

Школа: Инженерная школа новых производственных технологий

Направление подготовки: 15.03.01 Машиностроение

Отделение школы (НОЦ): Отделение машиностроение

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии изготовления детали «Вал тихоходный»

УДК 621.81-2-047.84

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4А7Б	Сатимов Шохбозбек Шавкатжон угли		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преп. ОМШ ИШНПТ	Пустовых Ольга Сергеевна	-		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОСГН ШБИП ТПУ	Клемашева Елена Игоревна	канд. экон. наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД ТПУ	Антоневич Ольга Алексеевна	канд. биол. наук		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2022 г.

**Результаты обучения
по направлению
15.03.01 Машиностроение
по специальности
Технология, оборудование и автоматизация
машиностроительных производств**

Код результата	Результат обучения
Общие по направлению подготовки (специальности)	
Р1	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.
Р2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.
Р3	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.
Р4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
Р5	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.

Р6	<p>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, строительного-монтажного комплекса и</p> <p>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</p>
Р7	<p>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</p>
Р8	<p>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.</p>
Профиль 3 (Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств)	
Р11	<p>Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных и строительного-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</p>

	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.

Школа: Инженерная школа новых производственных технологий

Направление подготовки: 15.03.01 Машиностроение

Отделение школы (НОЦ): Отделение машиностроение

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

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

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной**

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-4А7Б	Сатимов Шохбозбек Шавкатжон угли

Тема работы:

Разработка технологии изготовления детали «Вал тихоходный»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	03.02.2022 №34-76/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

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>	<ul style="list-style-type: none"> - Чертеж детали седло; - Программа выпуска деталей $N=3000$шт/год; - Материал детали – Сталь 45 ГОСТ 1050-88;
---	--

<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>Технологическая часть: Определение типа производства, анализ технологичности конструкции детали, разработка маршрутного техпроцесса, размерный анализ, расчёт режимов резания, подбор оборудования, расчёт основного времени.</p> <p>Конструкторская часть: Расчёт и проектирование оснастки.</p>
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Чертёж детали, размерный анализ технологического процесса, граф технологических размеров, карта технологического процесса, чертёж приспособления</p>
<p align="center">Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p align="center">Раздел</p>	<p align="center">Консультант</p>
<p>Технологическая часть</p>	<p>Пустовых Ольга Сергеевна</p>
<p>Конструкторская часть</p>	<p>Пустовых Ольга Сергеевна</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Клемашева Елена Игоревна</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Антоневич Ольга Алексеевна</p>

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преп. ОМШ ИШНПТ	Пустовых Ольга Сергеевна	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4А7Б	Сатимов Шохбозбек Шавкатжон угли		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит: 87 страниц, 20 рисунка, 19 таблиц, 23 источников.

Ключевые слова: вал, мерительный инструмент, технологический процесс, поверочная призма, индикатор часового типа, инструмент.

Объект исследования: деталь «Вал тихоходный»

Целью работы является разработка технологии изготовления детали «Вал тихоходный». В процессе выполнения работы был выполнен анализ технологичности конструкции, определён тип производства, выбран способ получения заготовки, спроектирован маршрут обработки детали с заполнением операционной карты и описанием всех переходов по каждой операции. Рассчитаны допуски технологических размеров, произведена проверка обеспечения точности обработки, а также рассчитаны режимы резания для каждого технологического перехода и требуемая мощность оборудования для каждой операции, было выбрано технологическое оборудование, рассчитаны нормы времени для выполнения каждой операции.

В конструкторской части было спроектировано приспособление, рассчитано на точность.

В финансовой части проекта был выполнен расчёт бюджета проекта и была проведена оценка экономической эффективности проекта.

В разделе социальная ответственность были выявлены вредные и опасные производственные факторы, и предложены мероприятия по устранению этих факторов.

Определения, обозначения, сокращения

В настоящей пояснительной записке применены следующие термины с соответствующими определениями и сокращениями:

технологический процесс: отрегулированная последовательность взаимосвязанных действий, которые выполняются с начала момента возникновения исходных данных до получения необходимого результата;

технологическая операция: часть технологического процесса, которая непрерывно выполняется на одном рабочем месте;

токарная обработка: механическая обработка резанием наружных и внутренних поверхностей вращения, а именно цилиндрических и конических, торцевание, отрезание, снятие фасок, прорезание каналов, нарезание внутренних и наружных резьб на токарных станках;

фрезерная обработка: механическая обработка резанием плоскостей, пазов, лысок, при которой режущий инструмент совершает вращательные движения, а обрабатываемая заготовка поступательное;

допуск: разность между наибольшим и наименьшим предельными значениями параметров;

технологическая оснастка: комплектность приспособлений для закрепления заготовок и установки инструмента, выполнения сборочных операций, деталей, транспортирования заготовок или изделий.

Сокращения:

ЧПУ – числовое программное управление;

СИЗ – средство индивидуальной защиты;

ПК – персональный компьютер.

Оглавление

1. Введение	11
2. Технологическая часть	12
2.1. Определение типа производства и размера партии деталей	12
2.2. Обоснование выбора метода и способа получения заготовки	14
2.3. Разработка технологического маршрута изготовления детали	18
2.3.1. Определение числа этапов обработки по каждой поверхности за готовки	21
2.3.2. Последовательность обработки поверхностей заготовки	22
2.3.3. Формирование принципиальной схемы технологического маршрута	23
2.4. Размерный анализ технологического процесса	24
2.5. Обоснование выбора оборудования, приспособлений, режущего и измерительного инструментов	29
2.6. Расчет режимов резания	30
2.7. Нормирование операций	40
3. Конструкторская часть	43
3.1. Исходные данные для проектирования	43
3.2. Расчет силы закрепления с определением характеристик силового привода	43
3.3. Расчет приспособления на точность	46
3.4. Описание работы спроектированного приспособления	51
Вывод	51
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.52	
Введение	53
4.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследования с позиции ресурсоэффективности	54
4.1.1. Анализ конкурентных технических решений	54
4.2. SWOT-анализ	55
4.3. Планирование научно-исследовательских работ	57

4.3.1. Структура работы в рамках научного исследования	57
4.3.2. Определение трудоёмкости выполнения работ	58
4.3.3. Разработка графика проведения научного исследования	59
4.4. Бюджет научно-технического исследования	63
4.4.1. Основная заработанная плата исполнителей темы	63
4.4.2. Дополнительная заработная плата	65
4.4.3. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые взносы)	65
4.4.4. Накладные расходы	66
4.4.5. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	66
4.5. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	67
4.5.1 Определение сравнительной эффективности проекта	67
Вывод по разделу	69
5. Социальная ответственность	70
Введение	72
5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности ...	73
Вывод по разделу	84
Список литературы	86
Приложение 1 – Чертёж детали	88
Приложение 2 – Размерный анализ	89
Приложение 3 – Станочное приспособление	90
Приложение 4 – Спецификация	91
Приложение 5 – Операционная карта	92
Приложение 5 (продолжение)	93

1. Введение

Целью выпускной квалификационной работы является приобретение навыков по разработке маршрутного технологического процесса изготовления заданной детали – вал, операционного технологического процесса на выполнение отдельных операций, проектирование станочного приспособления.

Валы используются для передачи крутящих моментов и, в большинстве случаев, для поддержания вращающихся вместе с ними различных деталей машин. По назначению различают валы передач, на которых устанавливают зубчатые колеса, шестерни, муфты и прочие детали передач, и коренные валы, на которых устанавливают не только детали передач, но и другие детали, например, маховики, кривошипы.

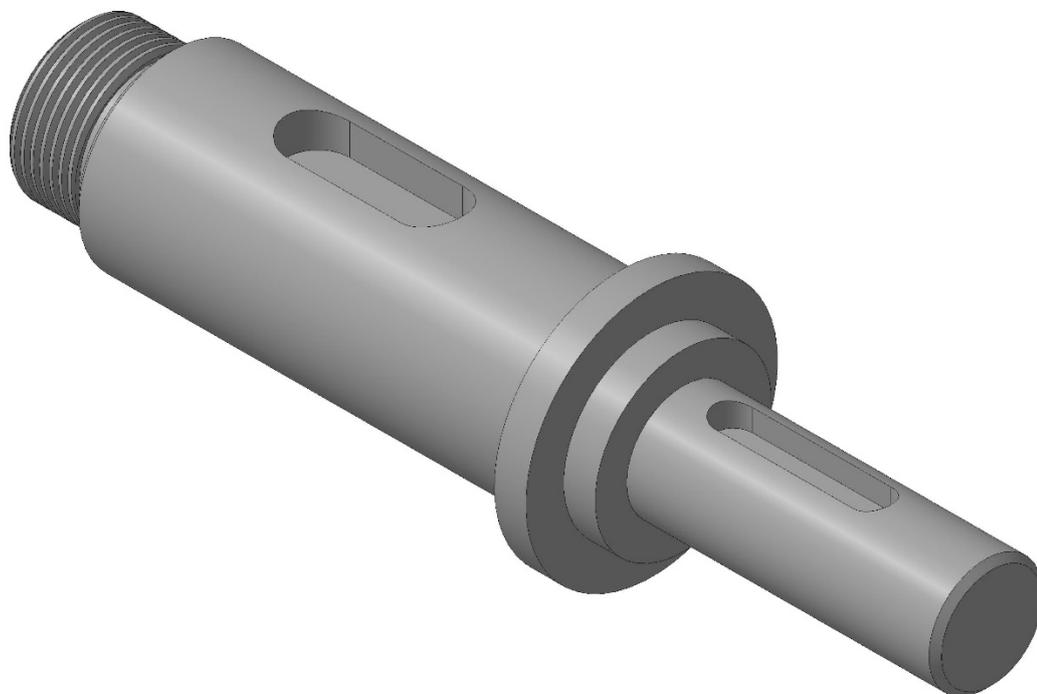


Рис.1. Вал тихоходный.

В технологическом разделе работы осуществлена разработка технологии обработки детали типа вал с учётом достижений современного машиностроительного производства.

В конструкторском разделе было спроектировано специальное станочное приспособление для фрезерования шпоночного паза.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» был проведён финансовый анализ технологического процесса, составлен график разработки технологического процесса.

Произведено сравнение действующего технологического процесса и разработанного с финансовой точки зрения.

В разделе «Социальная ответственность» были рассмотрены вредные производственные факторы, которые возникают в процессе работы инженера - технолога при работе на рабочем месте и в рабочей зоне.

2. Технологическая часть

2.1. Определение типа производства и размера партии деталей

Используя рекомендации в работе [1], с. 9, необходимо рассчитать годовую программу производства деталей (1):

$$P = P_1 \cdot m \cdot \left(1 + \frac{\beta}{100}\right), \quad (1)$$

где P_1 – годовая программа производства изделий, в состав которых входит деталь задания; $P_1 = 3\,000$ шт. (см. задание на ВКР);

m – количество одинаковых деталей, входящих в состав изделия; $m = 1$ шт.;

β – количество дополнительно производимых деталей для запасных частей и для восполнения возможных потерь (брака) в процентах;

$\beta = 5...7\%$ ([2], с. 9); принимаем $\beta = 6\%$

Подставляем полученные значения в формулу (1), получаем:

$$П = 3000 \cdot 1 \cdot \left(1 + \frac{6}{100}\right) = 3180 \text{ шт.}$$

Определяем тип производства – серийное производство.

Для правильного определения вида серийного производства, необходимо рассчитать величину партии.

Используя рекомендации в работе [2], с. 9, 10 величину деталей в партии определяем по данной формуле:

$$n = \frac{П \cdot \alpha}{F}, \quad (2)$$

где $П$ – годовая программа выпуска деталей; 3180 шт.

α - число дней, на которые необходимо иметь запас деталей на складе;

$\alpha = 10$ дней;

F – число рабочих дней в году; $F = 240$ дней.

Подставляем полученные значения (2) и получаем:

$$n = \frac{3180 \cdot 10}{240} = 133 \text{ шт.}$$

Серийное производство характеризуется определённым ассортиментом изделий, которые производятся повторяющимися со временем партиями (сериями), и сравнительно большим объёмом выпуска. Различают мелко-, средне- и крупносерийное производство.

