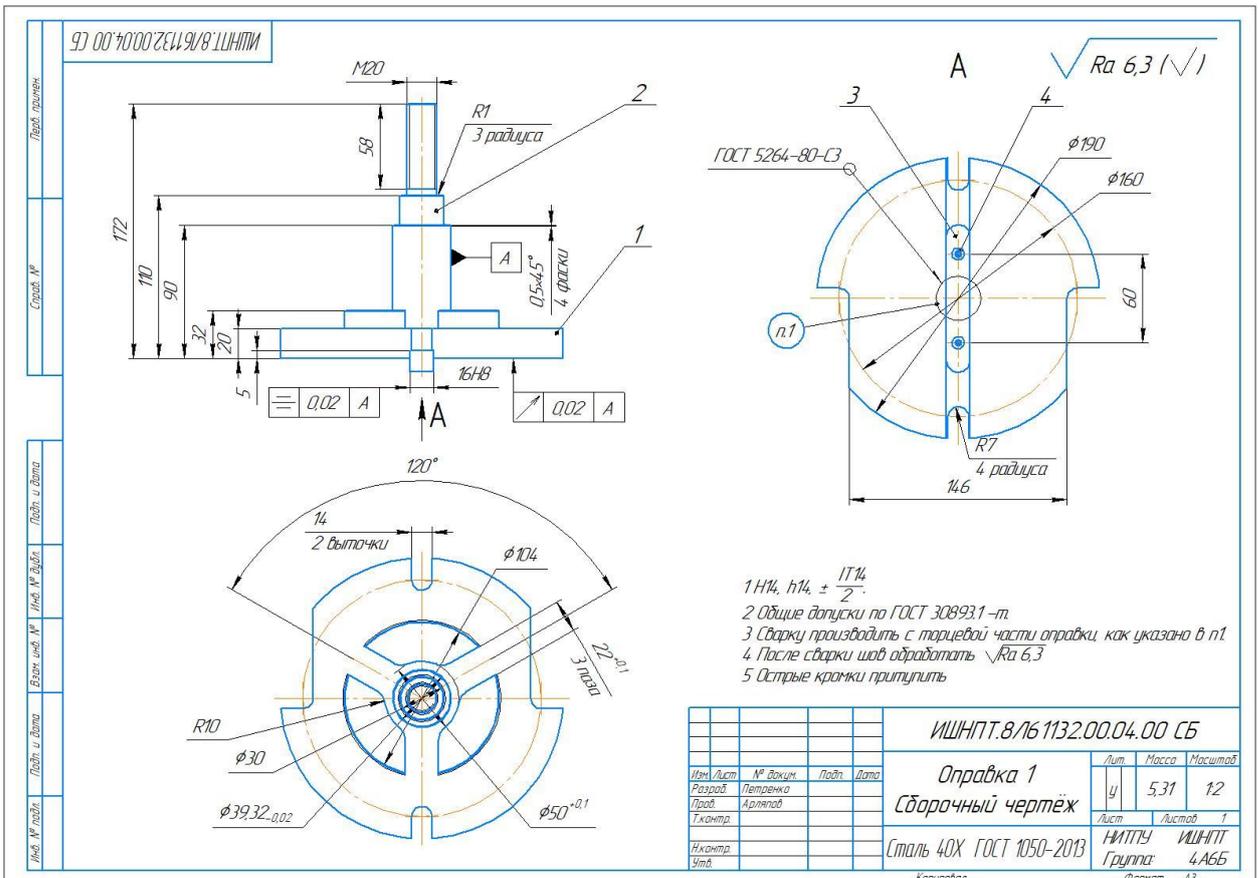
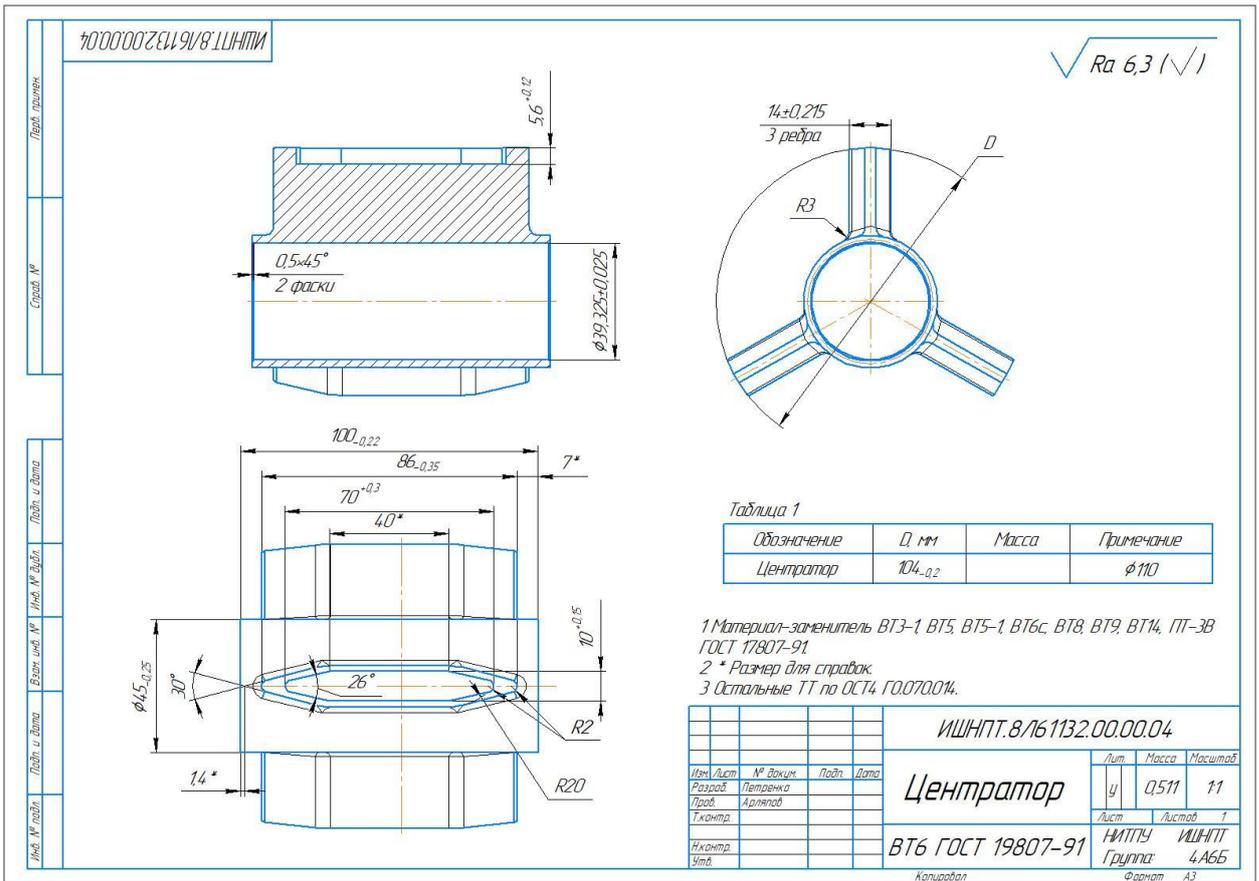
19. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