В зависимости от количества производимой продукции в партиях или сериях, различают три вида серийного производства:

- мелкосерийное производство - количество изделий в серии до 25 шт.;
- среднесерийное производство – количество изделий 25-200 шт.
- крупносерийное производство - количество изделий более 200 шт.

Количество деталей в партии 132 шт., значит тип производства данной детали - среднесерийный.

Серийное производство имеет определённые особенности:

-с универсальными станками применяют и высокопроизводительные специальные станки;

- вместе с нормализованной и универсальной оснасткой применяются уникальные рабочие приспособления и специальный инструмент;
- оборудование располагается не только по групповому признаку, но и по потоку;
- рабочие выполняют несколько операций.

2.2. Обоснование выбора метода и способа получения заготовки

Для того, чтобы выбрать заготовку для детали задания, необходимо назначить метод её получения, оценить конфигурацию, размеры, допуски и припуски на обработку.

С усложнением конфигурации заготовки, уменьшением припусков, повышением точности размеров и параметров расположения поверхностей, усложняется и удорожается специальная технологическая оснастка для участка заготовки, и растёт себестоимость заготовки, но, при этом, снижается трудоёмкость и себестоимость последующей обработки заготовки и повышается коэффициент использования материала.

Заготовка сложной формы (например, штамповка или литьё по своей форме близкая к конфигурации готовой детали) даёт возможность сократить затраты на финишную механическую обработку детали за счёт уменьшения расхода материала, но при изготовлении заготовки требуются необходимые станки и сложная, дорогая технологическая оснастка.

Тип заготовки выбираем в зависимости от формы и размеров детали, на значения детали, программы выпуска.

Форма, размеры и материал детали, которая рассматривается в данной работе, позволяет получить заготовку, либо из проката, либо штамповкой, либо литьём.

Так как для деталей типа тел вращения, с последующей обработкой на станках с ЧПУ, не целесообразно применять заготовки, полученные литьём,

то сделаем экономическое обоснование заготовок, выбирая между прокатом и штамповкой.

Стоимость заготовки определяется по формуле:

$$C_{\text{заг}} = \frac{C_{\text{опт}} \cdot M_{\text{заг}} \cdot K_{\text{инф}}}{1000},$$

где $C_{\text{опт}}$ – базовая стоимость 1 т. заготовок равна 17620 руб.;

$M_{\text{заг}}$ – расчетная масса спроектированной заготовки определяется по формуле:

$$M_{\text{заг}} = \rho_{\text{стали}} \cdot V_{\text{заг}} = 7850 \cdot 0,001 = 8,03 \text{ кг}$$

$K_{\text{инф}}$ – инфляционный коэффициент по соотношению цен 2013 г. и настоящего времени $K_{\text{инф}} = 60$.

Подставим значения в формулу:

$$C_{\text{заг}} = \frac{17620 \cdot 8,03 \cdot 60}{1000} = 8485,62 \text{ руб.}$$

Стоимость механической обработки примерно может быть определена по стоимости черновой обработки 1000 кг заготовок.

$$C_{\text{МО}} = \frac{C_{\text{ЧО}} \cdot (M_{\text{ЗАГ}} - M_{\text{ДЕТ}}) \cdot K_{\text{ИНФ}}}{1000},$$

где $C_{\text{ЧО}}$ – базовая цена черновой механической обработки 1 т., заготовок равна 60400 руб.

$M_{\text{ДЕТ}}$ – масса детали равна 4,63 кг.

Подставим значения в формулу:

$$C_{\text{МО}} = \frac{60400 \cdot (8,03 - 4,63) \cdot 60}{1000} = 12308,93 \text{ руб.}$$

Стоимость сдаваемой стружки определяется по формуле:

$$C_{\text{ОТХ}} = \frac{C_{\text{СТР}} \cdot (M_{\text{ЗАГ}} - M_{\text{ДЕТ}}) \cdot K_{\text{ИНФ}}}{1000},$$

где $C_{\text{СТР}}$ – заготовительная цена 1 т. стружки, равна 1780 руб.

Подставим значения в формулу:

$$C_{\text{ОТХ}} = \frac{1780 \cdot (8,03 - 4,63) \cdot 60}{1000} = 362,75 \text{ руб.}$$

Таким образом, стоимость детали до чистовой обработки определяется из соотношения:

$$C_{\text{ДЕТ}} = C_{\text{ЗАГ}} + C_{\text{МО}} - C_{\text{ОТХ}};$$

Подставим значения в формулу:

$$C_{\text{ДЕТ}} = 8485,62 + 12308,93 - 362,75 = 20431,80 \text{ руб.}$$

Заготовка в виде штамповки.

$$C_{\text{заг}} = \frac{C_{\text{опт}} \cdot M_{\text{заг}} \cdot K_{\text{инф}}}{1000},$$

где $C_{\text{опт}}$ – базовая стоимость 1 т. заготовок равна 39300 руб.;

$M_{\text{заг}}$ – расчетная масса спроектированной заготовки определяется по формуле:

$$M_{\text{заг}} = \rho_{\text{стали}} \cdot V_{\text{заг}} = 7850 \cdot 0,0009 = 6,83 \text{ кг}$$

$K_{\text{инф}}$ – инфляционный коэффициент по соотношению цен 2013 г. и настоящего времени $K_{\text{инф}} = 60$.

Подставим значения в формулу:

$$C_{\text{заг}} = \frac{39300 \cdot 6,83 \cdot 60}{1000} = 16103,96 \text{ руб.}$$

Стоимость механической обработки примерно может быть определена по стоимости черновой обработки 1000 кг заготовок.

$$C_{\text{МО}} = \frac{C_{\text{ЧО}} \cdot (M_{\text{ЗАГ}} - M_{\text{ДЕТ}}) \cdot K_{\text{инф}}}{1000},$$

где $C_{\text{ЧО}}$ – базовая цена черновой механической обработки 1 т., заготовок равна 60400 руб.

$M_{\text{ДЕТ}}$ – масса детали равна 4,63 кг.

Подставим значения в формулу:

$$C_{\text{МО}} = \frac{60400 \cdot (6,83 - 4,63) \cdot 60}{1000} = 7970,99 \text{ руб.}$$

Стоимость сдаваемой стружки определяется по формуле:

$$C_{\text{ОТХ}} = \frac{C_{\text{СТР}} \cdot (M_{\text{ЗАГ}} - M_{\text{ДЕТ}}) \cdot K_{\text{инф}}}{1000},$$

где $C_{\text{СТР}}$ – заготовительная цена 1 т. стружки, равна 1780 руб.

Подставим значения в формулу:

$$C_{\text{ОТХ}} = \frac{1780 \cdot (6,83 - 4,63) \cdot 60}{1000} = 234,91 \text{ руб.}$$

Таким образом, стоимость детали до чистовой обработки определяется из соотношения:

$$C_{\text{ДЕТ}} = C_{\text{ЗАГ}} + C_{\text{МО}} - C_{\text{ОТХ}};$$

Подставим значения в формулу:

$$C_{\text{ДЕТ}} = 16103,96 + 7970,99 - 234,91 = 23840,04 \text{ руб.}$$

Из расчёта себестоимости видно, что заготовка в виде прутка даёт нам меньшие издержки.

$$C_3 = C_1 - C_2 = 3408,24 \text{ руб.}$$

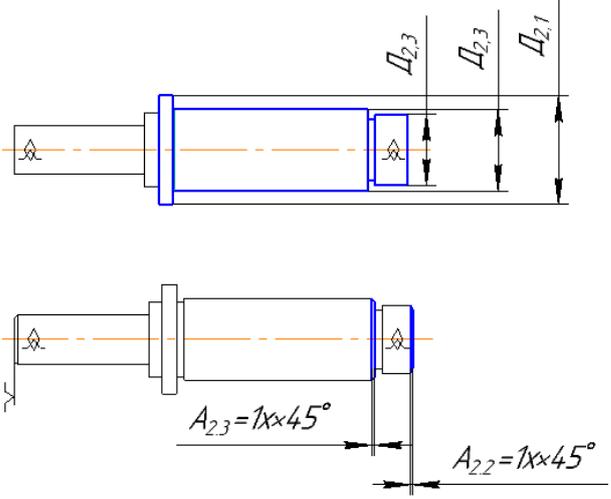
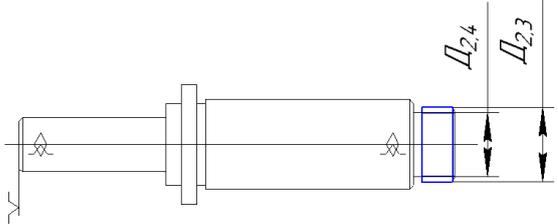
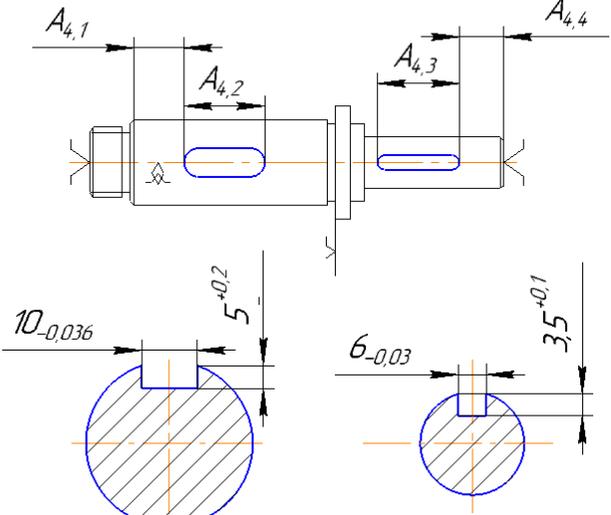
Выбираем заготовку – прокат.

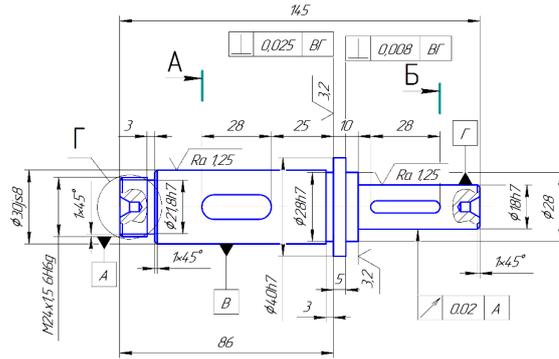
2.3. Разработка технологического маршрута изготовления детали

Таблица 1.1. Технологический процесс изготовления детали

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
Операции	Перехода		
005	1	Заготовительная Отрезать заготовку в размер A_0	
010	2	Фрезерно-центровальная с ЧПУ Подрезать торец пов. 1 в размер $A_{0,1}$ Центровать торцы Обработать пов. 2 в размер D_0	

015	6	<p>Токарная</p> <p>Точить поверхность 3 в размер $D_{1.1}$ $A_{1.1}$</p>	<p>Technical drawing for item 015 showing a cylindrical part with a chamfered end. The drawing includes a side view and a cross-sectional view. The side view shows dimensions A_{11}, A_{12}, and $A_{1.3}$. The cross-sectional view shows diameters $D_{1.2}$ and $D_{1.1}$. A surface is labeled '3' with a circled number. Surface roughness is indicated as $\sqrt{Ra\ 12,5}$.</p>
020	7	<p>Точить поверхность 4 в размер $D_{1.2}$ $A_{1.2}$</p>	<p>Technical drawing for item 020 showing a cylindrical part with a chamfered end. The drawing includes a side view and a cross-sectional view. The side view shows dimensions A_{11}, A_{12}, and $A_{1.4}$. The cross-sectional view shows diameters $D_{1.2}$ and $D_{1.1}$. A surface is labeled '4' with a circled number. Surface roughness is indicated as $\sqrt{Ra\ 6,3}$. A chamfer angle is indicated as $A_{2.1} = 1 \times 45^\circ$.</p>
025	8	<p>Контрольная Проверка детали</p>	

030	9	Чистовая обработка в размер $A_{2.1}$ $D_{2.1}$	<p>$\sqrt{Ra\ 6,3}$</p> 
035	10	Нарезать резьбу	<p>$\nabla Ra\ 6,3$</p> 
040	11	Фрезерная Фрезеровать шпоночные пазы	

045	12	Термическая Закалить Отпустить до HRC 25...30	
-----	----	--	--

2.3.1 Определение числа этапов обработки по каждой поверхности заготовки

Разбиение обработки на этапы необходимо для достижения заданных параметров точности и качества поверхности наиболее быстро и экономично. На каждом этапе обработки удаляются микронеровности и дефектный слой предыдущего этапа, и появляются микронеровности и дефектный слой реализуемого этапа.