20. СП 60.13330.2016 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003.

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

22. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*
23. ГН 2.2.5.3532–18. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
24. ГОСТ 17.1.3.06-82. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод.
25. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов.
26. ГН 2.2.5.2308 – 07. Ориентировочно безопасный уровень воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны
27. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест.
28. ГН 2.1.6. 3492 – 17. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений.
29. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест.
30. ГН 2.1.6.2309 – 07. Ориентировочно безопасный уровень воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.
31. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.
32. ГОСТ Р ИСО 1410-2010. Экологический менеджмент. Оценка жизненного Цикла. Принципы и структура.
33. ГОСТ Р 22.0.02-2016
34. ГОСТ 12.1.004-91
35. <http://docs.cntd.ru/document/1200136071> (дата обращения 1.03.2020)

Приложение А
Комплект документации



ИШНПТ.8/Л61132.00.00.08

$\sqrt{Ra\ 6,3 (\sqrt{1})}$

Перв. примен.

Справ. №

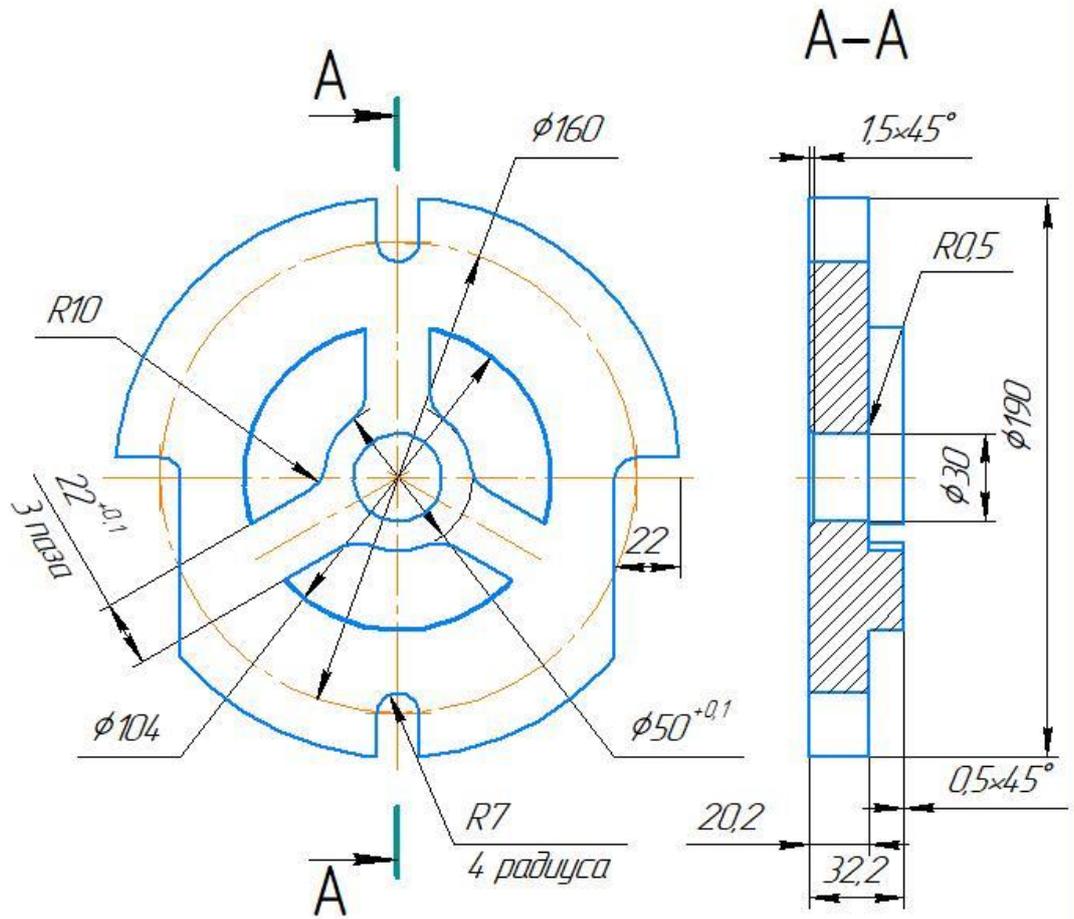
Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.



1 H14, h14, $\pm \frac{IT14}{2}$.

2 Общие допуски по ГОСТ 30893.1-т.

3 Острые кромки притупить

ИШНПТ.8/Л61132.00.00.08

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Диск оправки 1

Сталь 40X ГОСТ 1050-2013

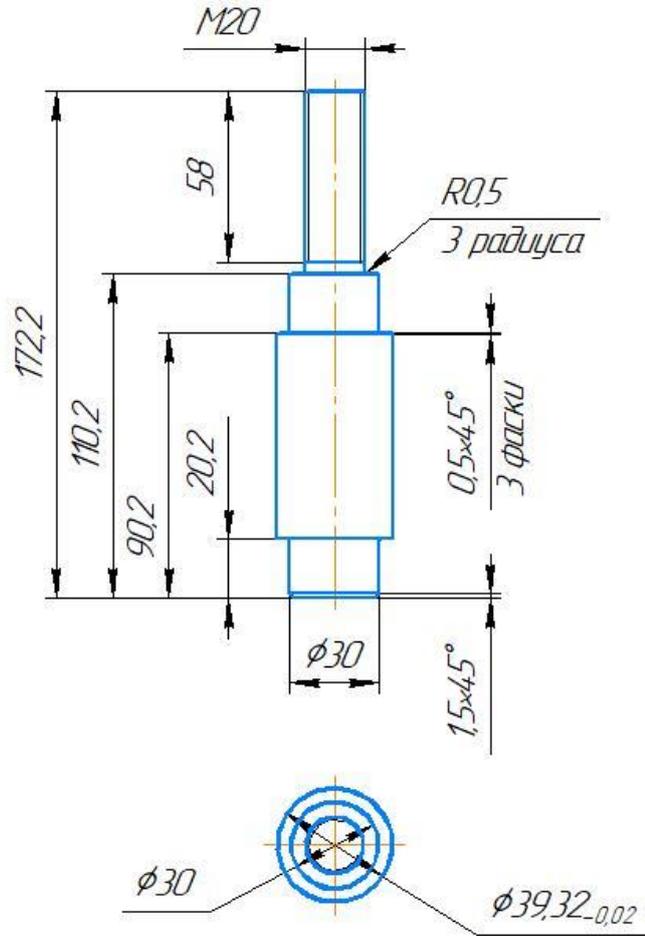
Лист	Масса	Масштаб
1	112	1:2
Лист		Листов 1
НИТЛУ		ИШНПТ
Группа:		4А6Б

Копировал

Формат А4

ИШНПТ.8/Л61132.00.00.09

✓ Ra 6,3 (✓)