На черновом этапе снимается основная часть припуска (60-70% всего припуска) и обработка ведется на «грубых» режимах (не большие скорости резанья и большие подачи). На чистовом этапе снимается 10-15% припуска, и обработка ведётся с большими скоростями и меньшими подачами, чем на чистовой обработке. На окончательном этапе снимается 5% припуска, и обработка ведется с еще большими скоростями и меньшими подачами.

2.3.2. Последовательность обработки поверхностей заготовки

Выбранные выше методы обработки с учетом её этапов переориентируем в направлении от заготовки к детали (таб. 1.2.)

Сначала необходимо обработать те поверхности, которые будут являться базирующими при дальнейшей обработке. После этого, с помощью уже обработанных поверхностей в качестве технологических баз, следует обработать остальные поверхности, базирующиеся относительно них. Последовательность обработки должна, по возможности, обеспечить как можно меньшее число установов детали. Последовательность обработки поверхностей заготовки представлена в таблице 1.2.

Таблица 1.2. – последовательность обработки поверхностей заготовки

Метод обработки	Обозначение поверхности
1	2
Черновое точение	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13.
Чистовое точение	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13.
Фрезерование	14, 15, 16, 17.
Шлифование	4, 10, 12.

2.3.3. Формирование принципиальной схемы технологического маршрута.

На основании пп 1.3.1 и 1.3.2 составляем принципиальную схему обработки заготовки (рис. 1.1).

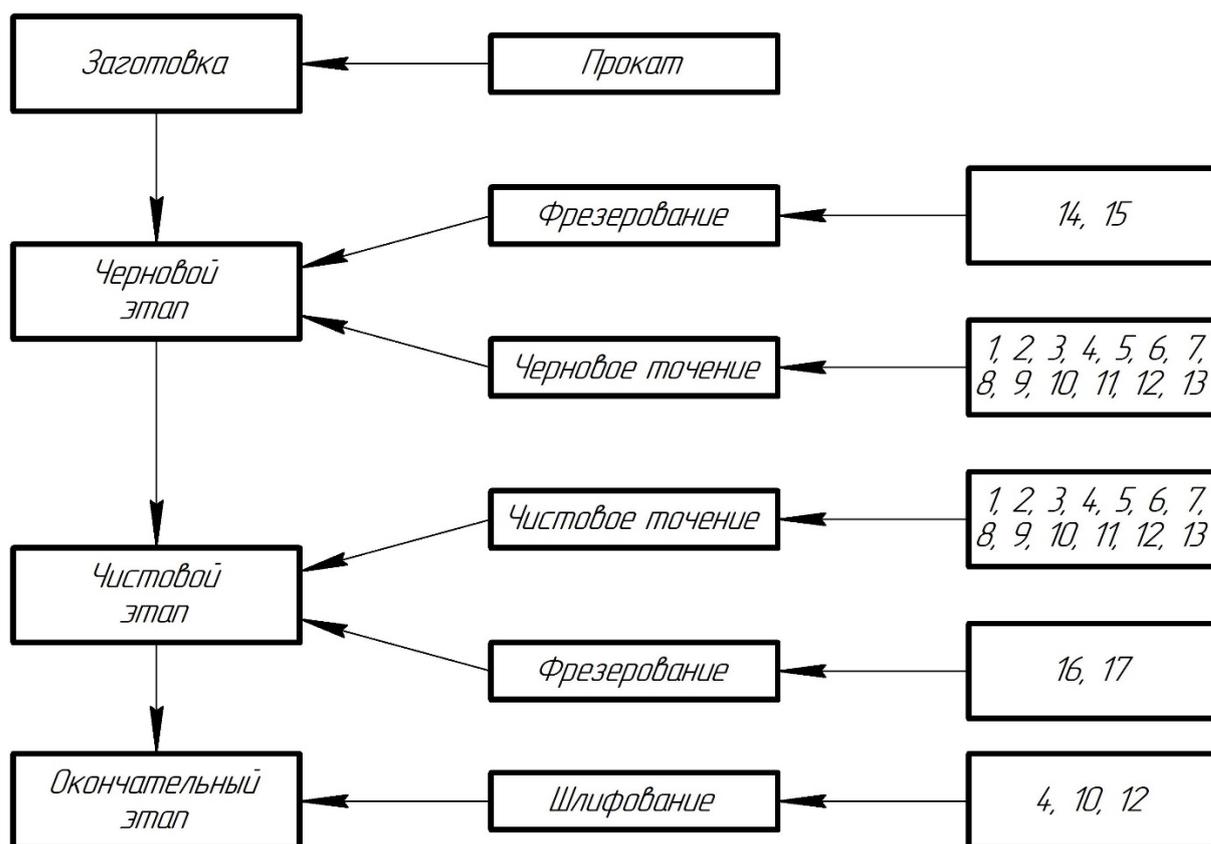


Рисунок 1.1 – принципиальная схема обработки заготовки

Из схемы обработки заготовки (Рисунок 1.1) мы видим, что на участок черновой обработки подаётся заготовка – прокат. На этом этапе заготовку протачивают и фрезеруют, снимая при этом до 70 % припуска. Следующий этап – чистовое точение, а также фрезерование, на данном этапе снимают до 25% припуска. Окончательный этап обработки данной детали – шлифование: снимают остаток припуска, деталь промывают в специальных растворах и сдают на окончательный контроль.

2.4. Размерный анализ технологического процесса

При разработке технологических процессов изготовления деталей, важным являются расчёты припусков на обработку и технологических размеров. Совокупность таких расчётов, выполняемых с использованием специальных размерных схем, принято называть размерным анализом технологических процессов.

Доказано на практике, что только после размерного анализа могут быть разработаны правильные технологические процессы, практически не требующие внесения изменений при производстве.

Расчёт диаметральных технологических размеров

Расчёт выполняем методом максимума-минимума с использованием способа средних значений.

Для расчёта составляются размерные схемы технологических маршрутов обработки поверхностей вращения.

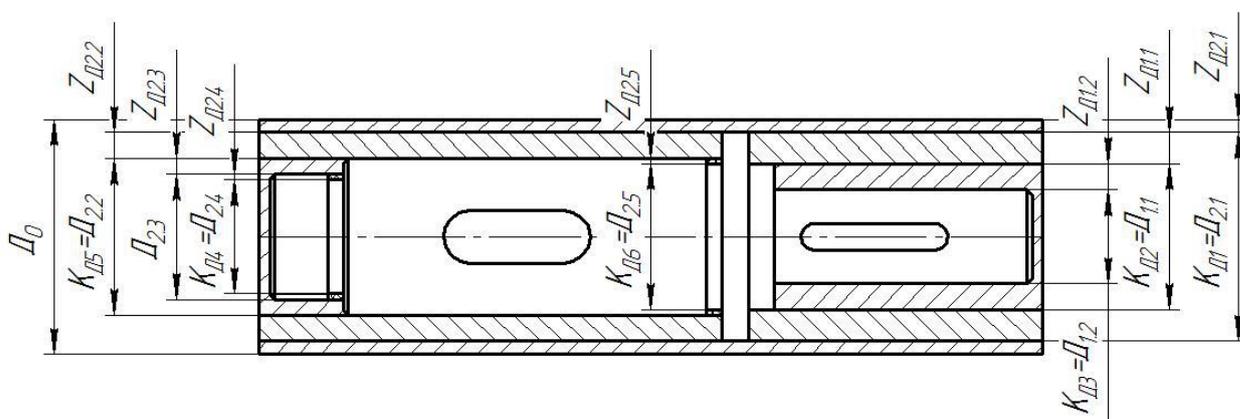


Рисунок 1.2 – размерная цепь диаметральных размеров

Для определения диаметра проката D_0 , рассмотрим технологическую размерную цепь: $D_0, D_{2.1}, Z_{Д2.1}$.

$$D_{2.1} = K_{Д1} = \text{Ø}40_{-0,025}$$

$$D_{2.1}^c = D_{2.1} + \frac{\text{ВО}D_{2.1} + \text{НО}D_{2.1}}{2} = 40 + \frac{0 - 0,025}{2} = 39,987 \text{ мм}$$

$$D_{2.1} = 39,987 \pm 0,012 \text{ мм}$$

Определим допуск звена $D_0=40^{+0,4}_{+0,7}$:

$$T_{D_0} = BOD_0 - НОD_0 = 0,4 - (-0,7) = 1,1 \text{ мм}$$

Среднее значение припуска $Z_{D_{2.1}}$:

$$Z_{D_{2.1}}^c = Z_{D_{2.1}min} + \frac{T_{D_{2.1}} + T_{D_0}}{2} = 0,696 + \frac{0,025 + 1,1}{2} = 0,562 \text{ мм}$$

Определим среднее значение звена D_0 :

$$D_0^c = D_{2.1}^c + Z_{D_{2.1}}^c = 39,987 + 0,562 = 40,549 \text{ мм}$$

Номинальное значение звена D_0 :

$$D_0 = D_0^c + \frac{BOD_0 + НОD_0}{2} = 40,549 - \frac{0,4 - 0,7}{2} = 40,699 \text{ мм}$$

Таким образом расчетное значение этого звена $40,7^{+0,4}_{-0,7}$. Выбираем прокат диаметром $45^{+0,4}_{-0,7}$ мм.

Фактическое значение припуска будет равно:

$$Z_{D_{2.1}\phi} = D_{0\phi} - D_{2.1} = 45^{+0,4}_{-0,7} - 40_{-0,025} = 5^{+0,425}_{-0,7}$$

Рассмотрим диаметр $D_{1.1}=K_{D2}=28h12(-0,21)$. Размерная цепь $D_{1.1}$, $Z_{D_{1.1}}$, $D_{2.1}$:

$$Z_{D_{1.1}} = D_{2.1} - D_{1.1} = 40_{-0,025} - 28_{-0,21} = 12^{+0,21}_{-0,025}$$

Рассмотрим диаметр $D_{1.2}=K_{D3}=18h7(-0,018)$. Размерная цепь $D_{1.2}$, $Z_{D_{1.2}}$, $D_{1.1}$:

$$Z_{D_{1.2}} = D_{1.1} - D_{1.2} = 28_{-0,21} - 18_{-0,018} = 10^{+0,018}_{-0,21}$$

Рассмотрим диаметр $D_{2.2}=K_{D5}=30h7(-0,021)$. Размерная цепь $D_{2.2}$, $Z_{D_{2.2}}$, $D_{2.1}$:

$$Z_{D_{2.2}} = D_{2.1} - D_{2.2} = 40_{-0,025} - 30_{-0,021} = 10^{+0,021}_{-0,025}$$

Рассмотрим диаметр $D_{2.3}=23,79_{-0,022}$. Размерная цепь $D_{2.3}$, $Z_{D_{2.3}}$, $D_{2.2}$:

$$Z_{D_{2.3}} = D_{2.2} - D_{2.3} = 30_{-0,021} - 23,79_{-0,022} = 6,21^{+0,022}_{-0,021}$$

Рассмотрим диаметр $D_{2.4}=21,8h7(-0,021)$. Размерная цепь $D_{2.4}$, $Z_{D_{2.4}}$, $D_{2.3}$:

$$Z_{D_{2.4}} = D_{2.3} - D_{2.4} = 23,79_{-0,022} - 21,8_{-0,021} = 1,99^{+0,021}_{-0,022}$$

Рассмотрим диаметр $D_{2.5}=28h7(-0,021)$. Размерная цепь $D_{2.5}$, $Z_{D_{2.5}}$, $D_{2.2}$:

$$Z_{D_{2.5}} = D_{2.2} - D_{2.5} = 30_{-0,021} - 28_{-0,021} = 2^{+0,021}_{-0,021}$$

Расчёт линейных технологических размеров

Обозначим конструкторские размеры (см. рис. 1.3.)

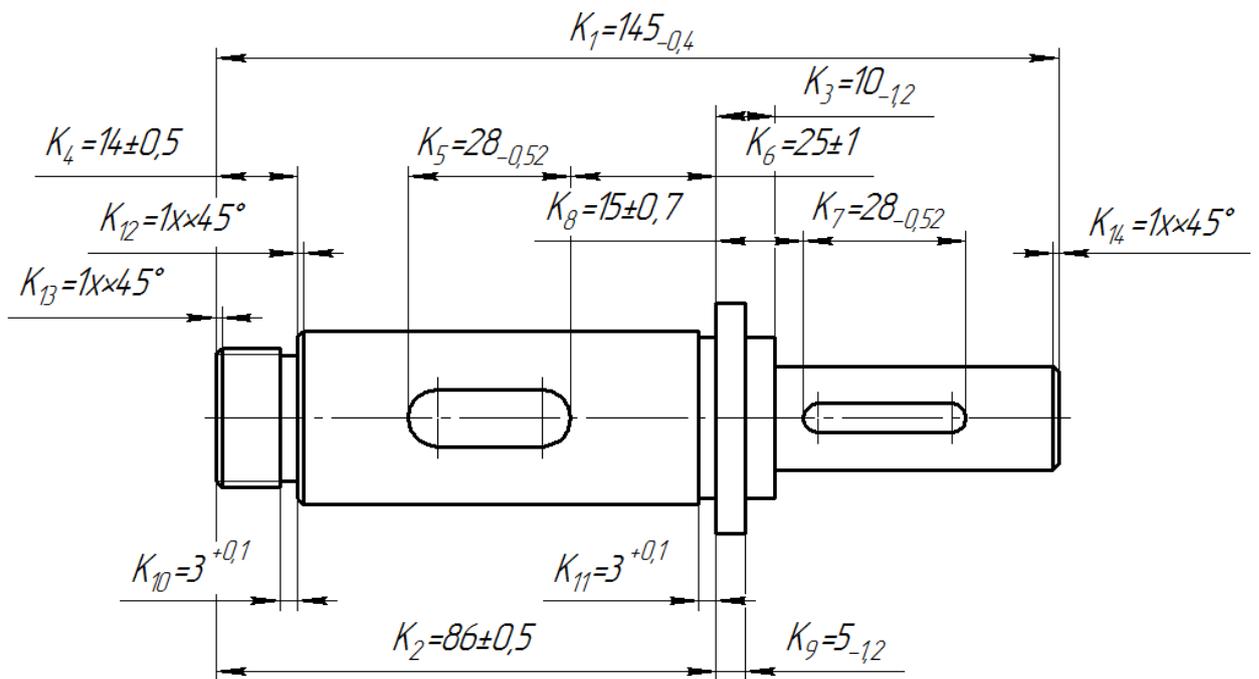


Рисунок 1,3. – Конструкторские линейные размеры

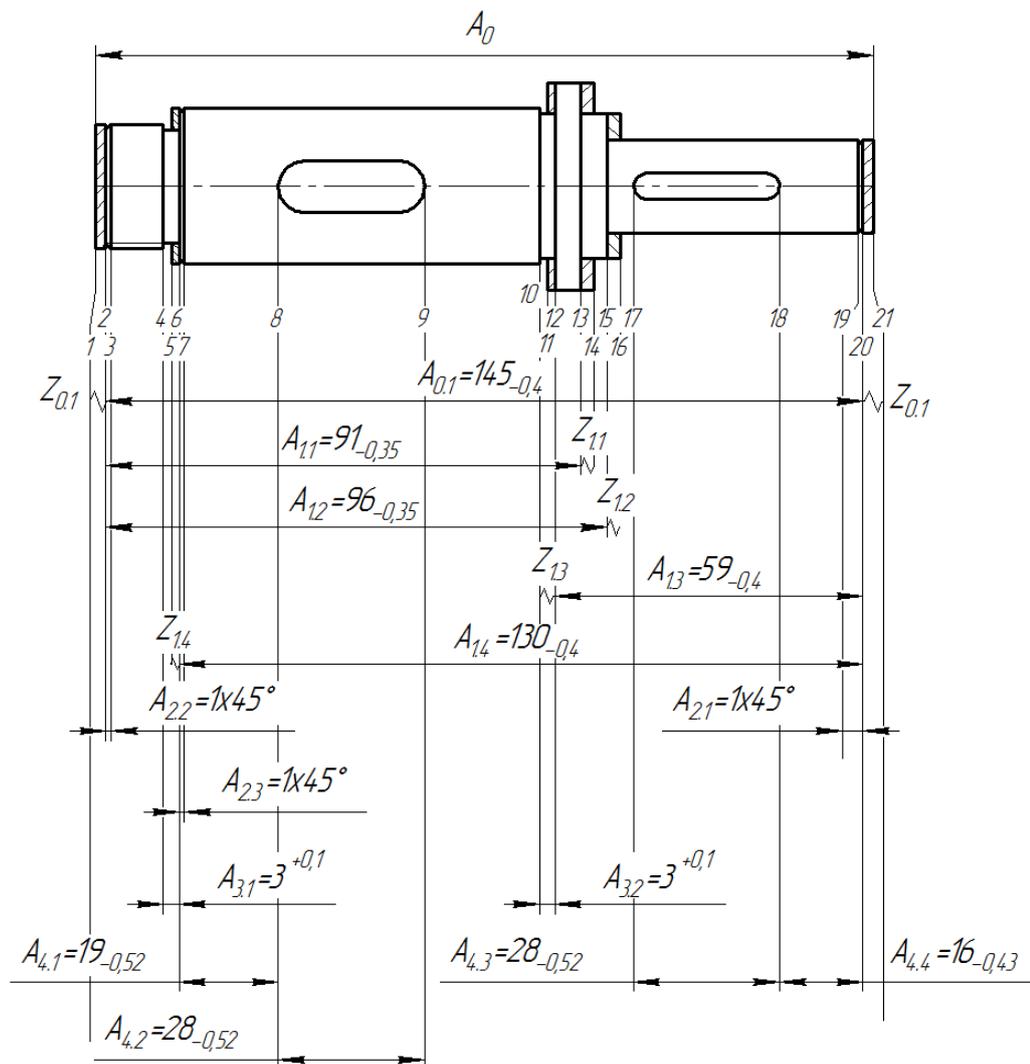


Рисунок 1,4 – Размерная цепь линейных размеров

Определим длину заготовки A_0 .

$$A_0^c = A_{01}^c + Z_{01}^c$$
$$A_{01}^c = A_{01} + \frac{ВОД_{0.1} + НОД_{0.1}}{2} = 145 + \frac{0 - 0,4}{2} = 144,8 \text{ мм}$$
$$A_{01} = 144,8 \pm 0,2$$

Определим допуск звена A_0 :

$$TA_0 = BOA_0 - NOA_0 = 0 - (-0,4) = 0,4 \text{ мм}$$

Среднее значение припуска $Z_{A0,1}$:

$$Z_{A0,1}^c = Z_{A0,1min} + \frac{TA_{0.1} + TA_0}{2} = 4 + \frac{0,4 + 1}{2} = 4,7 \text{ мм}$$

Определим среднее значение звена A_0 :

$$A_0^c = A_{0,1}^c + Z_{A0,1}^c = 144,8 + 4,7 = 149,5$$

Номинальное значение звена A_0 :

$$A_{01} = A_0^c - \frac{ВОД_{A0} + НОД_{A0}}{2} = 149,5 - \frac{0 - 1}{2} = 150 \text{ мм}$$

Таким образом, расчётное значение этого звена 150_{-1} .

Рассмотрим граф линейных размеров (рис. 1,4,5.).

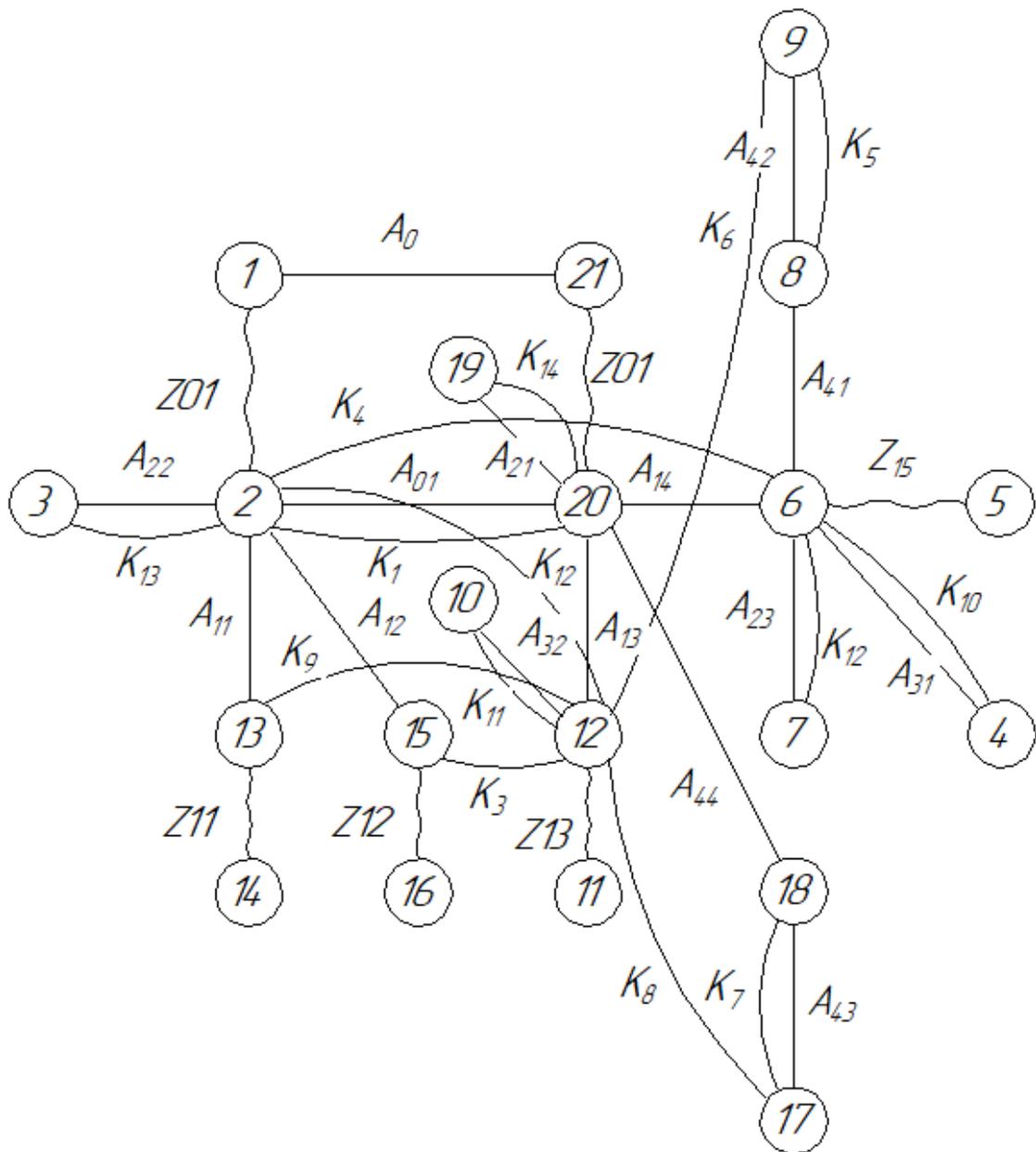


Рисунок 1,5 – Граф-дерево линейных размеров

Проверка конструкторских размеров, не выдержанных непосредственно

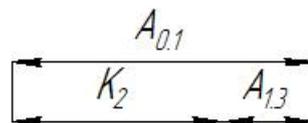


Рис 1,6 – Проверка размера K_2

$$TK_2 = TA_{0.1} + TA_{1.3} = 0,4 + 0,4 = 0,8 < 1$$

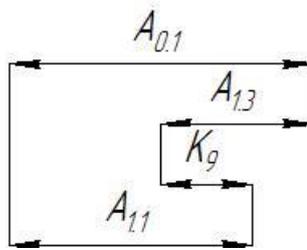


Рисунок 1.7 - Проверка размера K_9 :

$$T_{K9} = T_{A_{0.1}} + T_{A_{1.3}} + T_{A_{1.1}} = 0,4 + 0,4 + 0,35 = 1,15 < 1,2$$

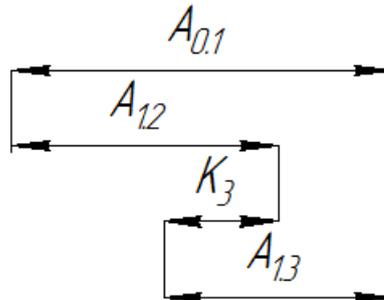


Рисунок 1.8 - Проверка размера K_3

$$T_{K3} = T_{A_{0.1}} + T_{A_{1.3}} = 0,4 + 0,35 + 0,4 = 1,15 < 1,2$$

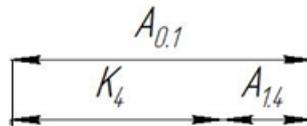


Рисунок 1.9 - Проверка размера K_4

$$T_{K4} = T_{A_{0.1}} + T_{A_{1.4}} = 1 + 0,16 = 1,16 < 1,2$$

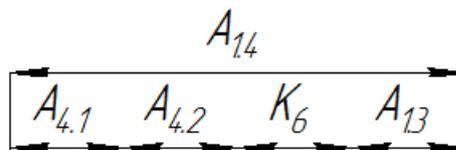


Рисунок 1.10 - Проверка размера K_6

$$T_{K6} = T_{A_{1.4}} + T_{A_{4.1}} + T_{A_{4.2}} + T_{A_{1.3}} = 0,4 + 0,52 + 0,52 + 0,4 = 1,84 < 2$$

2.5. Обоснование выбора оборудования, приспособлений, режущего и измерительного инструментов