1 H14, h14, $\pm \frac{IT14}{2}$.

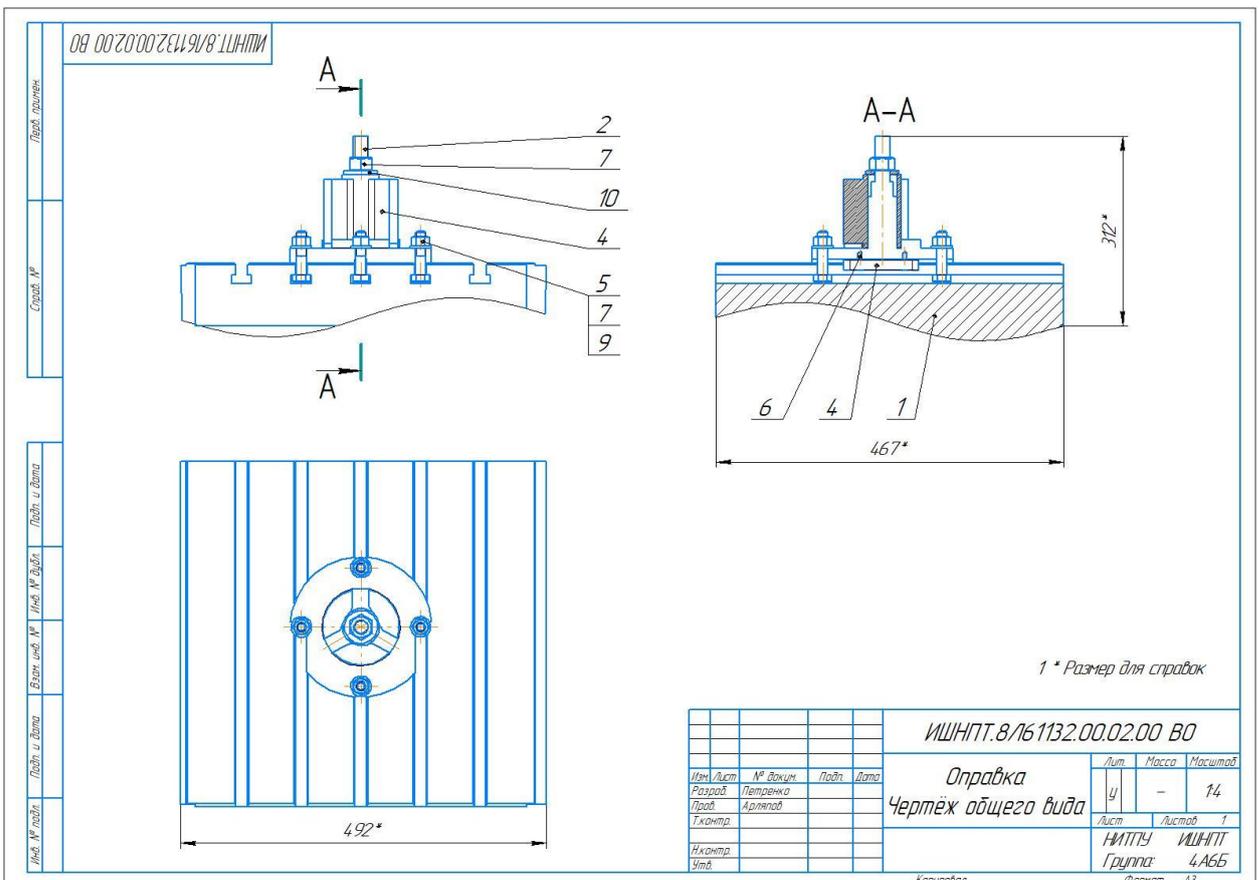
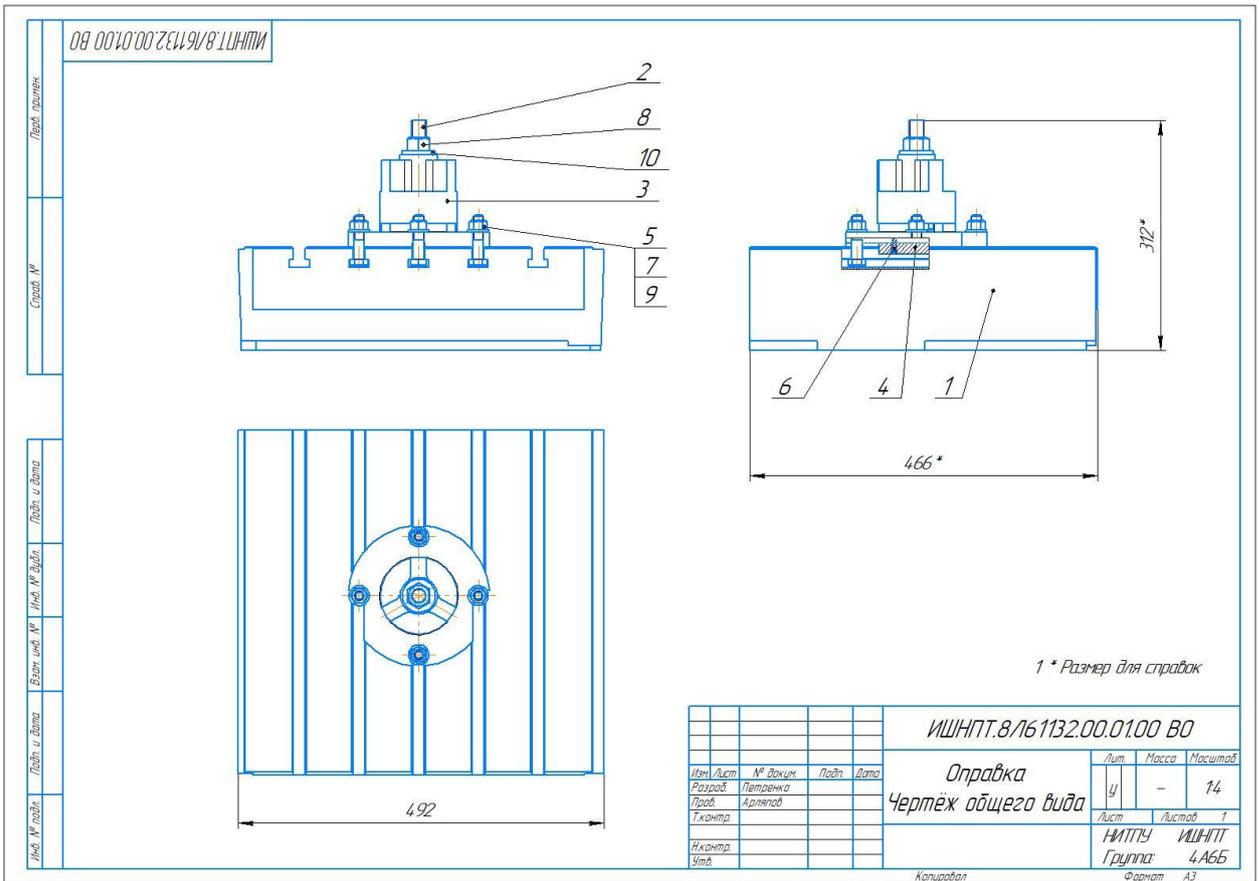
2 Общие допуски по ГОСТ 30893.1 -т.