При выборе оборудования руководствуемся типом производства. При серийном производстве рекомендуется использовать универсальные, специальные станки и полуавтоматы, станки с числовым программным

управлением (ЧПУ). Предпочтение отдаем станкам с ЧПУ, т.к. их использование дает возможность снизить вспомогательное время.

Для установки и закрепления детали используем универсальные приспособления, т.к. обрабатываемая деталь является телом вращения.

Данная деталь может быть обработана универсальным режущим инструментом (резцы, фрезы, шлифовальные круги). Серийное производство допускает в технологическом процессе использование нескольких нестандартных режущих инструментов.

При выборе измерительных средств к ним предъявляются основные требования:

- совпадение точностных показателей;
- простота конструкции и невысокая стоимость;
- минимальное время измерений.

Будем использовать стандартные измерительные средства. Для контроля некоторых поверхностей используем специальные измерительные инструменты и приспособления.

2.6. Расчет режимов резания

Фрезерование шпоночного паза шириной 18 мм

Инструмент: шпоночная фреза ГОСТ 9140-78. Материал инструмента – Р6М5. Материал детали – Сталь 45, глубина паза $t = 7$ мм.

Расчёт ведётся одновременно с заполнением операционных карт технологического процесса: запись данных по оборудованию, способу обработки, характеристики обработки обрабатываемой детали.

Расчетную величину скорости резания определяем по формуле:

$$V_p = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S_y} \cdot K_v$$

где K_v – общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания, определяем по формуле:

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Ev} \cdot K_{lv}$$

где K_{Mv} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала ($K_{Mv} = 1$);

K_{Ev} – коэффициент, учитывающий материал инструмента ($K_{Ev}=1,2$);

K_{lv} - коэффициент, учитывающий глубину сверления ($K_{lv} = 1$)

Принимаем по таблице 39 и 40 [7]: значение стойкости инструмента и значения коэффициентов, входящих в формулу: $T=80$ мин; $C_v=9,8$; $q=0,40$; $y=0,7$; $m=0,20$; $S_z=0,18$ мм/зуб; $D=16$ мм.

$$V_p = \frac{9,8 \cdot 18^{0,40}}{80^{0,2} \cdot 0,36^{0,7}} \cdot 1,2 = 23,2 \text{ м/мин.}$$

$$n_p = \frac{1000 \cdot 23,2}{3,14 \cdot 18} = 415,7 \text{ об/мин.}$$

В данном случае, применяется станок с бесступенчатым регулированием, принимаем число оборотов, равное: $n = 420$ об/мин.

И скорость резания определяем по формуле:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 18 \cdot 420}{1000} = 26,4 \text{ м/мин}$$

Крутящий момент определяем по формуле:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot S^y \cdot D^q \cdot K_p$$

где $y=0,8$; $t=7$ мм; $S_z=0,18$ мм/зуб; $D=16$ мм; $C_M=0,0345$; $q=2,0$.

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 0,18^{0,8} \cdot 18^2 \cdot 0,7 = 34,55 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$Ne = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750}$$

$$Ne = \frac{34,55 \cdot 420}{9750} = 1,49 \text{ кВт}$$

Мощность, которую должен обеспечить станок:

$$N_c = N_{дв} \cdot \eta$$

где $N_{дв}$ – мощность электродвигателя привода главного движения, кВт;

η – механический КПД.

$$N_c = 8 \cdot 0,75 = 6 \text{ кВт}$$

Таким образом, $N_e < N_c$. Из этого следует, что оборудование обеспечит достаточную мощность для работы обработки.

Расчет режимов резания для фрезерования:

Расчетную величину скорости резания определяем по формуле:

$$V_P = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v$$

где K_v – общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания:

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Nv} \cdot K_{Uv}$$

где K_{Mv} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала, $K_{Mv} = 0,57$

K_{Nv} – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки, $K_{Nv} = 0,8$

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

Принимаем по таблице 39 и 40 [2]: значение стойкости инструмента и значения коэффициентов по формуле: $T=80$ мин; $C_v=46,7$; $q=0,45$; $x=0,5$; $y=0,5$; $u=p=0,1$; $m=0,33$; при $t=7$ мм; $B=18$ мм; $S_z=0,04$ мм/зуб.

$$V_P = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v$$

$$V_P = \frac{46,7 \cdot 18^{0,45}}{80^{0,33} \cdot 7^{0,5} \cdot 0,04^y \cdot 18^{0,1} \cdot 2^{0,1}} \cdot 0,456 = 23,55 \text{ м/мин.}$$

Число оборотов шпинделя определяем по формуле:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}$$

$$n_p = \frac{1000 \cdot 23,55}{3,14 \cdot 18} = 416 \text{ об/мин.}$$

В нашем случае применяется станок с бесступенчатым регулированием, тогда принимаем число оборотов: $n=420$ об/мин

Тогда скорость резания:

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

$$V = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 420}{1000} = 26,4 \text{ м/мин}$$

Подачу определяем по формуле:

$$S_M = S_z \cdot z \cdot n$$

$$S_M = 0,04 \cdot 2 \cdot 420 = 33,6 \text{ мм/мин}$$

Силу резания определяем по формуле:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_t^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{тр}$$

где по таблице 41 [7]: $C_p=68,2$, $x=0,86$, $y=0,72$, $u=1,0$, $q=0,86$, $w=0$.

Поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала (с. 264) определяем по формуле:

$$K_{тр} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{981}{750} \right)^{0,3} = 0,7$$

Тогда сила резания будет равна:

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 7^{0,86} \cdot 0,04^{0,72} \cdot 18^1 \cdot 2}{18^{0,86}} \cdot 0,7 = 1170,16 \text{ Н}$$

Мощность резания инструмент: фреза шпоночная ГОСТ 9140-78.

Материал инструмента – P6M5. Материал детали Сталь 45, глубина паза $t=7.5$ мм.

Расчёт ведётся одновременно с заполнением операционных карт технологического процесса: запись данных по оборудованию, способу обработки, характеристики обработки обрабатываемой детали.

Расчетную величину скорости резания определяем по формуле:

$$V_p = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v$$

где K_v – общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания, определяем по формуле:

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Ev} \cdot K_{lv}$$

где K_{Mv} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала ($K_{Mv} = 1$);

K_{Ev} – коэффициент, учитывающий материал инструмента ($K_{Ev}=1,2$);

K_{lv} - коэффициент, учитывающий глубину сверления ($K_{lv} = 1$)

Принимаем по таблице 39 и 40 [7]: значение стойкости инструмента и значения коэффициентов, входящих в формулу: $T=80$ мин; $C_v=9,8$; $q=0,40$; $y=0,7$; $m=0,20$; $S_z=0,18$ мм/зуб; $D=16$ мм.

$$V_p = \frac{9,8 \cdot 20^{0,40}}{80^{0,2} \cdot 0,36^{0,7}} \cdot 1,2 = 23,4 \text{ м/мин.}$$

$$n_p = \frac{1000 \cdot 23,4}{3,14 \cdot 20} = 372,6 \text{ об/мин.}$$

В данном случае, применяется станок с бесступенчатым регулированием, принимаем число оборотов, равное: $n = 380$ об/мин.

И скорость резания определяем по формуле:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 380}{1000} = 23,86 \text{ м/мин}$$

Крутящий момент определяем по формуле:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot S^y \cdot D^q \cdot K_p$$

где $y=0,8$; $t=7$ мм; $S_z=0,18$ мм/зуб; $D=16$ мм; $C_M=0,0345$; $q=2,0$.

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 0,18^{0,8} \cdot 20^2 \cdot 0,7 = 42,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$Ne = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750}$$

$$Ne = \frac{42,5 \cdot 380}{9750} = 1,66 \text{ кВт}$$

Мощность, которую должен обеспечить станок:

$$N_c = N_{дв} \cdot \eta$$

где $N_{дв}$ – мощность электродвигателя привода главного движения, кВт;

η – механический КПД.

$$N_c = 8 \cdot 0,75 = 6 \text{ кВт}$$

Таким образом, $Ne < N_c$. Из этого следует, что оборудование обеспечит достаточную мощность для работы обработки.

Расчет режимов резания для фрезерования:

Расчетную величину скорости резания определяем по формуле:

$$V_p = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v$$

где K_v – общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания:

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Nv} \cdot K_{Uv}$$

где K_{Mv} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала,

$$K_{Mv} = 0,57$$

K_{Nv} – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки, $K_{Nv} = 0,8$

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

Принимаем по таблице 39 и 40 [2]: значение стойкости инструмента и значения коэффициентов по формуле: $T=80$ мин; $C_v=46,7$; $q=0,45$; $x=0,5$; $y=0,5$; $u=p=0,1$; $m=0,33$; при $t=7$ мм; $B=18$ мм; $S_z=0,04$ мм/зуб.

$$V_p = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v$$

$$V_p = \frac{46,7 \cdot 20^{0,45}}{80^{0,33} \cdot 7,5^{0,5} \cdot 0,04^y \cdot 20^{0,1} \cdot 20^{0,1}} \cdot 0,456 = 23,7 \text{ м/мин.}$$

Число оборотов шпинделя определяем по формуле:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}$$

$$n_p = \frac{1000 \cdot 23,7}{3,14 \cdot 20} = 377 \text{ об/мин.}$$

В нашем случае применяется станок с бесступенчатым регулированием, тогда принимаем число оборотов: $n=380$ об/мин

Тогда скорость резания:

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

$$V = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 380}{1000} = 23,86 \text{ м/мин}$$

Подачу определяем по формуле:

$$S_M = S_z \cdot z \cdot n$$

$$S_M = 0,04 \cdot 2 \cdot 380 = 38,34 \text{ мм/мин}$$

Силу резания определяем по формуле:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_t^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{тр}$$

где по таблице 41 [7]: $C_p=68,2$, $x=0,86$, $y=0,72$, $u=1,0$, $q=0,86$, $w=0$.

Поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала (с. 264) определяем по формуле:

$$K_{тр} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{981}{750} \right)^{0,3} = 0,7$$

Тогда сила резания будет равна:

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 7,5^{0,86} \cdot 0,04^{0,72} \cdot 20^1 \cdot 2}{20^{0,86}} \cdot 0,7 = 1248,47 \text{ Н}$$

Мощность резания определяем по формуле:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}$$

$$N_e = \frac{1248,47 \cdot 23,86}{1020 \cdot 60} = 0,52 \text{ кВт}$$

Мощность, которую должен обеспечить станок:

$$N_c = N_{дв} \cdot \eta$$

где $N_{дв}$ – мощность электродвигателя привода главного движения, кВт;

η – механический КПД.

$$N_c = 8 \cdot 0,75 = 6 \text{ кВт}$$

Таким образом, $N_e < N_c$. Из этого следует, что оборудование обеспечит достаточную мощность для работы обработки.