3 Острые кромки притупить

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИШНПТ.8/Л61132.00.00.09		
Разраб.	Петренко						
Проб.	Арляпов				Лит.	Масса	Масштаб
Т.контр.					У	1,04	1:2
И.контр.					Лист	Листов	1
Утв.					Сталь 40X ГОСТ 1050-2013		НИТЛУ ИШНПТ Группа: 4А6Б

Копировал

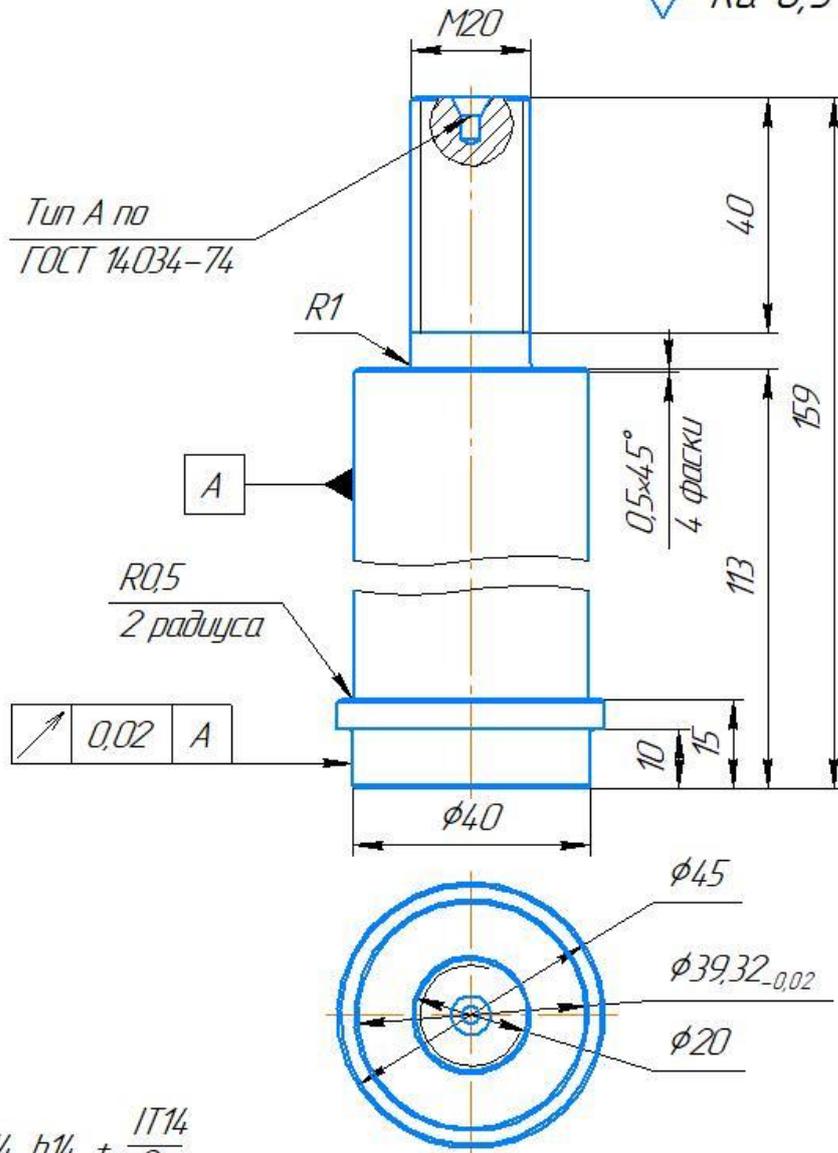
Формат А4



Инв. № подл.	Изм. / лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИШНПТ.8/161132.00.01.00	Оправка	Лит.	Лист	Листов
							У	1	2
Инв. № подл.	Н.контр.				ИШНПТ.8/161132.00.01.00	Оправка	НИТЛУ ИШНПТ		
	Утв.						Группа: 4А6Б		
Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата				ИШНПТ.8/161132.00.01.00		
Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата				ИШНПТ.8/161132.00.00.02		
Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата				ИШНПТ.8/161132.00.00.04		
Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата				ИШНПТ.8/161132.00.00.03		
Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата				ИШНПТ.8/161132.00.00.01		
Справ. №							ИШНПТ.8/161132.00.01.00 СБ		
Перв. примен.							ИШНПТ.8/161132.00.01.00 СБ		
							Документация		
							Сборочные единицы		
							Сборочный чертёж		
							1		
							Сборочные единицы		
							Стол фрезерный		
							1		
							Детали		
							Оправка 1		
							1		
							Центратор		
							1		
							Шпанка ГОСТ 10748-79		
							16×14×100		
							1		
							Стандартные изделия		
							Болт ГОСТ 7798-70		
							М14×15-6gx60		
							4		
							Винт DIN 6912		
							М5×0,8-6gx20		
							2		
							Гайка ГОСТ 5915-70		
							М14×15-6H		
							4		
							Гайка ГОСТ 5915-70		
							М20-6H		
							1		
							ИШНПТ.8/161132.00.01.00		
							Оправка		
							Лит. У		
							Лист 1		
							Листов 2		
							НИТЛУ ИШНПТ		
							Группа: 4А6Б		
							Копировал		
							Формат А4		