Фрезерование шпоночного паза шириной 10 мм

Инструмент: шпоночная фреза ГОСТ 9140-78. Материал инструмента – Р6М5. Материал детали – Сталь 45, глубина паза $t = 5$ мм.

Расчёт ведётся одновременно с заполнением операционных карт технологического процесса: запись данных по оборудованию, способу обработки, характеристики обработки обрабатываемой детали.

Расчет режимов резания для засверливания:

Расчетную величину скорости резания определяем по формуле:

$$V_p = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S_y} \cdot K_v$$

где K_v – общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания, определяем по формуле:

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Ev} \cdot K_{lv}$$

где K_{Mv} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала ($K_{Mv} = 1$);

K_{Ev} – коэффициент, учитывающий материал инструмента ($K_{Ev}=1,2$);

K_{lv} - коэффициент, учитывающий глубину сверления ($K_{lv} = 1$)

Принимаем по таблице 39 и 40 [7]: значение стойкости инструмента и значения коэффициентов, входящих в формулу: $T=80$ мин; $C_v=9,8$; $q=0,40$; $y=0,7$; $m=0,20$; $S_z=0,18$ мм/зуб; $D=16$ мм.

$$V_p = \frac{9,8 \cdot 20^{0,40}}{80^{0,2} \cdot 0,36^{0,7}} \cdot 1,2 = 23,4 \text{ м/мин.}$$

$$n_p = \frac{1000 \cdot 23,4}{3,14 \cdot 20} = 372,6 \text{ об/мин.}$$

В данном случае, применяется станок с бесступенчатым регулированием, принимаем число оборотов, равное: $n = 380$ об/мин.

И скорость резания определяем по формуле:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 380}{1000} = 23,86 \text{ м/мин}$$

Крутящий момент определяем по формуле:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot S_y \cdot D^q \cdot K_p$$

где $y=0,8$; $t=5$ мм; $S_z=0,18$ мм/зуб; $D=16$ мм; $C_M=0,0345$; $q=2,0$.

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 0,18^{0,8} \cdot 20^2 \cdot 0,7 = 42,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750}$$

$$N_e = \frac{42,5 \cdot 380}{9750} = 1,66 \text{ кВт}$$

Мощность, которую должен обеспечить станок:

$$N_c = N_{дв} \cdot \eta$$

где $N_{дв}$ – мощность электродвигателя привода главного движения, кВт;

η – механический КПД.

$$N_c = 8 \cdot 0,75 = 6 \text{ кВт}$$

Таким образом, $N_e < N_c$. Из этого следует, что оборудование обеспечит достаточную мощность для работы обработки.

Расчет режимов резания для фрезерования:

Расчетную величину скорости резания определяем по формуле:

$$V_P = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v$$

где K_v – общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания:

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Nv} \cdot K_{Uv}$$

где K_{Mv} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала,

$$K_{Mv} = 0,57$$

K_{Nv} – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки, $K_{Nv} =$

$$0,8$$

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

Принимаем по таблице 39 и 40 [2]: значение стойкости инструмента и значения коэффициентов по формуле: $T=80$ мин; $C_v=46,7$; $q=0,45$; $x=0,5$; $y=0,5$; $u=p=0,1$; $m=0,33$; при $t=5$ мм; $B=18$ мм; $S_z=0,04$ мм/зуб.

$$V_P = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v$$

$$V_P = \frac{46,7 \cdot 20^{0,45}}{80^{0,33} \cdot 5^{0,5} \cdot 0,04^y \cdot 20^{0,1} \cdot 2^{0,1}} \cdot 0,456 = 23,7 \text{ м/мин.}$$

Число оборотов шпинделя определяем по формуле:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}$$
$$n_p = \frac{1000 \cdot 23,7}{3,14 \cdot 20} = 377 \text{ об/мин.}$$

В нашем случае применяется станок с бесступенчатым регулированием, тогда принимаем число оборотов: $n=380$ об/мин

Тогда скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$
$$V = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 380}{1000} = 23,86 \text{ м/мин}$$

Подачу определяем по формуле:

$$S_M = S_z \cdot z \cdot n$$
$$S_M = 0,04 \cdot 2 \cdot 380 = 30,72 \text{ мм/мин}$$

Силу резания определяем по формуле:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_t^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{тр}$$

где по таблице 41 [7]: $C_p=68,2$, $x=0,86$, $y=0,72$, $u=1,0$, $q=0,86$, $w=0$.

Поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала (с. 264) определяем по формуле:

$$K_{тр} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{981}{750} \right)^{0,3} = 0,7$$

Тогда сила резания будет равна:

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 7,5^{0,86} \cdot 0,04^{0,72} \cdot 20^1 \cdot 2}{20^{0,86}} \cdot 0,7 = 1248,47 \text{ Н}$$

Мощность резания определяем по формуле:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}$$
$$N_e = \frac{1248,47 \cdot 23,86}{1020 \cdot 60} = 0,52 \text{ кВт}$$

Мощность, которую должен обеспечить станок:

$$N_c = N_{дв} \cdot \eta$$

где $N_{дв}$ – мощность электродвигателя привода главного движения, кВт;
 η – механический КПД.

$$N_c = 8 \cdot 0,75 = 6 \text{ кВт}$$

Таким образом, $N_e < N_c$. Из этого следует, что оборудование обеспечит достаточную мощность для работы обработки.

2.7. Нормирование операций

Техническое нормирование устанавливает технически обоснованную норму расхода производственных ресурсов – рабочего времени, сырья, материалов, инструментов. При обработке в условиях среднесерийного типа производства на станке с ЧПУ, определяется штучное время ($T_{шт}$).

Норма штучного времени – это норма времени на выполнение объема работы, равной единице нормирования, на выполнение технологической операции – определяем по формуле:

$$T_{шт} = t_0 + t_в + t_{обс} + t_п, \quad (27)$$

где $t_0 = \sum_{oj} t$ - основное время на операцию, мин;

$t_в$ – вспомогательное время, мин;

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

$t_п$ – время на личные потребности, мин.

Основное время на выполнение i -го перехода определяем по формуле :

$$t_0 = \frac{(L + l) \cdot i}{n \cdot S}$$

где L – длина обрабатываемой поверхности, мм;

l – длина врезания и перебега инструмента, мм;

i – число рабочих ходов;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

S – подача, мм/об.

$$t_0 = \frac{(7) \cdot 1}{420 \cdot 0,36} = 0.046 \text{ мин}$$

$$t_0 = \frac{(7.5) \cdot 1}{380 \cdot 0,36} = 0.055 \text{ мин}$$

$$t_0 = \frac{(50) \cdot 1}{420 \cdot 0,08} = 1.49 \text{ мин}$$

$$t_0 = \frac{(52) \cdot 1}{380 \cdot 0,08} = 1.71 \text{ мин}$$

$$t_o = t_{o.zac1} + t_{o.fpl} + t_{o.zac2} + t_{o.fp2}$$

$$t_o = 0,046 + 1,49 + 0,055 + 1,71 = 3,796.$$

$t_B = t_{B.Y} + t_{M.B}$ – вспомогательное время, включающее время $t_{B.Y}$ для установки и снятия заготовки и вспомогательное время $t_{M.B}$, для выполнения вспомогательных действий и перемещения при обработке поверхностей, мин:

$t_{B.Y}$ – установка и снятие заготовки – 0,4 мин.

$t_{M.B}$ – время на переход, установку фрезы – 0,38 мин.

$$t_B = 0,4 + 0,38 = 0,78 \text{ мин.}$$

Время $t_{обс}$ и $t_{п}$ принимаются в процентном отношении от оперативного времени ($t_{оп}$):

$$t_{оп} = t_o + t_B;$$

$$t_{оп} = 3,796 + 0,78 = 4,576 \text{ мин.}$$

$$(t_{обс} + t_{п}) = 0,12 \cdot 4,07 = 0,49 \text{ мин.}$$

$$T_{шт} = 3,796 + 0,78 + 0,49 = 5,066 \text{ мин.}$$

Подготовительно – заключительное время включает в себя:

$$T_{п-з} = T_{п-з1} + T_{п-з2} + T_{п-з3},$$

где $T_{п-з1}$ – время на приемы, вошедшие в комплекс, $T_{п-з1} = 12$ мин;

$T_{п-з2}$ – время дополнительных работ, $T_{п-з2} = 7$ мин;

$T_{п-з3}$ – время на пробную обработку детали, $T_{п-з3} = 5$ мин.

$$T_{п-з} = 12 + 7 + 5 = 24 \text{ мин.}$$

Штучно-калькуляционное время определяем по формуле (29):

$$T_{ш-к} = T_{шт} + T_{п-з} / n_з, \quad (29)$$

где $T_{п-з}$ – подготовительно-заключительное время на партию, мин;

$n_з$ – размер партии деталей, запускаемых в производство.

Размер партии определяется по фактическим данным или расчётом по формуле :

$$n_з = \frac{P}{S_n}$$

где P - годовой выпуск деталей, шт.;

S_n - число запусков в год.

Для среднесерийного (800—1700 деталей в год) производства , принимаем $S_n=12$.

$$n_з = \frac{900}{12} = 75$$

$$T_{ш-к} = 5.066 + \frac{24}{75} = 5,386 \text{ мин}$$

Вывод

В «Технологической части» ВКР был разработан технологический процесс изготовления детали вал, заданы режимы обработки, выбран режущий и измерительный инструмент для контроля.

3. Конструкторская часть

3.1. Исходные данные для проектирования

Спроектируем станочное приспособление для операции ____ – фрезерная с ЧПУ. Материал детали – Сталь 45.

Обработка шпоночного паза выполняется на вертикальном фрезерном обрабатывающем центре с ЧПУ мод. Leadwell MCV.

Сборочный чертёж приспособления представлен в графической части работы.

3.2. Расчет силы закрепления с определением характеристик силового привода

Расчет станочного приспособления производится согласно [2,3].

При фрезеровании шпоночных пазов: P_x – осевая сила (сила подачи) в нашем случае направлена параллельно силе закрепления к опорам; P_z – касательная сила (определяет мощность при фрезеровании); P_y – радиальная сила (направлена по нормали к обрабатываемой поверхности). При данных условиях базирования силы резания пытаются сдвинуть заготовку в боковом, осевом направлениях и повернуть заготовку относительно призмы.

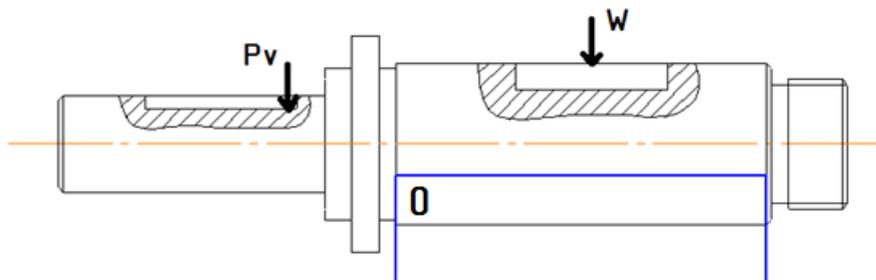


Рис. 2,1 – Схема для определения силы закрепления W . Вид сбоку

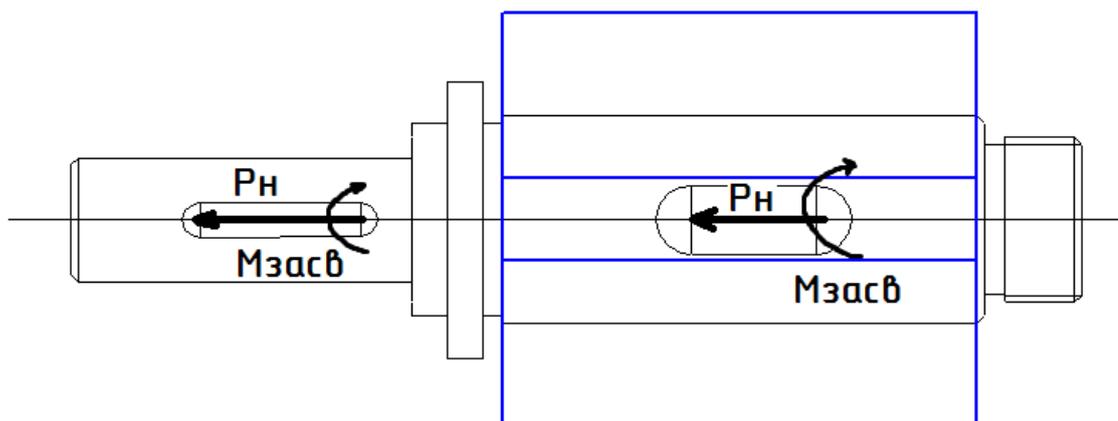


Рис. 2,2 – Схема для определения силы закрепления W . Вид сверху.

При фрезеровании шпоночного паза возникает сила резания P_z , которую рассматривают состоящей из P_H – горизонтальной составляющей усилия резания, которая сдвигает заготовку в осевом направлении, и P_v – вертикальной составляющей, опрокидывающей заготовку вокруг точки O .

$$P_z = 647,4 \text{ Н}$$

$$P_H = (1,0 \dots 1,2) \cdot P_z = 1,1 \cdot 647,4 = 712 \text{ Н};$$

$$P_v = (0,2 \dots 0,3) \cdot P_z = 0,25 \cdot 647,4 = 162 \text{ Н};$$

Условия неподвижности заготовки при засверливании:

$$\sum M_{кр}(O) = 0$$

$$P_v \cdot h_2 - W \cdot h_1 = 0$$

Где P_v – вертикальная составляющая силы P_z ;

W – сила закрепления;

$$W_1 = P_v \cdot h_2 / h_1 = 162 \cdot 26,5 / 280 = 15,33 \text{ Н};$$

$$\sum M_{кр}(O') = 0$$

$$-M_{засв} + W \cdot h = 0$$

$$W_2 = M_{засв} / h = 15,7 / 0,072 = 218 \text{ Н}.$$

Условия неподвижности заготовки при фрезеровании:

$$\sum F(X) = 0$$

$$F_{\text{тр}} = W \cdot f$$

$$F_{\text{тр}} = P/2$$

$$W = P/(2 \cdot f)$$

где $F_{\text{тр}}$ – сила трения, возникающая в местах соприкосновения вала с призмой;

f – коэффициент трения (сталь по стали $f = 0,15$);

$$W_3 = 712 / (2 \cdot 0,15) = 2373 \text{ Н.}$$

Выбираем наибольшую по величине силу закрепления

$$W_{\text{max}}, W_{\text{max}} = W_3 = 2373 \text{ Н.}$$

Определяем коэффициент надёжности закрепления,

$$K = 1,5 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6$$

где K_1 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания из-за случайных неровностей на обрабатываемых поверхностях

$$K_1 = 1,5$$

K_2 – характеризует увеличение сил резания вследствие затупления режущего инструмента;

$$K_2 = 1,2;$$

K_3 – учитывает увеличение сил резания при прерывистом резании,

$$K_3 = 1;$$

K_4 – характеризует постоянство силы за крепления в зажимном механизме

$$K_4 = 1,3;$$

K_5 – характеризует эргономику ручных зажимных механизмов,

$$K_5 = 1;$$

K_6 – учитывает наличие моментов, стремящихся, повернуть за готовку, установленную плоской поверхностью на постоянные опоры,

$$K_6 = 1.$$

Коэффициент запаса:

$$K = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 2,34;$$

$$W_{\text{закр}} = W_{\text{max}} \cdot K = 2373 \cdot 2,34 = 5553 \text{ Н.}$$

3.3. Расчет приспособления на точность

Суммарная погрешность изготовления определяет по формуле [3, с. 63, формула 2.17]

$$\sum \varepsilon = \varepsilon_{\text{обр}} + \varepsilon_{\text{пр}} + \varepsilon_{\text{н}} + \varepsilon_{\text{др}} \leq T_A,$$

где $\sum \varepsilon$ – погрешность по выполняемому операционному размеру, на технологической операции;

$\varepsilon_{\text{обр}}$ – погрешность метода обработки на выполняемой операции (погрешность обработки);

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

$\varepsilon_{\text{пр}}$ – погрешность, связанная с настоящим положением заготовки в приспособлении (погрешность приспособления); $\varepsilon_{\text{пр}} \leq [\varepsilon_{\text{пр}}]$

$$[\varepsilon_{\text{пр}}] = T_A - \left(k_T \cdot \sqrt{\varepsilon_{\text{обр}}^2 + \varepsilon_{\text{др}}^2} + \varepsilon_{\text{н}} \right)$$

$\varepsilon_{\text{др}}$ – другие погрешности, обусловленные факторами, независимыми от метода обработки, способа настройки и конструкции приспособления.

T_A – допуск на выполняемый размер; $T_A = 0,1$ мм.

Величину $\varepsilon_{\text{обр}}$ укрупненно определим по величине средней экономической точности обработки:

$$\varepsilon_{\text{обр}} = \omega \cdot k$$

где ω – точность обработки размера детали при выполнении операции; $\omega = 0,02$ мм по [3, с.75, таблица 2.11];

k – коэффициент уменьшения величины ω , которым учитывается доля точности обработки в суммарной погрешности ($k = 0,6 \dots 0,8$).

Подставим численные значения в формулу:

$$\varepsilon_{\text{обр}} = 0,02 \cdot 0,6 = 0,012 \text{ мм}$$

Для станков с ЧПУ погрешность настройки можно принимать, как погрешность установки инструмента положение для обработки:

$$\varepsilon_H = \Delta_{\text{пол}} + \Delta_{\text{поз}}$$

где $\Delta_{\text{пол}}$ – погрешность положения приспособления (инструмента) в системе координат станка;

$\Delta_{\text{поз}}$ – погрешность позиционирования рабочего органа станка.

Значения этих погрешностей $\Delta_{\text{пол}}$ и $\Delta_{\text{поз}}$ выбираем по [3, с. 68, таблица 2.9]

$$\Delta_{\text{пол}} = 0,012$$

$$\Delta_{\text{поз}} = 0,02$$

Подставим численные значения в формулу:

$$\varepsilon_H = 0,012 + 0,02 = 0,032 \text{ мм}$$

Другие погрешности, обусловленные факторами, независимыми от метода обработки, способа настройки и конструкции приспособления определяется по формуле [3, с. 62]:

$$\varepsilon_{\text{др}} = (0,05 \dots 0,1) \cdot TA$$

Подставим численные значения в формулу:

$$\varepsilon_{\text{др}} = 0,05 \cdot 0,1 = 0,005 \text{ мм}$$

Погрешность положения заготовки в приспособлении $\varepsilon_{\text{пр}}$ является суммарной величиной, в которую входят различные погрешности. Погрешность положения заготовки в приспособлении рассчитываем по формуле [3, с. 69, формула 2.23]:

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \varepsilon_{\text{НБ}} + \varepsilon_3 + \varepsilon_{\text{изн}} + \varepsilon_{\text{изг}} + \varepsilon_{\text{см}} + \varepsilon_{\text{ус}}$$

где $\varepsilon_{\text{НБ}}$ – погрешность, возникающая из-за не совмещения измерительной и технологической базы при установке заготовки в приспособление;

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

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

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

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

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

С учетом того, что погрешности, входящие в состав $\varepsilon_{\text{пр}}$, относятся как к систематическим, так и случайным величинами, формула примет следующий вид [3, с. 69, формула 2.24]:

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \sqrt{(k_1 \cdot \varepsilon_{\text{НБ}})^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\text{см}}^2} + \varepsilon_{\text{изн}} + \varepsilon_{\text{изг}} + \varepsilon_{\text{ус}}$$

где k_1 – коэффициент уменьшения погрешности вследствие того, что действительные размеры установочной поверхности редко равны предельным значениям; $k_1 = 0,8$.

Погрешность закрепления заготовки в приспособлении $\varepsilon_3 = 0,05$ [2, с. 75, таблица 2.11].

Погрешность, возникающая в результате износа базирующих элементов $\varepsilon_{\text{изн}}$ определяется по формуле [14, с.77, формула 2.25]:

$$\varepsilon_{\text{изн}} = U = U_0 \cdot k_t \cdot k_l \cdot k_y,$$

где U_0 – величина износа по нормали к поверхности, $U_0 = 0,001$ мм [3, с. 77, таблица 2.12];

k_t – коэффициент, учитывающий время контакта заготовки с опорами;

$$k_t = 0,79 \cdot t_0 = 0,79 \cdot 0,36 = 0,3;$$

k_l – коэффициент, учитывающий длину пути скольжения при установке заготовки, $k_l = 1,25$ по [14, с.77, таблица 2.13];

k_y – коэффициент, учитывающий условия обработки; $k_y = 0,94$ по [3, с.77, таблица 2.14].

Подставим численные значения в формулу:

$$\varepsilon_{\text{изн}} = U = 0,001 \cdot 0,3 \cdot 1,25 \cdot 0,94 = 0,004 \text{ мм}$$

Погрешность изготовления и сборки приспособления $\varepsilon_{\text{изг}}$ возникает от погрешностей изготовления деталей приспособления, его сборки и регулировки и определяется по формуле [3, с.80, формула 2.29]:

$$\varepsilon_{\text{изг}} = \sum Ti + \sum S + \sum \Delta$$

где $\sum Ti$ – сумма допусков на звенья (размеры) проектируемого приспособления в направлении выдерживаемого размера; $T = 0,005$ мм;

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

$\sum \Delta$ – суммарная погрешность, зависящая от формы и расположения установочных и направляющих элементов приспособления, действующая в направлении выполняемого размера. $\Delta = 0,005$ мм.

Подставим численные значения в формулу:

$$\varepsilon_{\text{изг}} = 0,005 + 0,005 = 0,01 \text{ мм}$$

Погрешность, вызванная смещением режущего инструмента $\varepsilon_c = 0$

Погрешность, возникающая при установке приспособления на стол станка:

$$\varepsilon_{\text{yc}} = S = 0,015 \text{ мм}$$

Определим допустимую погрешность приспособления, подставив численные значения в формулу:

$$[\varepsilon_{\text{пр}}] = 0,1 - \left(1 \cdot \sqrt{0,012^2 + 0,005^2} + 0,32 \right) = 0,055 \text{ мм}$$

Подставим численные значения в формулу, получим:

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \sqrt{0,016^2} + 0,0004 + 0,01 + 0,015 = 0,041 \text{ мм}$$