ИШНПТ.8/161132.00.00.05

$\sqrt{Ra\ 6,3\ (\checkmark)}$



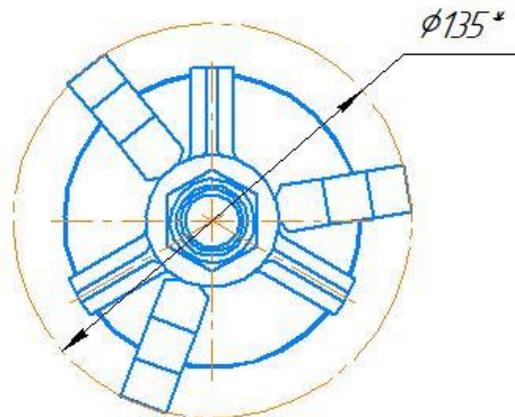
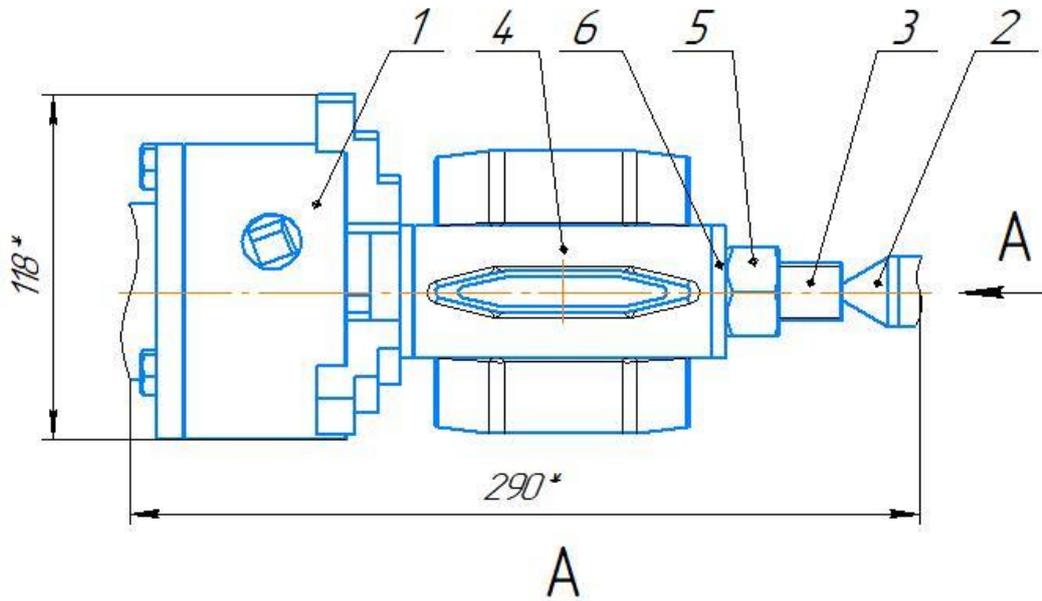
- 1 H14, h14, $\pm \frac{IT14}{2}$.
- 2 Общие допуски по ГОСТ 30893.1-т.
- 3 Острые кромки притупить

Перв. примен.				ИШНПТ.8/161132.00.00.05					
Справ. №									
Подп. и дата				ИШНПТ.8/161132.00.00.05					
Инв. № дубл.									
Взам. инв. №				ИШНПТ.8/161132.00.00.05					
Подп. и дата									
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Оправка 2	Лист	Масса	Масштаб
	Разраб.	Петренко					У	113	1:1
	Проб.	Арляпов				Лист	Листов	1	
	Т.контр.					Сталь 40Х ГОСТ 1050-2013	НИТЛУ	ИШНПТ	
	Н.контр.					Группа:	4А6Б		
Утв.						Копировал	Формат	A4	

ИШНПТ.8/Л61132.00.03.00 В0

Перв. примен.

Справ. №



1 * Размер для справок

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разроб.		Петренко		
Проб.		Арляпов		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

ИШНПТ.8/Л61132.00.03.00 В0

Оправка 2
Чертеж общего вида

Лит.	Масса	Масштаб
У	-	1:2
Лист	Листов 1	
НИТГУ		ИШНПТ
Группа:		4А6Б

Копировал

Формат А4

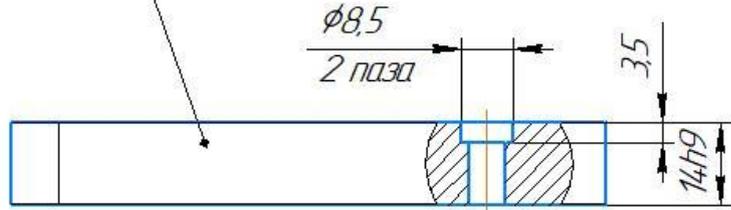
ИШНПТ.8/Л61132.00.00.03

√ Ra 3,2 (√)

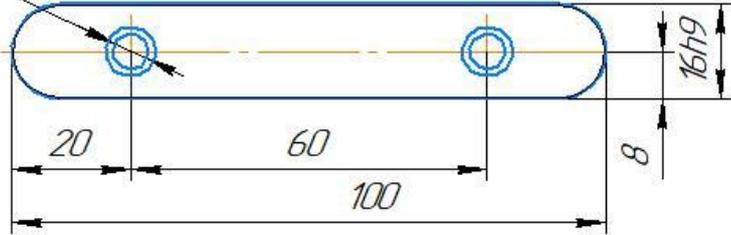
Перв. примен.

Справ. №

Шпонка
ГОСТ 10748-79



φ6
2 отв.



Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

1 Н14, h14, ± $\frac{IT14}{2}$.
2 Острые кромки притупить.

Подп. и дата

ИШНПТ.8/Л61132.00.00.03

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разработ.		Петренко		
Проб.		Арляпов		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

Шпонка

Лит.	Масса	Масштаб
У	0,31	1:1
Лист	Листов 1	

Сталь ГОСТ 8787-68

НИТЛУ ИШНПТ
Группа: 4А6Б

Копировал

Формат А4

См. рабочий чертеж Центратор

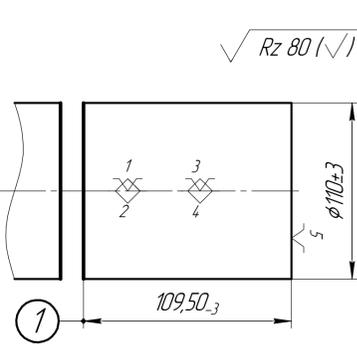
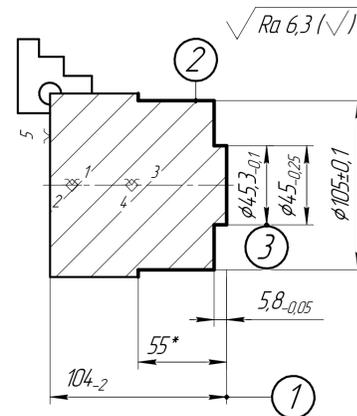
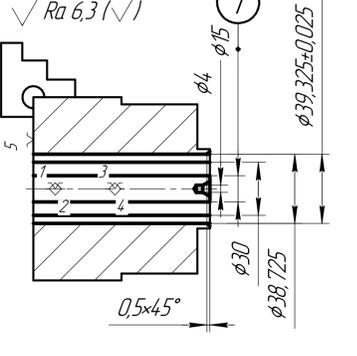
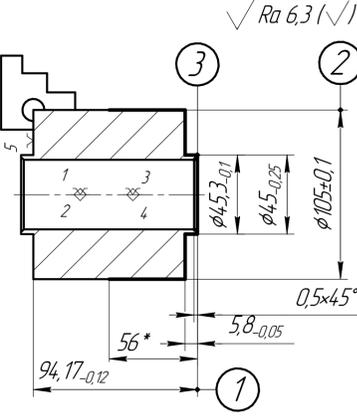
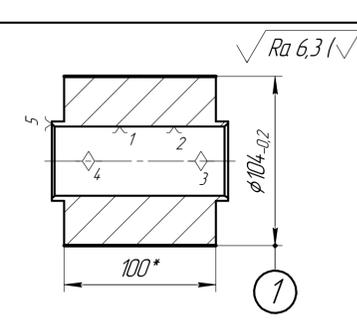
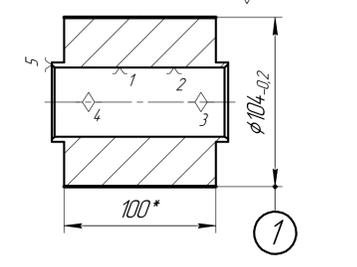
Национальный Исследовательский
Томский Политехнический Университет

Инженерная школа новых
производственных технологий

Карта технологического процесса

Материал	Код и вид	Заготовка	
Наименование, марка		Профиль Размеры	Код и вид
ВТ6 ГОСТ 19807-91		Кол.	Масса, кг
		400	4,7

ИШНПТ.8/161132.001

Номер операции	перехода	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие одобрения отряд. делателем	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в направлении подачи, мм	Длина в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режим обработки		Нормы времени, мин					Разряд работы		
						режущий	измерительный						mm/об	mm/мин	Частота, об/мин	Скорость резания, м/мин	T ₀	T _{0c}	T _{пз}		T _{шт}	T _{штк}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
005	1	Отрезная Установить пруток, закрепить Отрезать дефектный конец прутка L=20мм 3 Резать пруток на заготовку выдержав размер 109,5 _{-0,3} 4 Уложить заготовку в тару 5 Уложить отходы в тару 6 Контролировать исполнителем-100%, ОТК-2%		Ленточно отрезной станок ARG 200 PLUS	Строп СКП				1	110		2,5		40		10	2,75	0,6875	0,20625	3,64		
010	1	Токарная с ЧПУ Установить заготовку, закрепить 2 Подрезать торец 1, выдержав размер 104 _{-0,2} 3 Точить поверхность 2, выдержав размеры 55°, φ105 ^{+0,1} _{-0,1} 4 Точить поверхность 3 предварительно, выдержав размеры 5,8 _{-0,05} , φ45,3 _{-0,1} 5 Точить поверхность 3 окончательно, выдержав размеры 5,8 _{-0,05} , φ45 _{-0,25}		Токарный станок с ЧПУ модель GoodWay GLS-1500LY	Патрон самоцентрирующий трехлапчатый	Резец DDNR 2020K 15 Пластину DNMG 15 06 16-SMR 1105 DNMG 15 06 12-SM 1105			5	60		1	0,3		160	55,3	6,311					
	2	Центровать торец φ4 3 Сверлить отверстие 1 сквозное в размер φ15 8 Рассверливать отверстие выдерживая размер φ30 9 Рассточивать отверстие выдержав размер φ38,725 10 Рассточивать отверстие окончательно в размер φ39,325 ^{+0,025} _{-0,025} 11 Точить фаску 0,5×45° 12 Открепить, снять заготовку, уложить в тару 13 Контролировать исполнителем-100% ОТК-2%				Прубка φ39,325 ^{+0,02}																
015	1	Токарная с ЧПУ Установить заготовку, закрепить 2 Подрезать торец 1 выдержав размер 94,175 _{-0,12} 3 Точить поверхность 2, в размеры 56°, φ105 ^{+0,1} _{-0,1} 4 Точить поверхность 3 предварительно, выдержав размеры 5,8 _{-0,05} , φ45,3 _{-0,1} 5 Точить поверхность 3 окончательно, выдержав размеры 5,8 _{-0,05} , φ45 _{-0,25} 6 Открепить, снять заготовку, уложить в тару 7 Контролировать исполнителем-100% ОТК-2%		Токарный станок с ЧПУ модель GoodWay GLS-1500LY	Патрон самоцентрирующий трехлапчатый	Резец DDNR 2020K 15 Пластину DNMG 15 06 16-SMR 1105 DNMG 15 06 12-SM 1105			2	110		17	0,3		180	62,2	2,217					
	2	Центровать торец φ4 3 Сверлить отверстие 1 сквозное в размер φ15 8 Рассверливать отверстие выдерживая размер φ30 9 Рассточивать отверстие выдержав размер φ38,725 10 Рассточивать отверстие окончательно в размер φ39,325 ^{+0,025} _{-0,025} 11 Точить фаску 0,5×45° 12 Открепить, снять заготовку, уложить в тару 13 Контролировать исполнителем-100% ОТК-2%				Прубка φ39,325 ^{+0,02}																
020	1	Токарная Установить заготовку, закрепить 2 Точить поверхность 1, в размеры 100°, φ104 _{-0,2} 3 Открепить, снять заготовку, уложить в тару 4 Контролировать исполнителем-100% ОТК-2%		Токарный станок 16K20	Оправка 2	Резец DDNR 2020K 15 Пластину DNMG 15 06 16-SMR 1105			1	104		0,2		160	52,3	3,123	0,781	0,234	4,138			

Лист 1 из 2
Всех шиф. №
Лист № 1
Лист № 2
Лист № 3
Лист № 4
Лист № 5
Лист № 6
Лист № 7
Лист № 8
Лист № 9
Лист № 10
Лист № 11
Лист № 12
Лист № 13
Лист № 14
Лист № 15
Лист № 16
Лист № 17
Лист № 18
Лист № 19
Лист № 20
Лист № 21
Лист № 22
Лист № 23
Лист № 24
Лист № 25
Лист № 26
Лист № 27
Лист № 28
Лист № 29
Лист № 30
Лист № 31
Лист № 32
Лист № 33
Лист № 34
Лист № 35
Лист № 36
Лист № 37
Лист № 38
Лист № 39
Лист № 40
Лист № 41
Лист № 42
Лист № 43
Лист № 44
Лист № 45
Лист № 46
Лист № 47
Лист № 48
Лист № 49
Лист № 50

ИШНПТ.8/161132.001		
Лист	№ док.	Подп.
Разраб.	Летренко	Шта
Проб.	Адрянов	
Т.контр.		
И.контр.		
Этап		
Операционная карта		
Лист	1	Листов
Масса		Масштаб
ИШНПТ	ИШНПТ	
Группа	4А6Б	
Формат	A1	

Имя, № табл. Лист и дата. Взам. инв. № Инв. № табл. Лист и дата.

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие однокорпусной обработки деталей	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в направлении подачи, мм	Глубина в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режим обработки		Нормы времени, мин					Разряд работы
операции	перехода					режущий	измерительный						мм/об	мм/мин	Частота, об/мин	Скорость резания, м/мин	T _{об}	T _{вс}	T _{пз}	
025	1 2 3	Фрезерная с ЧПУ Установить заготовку, закрепить Фрезеровать контур 1, ширина фрезерования 50 мм Открепить, снять заготовку, уложить в тару		Станок с ЧПУ HAAS VF3	Оправка 1	Фреза ГОСТ 23248-78 16-63-157-КМ2			27	104	50	1	0,3	500	25,1	34	8,5	2,55	45,05	
030	1 2 3	Фрезерная с ЧПУ Установить заготовку, закрепить Фрезеровать контур 1, ширина фрезерования 50 мм Открепить, снять заготовку, уложить в тару				Фреза ГОСТ 23248-78 16-63-157-КМ2			27	104	50	1	0,3	500	25,1	34	8,5	2,55	45,05	
035	1 2	Фрезерная с ЧПУ Установить заготовку, закрепить Фрезеровать контур 1, выдержав размеры $\phi 4,5_{-0,25}$, ширину лопатки 18				Фреза ГОСТ 23248-78 16-63-157-КМ2			90	104		2,5	0,3	500	25,1	60				
	3	Фрезеровать контур 1 выдерживая размеры R3, R20 $14_{-0,25}$, $86_{-0,35}$		Фреза ГОСТ 23248-78 20-75-190-КМ3	Оправка 2			1		29,5	1	0,3	500	25,1	10,421	20,17	6,05	106,89		
	4 5	Фрезеровать контур 1 выдерживая размеры R2, $10_{-0,15}$, $70_{-0,3}$, 40^* , угол 26° Открепить, снять заготовку, уложить в тару		Фреза IP222-0400-ХА 1630				2		186	2	0,3	500	25,1	10,25				266,11	
040		Слесарная Острые края притупить																		
045		Контроль ОТК-10 %																		