Проверим выполнение условия $\varepsilon_{\text{пр}} \leq [\varepsilon_{\text{пр}}]$:

$$\varepsilon_{\text{пр}} = 0,041 \leq [\varepsilon_{\text{пр}}] = 0,055$$

Суммарная погрешность изготовления:

$$\sum \varepsilon = 0,012 + 0,041 + 0,032 + 0,015 = 0,1 \text{ мм}$$

$$\sum \varepsilon = 0,1 \text{ мм} = \text{ТА} = 0,1$$

Условия выполняется

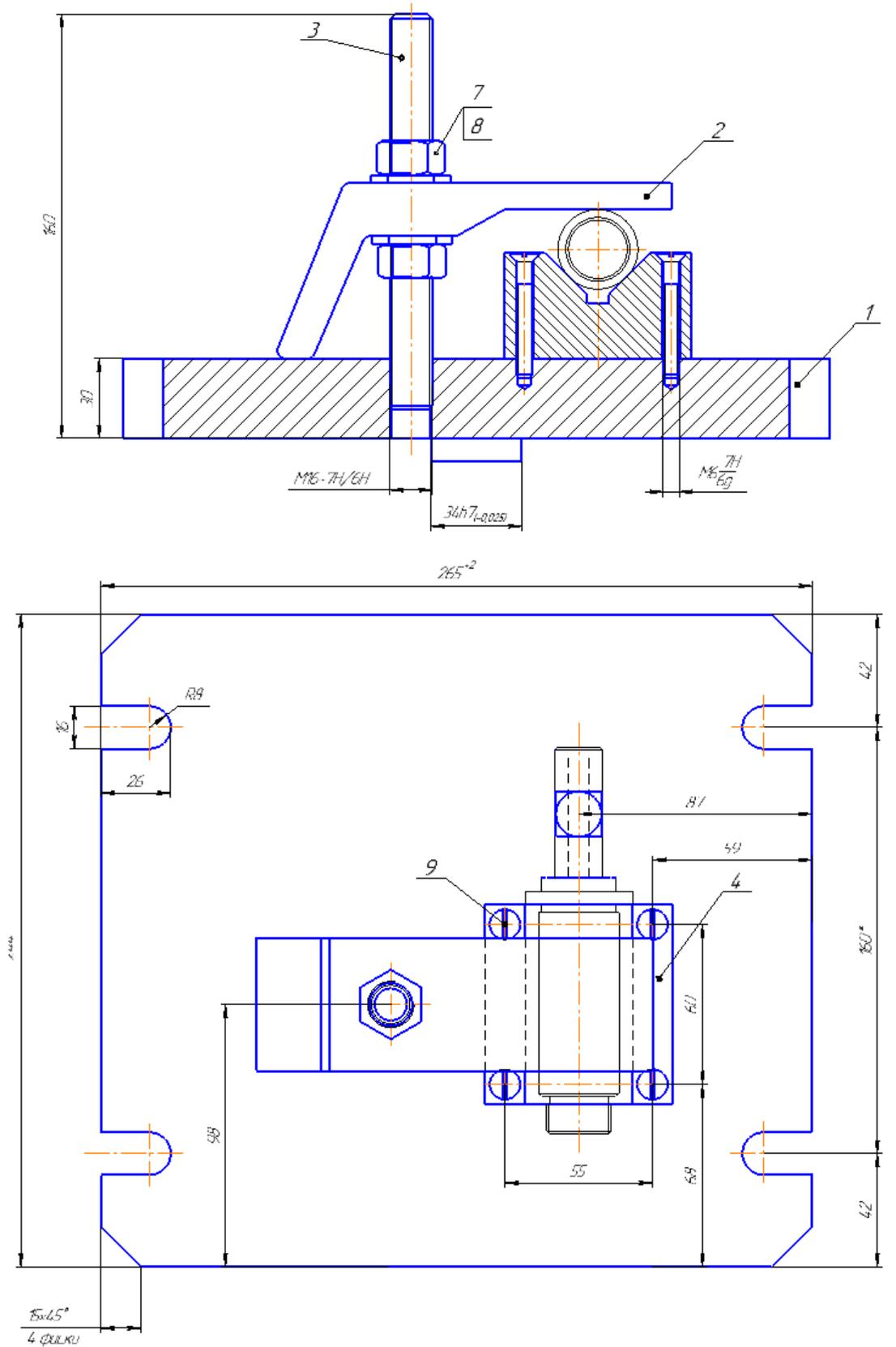


Рисунок 2.3 – Станочное приспособление

3.4. Описание работы спроектированного приспособления

Приспособление служит для закрепления детали на вертикальном фрезерном обрабатывающем центре с ЧПУ мод. Leadwell MCV.

Плита-основание устанавливается на рабочий стол с помощью Направляющей 6.

В Плите-основании 1 имеются резьбовые отверстия, для установки Призмы 4. На призматические упоры устанавливается заготовка. Заготовку прижимают Прижимом 2, который крепится к Плите-основанию Шпилькой-стойкой 3. Высота штанги регулируется гайками 7. Приспособление универсально и подходит для многих типов фрезерных станков.

К достоинствам такого зажимного устройства относится простота эксплуатации, небольшая стоимость, ремонтпригодность и простота конструкции, так же возможность замены деталей, входящих в устройство, что позволяет фрезеровать изделия различных размеров.

Вывод

В данном разделе было спроектировано специальное станочное приспособление для фрезерования шпоночного паза на детали вал тихоходный.

Приспособление получилось максимально простым в использовании, наладке и ремонте. Так же к достоинствам можно отнести низкую стоимость и доступность деталей и стандартных изделий, входящих в устройство

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-4А7Б	Сатимову Шохбозбеку Шавкатжон угли

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

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Бюджет проекта – не более 78682 руб., в т.ч. затраты по оплате труда – не более 50213 руб.</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Районный коэффициент – 1,3 Накладные расходы – 16%</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Отчисления во внебюджетные фонды 30,2%</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Анализ конкурентных технических решений; SWOT-анализ</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Формирование структуры работ; Определение трудоёмкости работ; Формирование бюджета проведения работ.</i>
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Расчёт интегрального показателя ресурсоэффективности</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. <i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i>
2. <i>Матрица SWOT</i>
3. <i>График проведения НИ</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОСГН ШБИП	Клемашева Елена Игоревна	канд. экон. наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4А7Б	Сатимов Шохбозбек Шавкатжон угли		

Введение

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

В связи с тем, что экономика является неотъемлемой, постоянной и динамически развивающейся частью жизни, возникает необходимость непрерывно проводить исследование и мониторинг рынка. Поиск конкурирующих проектов позволяет определить необходимость и значимость новых разработок, а также их эффективность в случае успешной реализации конечного продукта.

Данный раздел предусматривает рассмотрение следующих задач:

- оценить перспективность проведения работ и коммерческий потенциал исследования;
- провести расчет трудоемкости выполнения работы;
- составить план комплекса работы;
- рассчитать затраты на проектирование, заработную плату и прочие расходы;
- определить возможные альтернативы проведения научных разработок.

Цель работы – рассмотрение анализа технологической подготовки производства детали типа «Вал тихоходный».

4.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследования с позиции ресурсоэффективности

4.1.1. Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для её будущего повышения.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты. В роли конкурента выбран производитель – компания АО «ТЭМЗ» г. Томск.

Проведём сравнение научно-исследовательской разработки по изготовлению детали типа «Вал тихоходный» и разработку изготовления детали типа «Вал» предприятия АО «ТЭМЗ». Возьмём технические критерии (повышение производительности труда, удобство в эксплуатации, надёжность, безопасность и функциональная возможность) и экономические критерии (конкурентоспособность продукта, уровень проникновения на рынок, цена, предполагаемый срок эксплуатации, послепродажное обслуживание, финансирование научной разработки, срок выхода на рынок).

Таблица №__ – Оценочная карта сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		Бф	Бк	Кф	Кк
1	2	3	4	5	6
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
1. Повышение производительности труда	0,12	4	3	0,48	0,36
2. Удобство в эксплуатации	0,09	3	2	0,27	0,18
3. Надёжность	0,1	5	3	0,50	0,30
4. Безопасность	0,09	5	4	0,45	0,36
5. Функциональная возможность	0,10	5	4	0,50	0,40

Экономические критерии оценки эффективности					
1. Конкурентоспособность продукта	0,05	4	3	0,20	0,15
2. Уровень проникновения на рынок	0,05	3	4	0,15	0,20
3. Цена	0,13	3	2	0,39	0,26
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,09	4	2	0,36	0,18
5. Послепродажное обслуживание	0,10	3	2	0,30	0,20
6. Финансирование научной разработки	0,07	3	2	0,21	0,14
7. Срок выхода на рынок	0,01	3	2	0,03	0,02
Итого	1	45	35	3,84	2,75

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i B_i$$

где V_i – все показатели в долях единицы;

B_i – балл i -го показателя.

В результате проведенного анализа можно сказать, что разработка почти не уступает опытному предприятию АО «ТЭМЗ». Главным конкурентным преимуществом научной разработки является низкая стоимость продукта.

4.2. SWOT-анализ

Чтобы оценить сильные и слабые стороны проекта по внутренней внешней среде необходимо провести SWOT-анализ. Для этого необходимо составить SWOT-матрицу.

Таблица №__ – SWOT-матрица

	<p>Сильные стороны проекта: С1. Высокое качество С2. Наличие финансирования С3. Квалифицированный персонал</p>	<p>Слабые стороны проекта: Сл1. Наличие малопроизводительных методов обработки Сл2. Длительность разработки Сл3. Наличие химико-</p>
--	--	--

	С4. Функциональные возможности и разработки	термической операции Сл4. Необходимость специального приспособления Сл5. Узкая направленность изделия
<p>Возможности:</p> <p>В1. Низкий уровень конкуренции</p> <p>В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт</p> <p>В3. Совершенствование технологии</p> <p>В4. Экспорт разработки</p>	<p>- (В1С5) Благодаря низкой стоимости будет низкий уровень конкуренции.</p> <p>- (В2С1С2С4С5) Из-за появления дополнительного спроса на новый продукт, то возможно высокое качество продукта, наличие финансирования, функциональные возможности и разработки, а также низкая стоимость.</p> <p>- (В3С1С2С3С4) Совершенствование технологии приводит к высокому качеству, наличию финансирования, квалифицированному персоналу, функциональным возможностям и разработкам.</p> <p>- (В4С1С2) Экспорт разработки проявляет такие сильные стороны, как высокое качество, наличие финансирования.</p>	<p>- (В1Сл5) Низкий уровень конкуренции обеспечивается узкой направленностью изделия.</p> <p>- (В2Сл4Сл5) Появление дополнительного спроса на новый продукт выявляет необходимость специального приспособления и узкую направленность изделия.</p> <p>- (В3Сл1Сл2Сл3Сл4) Совершенствование технологии сопровождается наличием малопроизводительных методов обработки, длительностью обработки, наличием химико-термических операций и необходимостью специального приспособления.</p> <p>- (В4Сл5) Узкая направленность изделия наталкивает к экспорту разработки.</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса на продукт</p> <p>У2. Высокие требования к сертификации</p> <p>У3. Прекращение финансирования</p>	<p>- (У1С4) Отсутствие спроса на продукт приводит к функциональным возможностям и разработкам.</p> <p>- (У2С3С4) Высокие требования к сертификации требует использовать квалифицированный персонал, также функциональные возможности и разработки.</p> <p>- (У3С5) Прекращение финансирования может привести к снижению стоимости продукта.</p>	<p>(У1У2Сл2Сл5) Отсутствие спроса на продукт и высокие требования к сертификации выявляют такие слабые стороны, как длительность разработки и узкую направленность изделия.</p> <p>- (У3Сл1Сл2Сл4) Прекращение финансирования сопровождается наличием малопроизводительных методов обработки, длительностью разработки и недостатком специального приспособления.</p>

На пересечении параметров представлен анализ интерактивных таблиц в форме записи сильно конкурирующих факторов. Каждая из записей представляет собой направление реализации проекта.

4.3. Планирование научно-исследовательских работ

4.3.1. Структура работы в рамках научного исследования

Выполним планирование работ по разработке технологии изготовления детали типа «Вал тихоходный». Для этого определим основные этапы работы и исполнителей этих работ. Вся информация содержится в таблице №__.

Таблица №__ – Перечень этапов работы и распределения исполнителей

Основные этапы	№ работы	Содержание работы	Должность исполнителя
Разработка технологического задания	1	Составление и утверждение технологического задания	Руководитель НИ
Выбор направления исследования	2	Ознакомление с литературой	Исполнитель
Технологическая часть	3	Консультирование по возникшим вопросам	Руководитель
	4	Технологический контроль ТЗ и анализ технологичности конструкции	Исполнитель
	5	Предварительное определение типа производства	Исполнитель
	6	Выбор заготовки	Исполнитель
	7	Разработка технологического маршрута изготовления детали	Исполнитель
	8	Размерный анализ	Исполнитель

	9	Назначение допусков на технологические размеры	Исполнитель
	10	Расчёт межоперационных размеров	Исполнитель
	11	Уточнение оборудования, оснастки, инструмента	Руководитель Исполнитель
	12	Назначение режимов резания	Исполнитель
	13	Расчёт норм времени	Исполнитель
Конструкторская часть	14	Поиск литературы и ознакомление с ней	Исполнитель
	15	Проектирование приспособления	Исполнитель
	16	Расчёт погрешностей	Исполнитель
Обобщение и оценка результатов	17	Оформление документации в виде операционных карт, чертежей и пояснительной записки	Исполнитель
	18	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель Исполнитель

4.3.2. Определение трудоёмкости выполнения работ

Необходимо определить трудоёмкость выполнения работ для обоснованного расчёта заработной платы. Для этого сначала определим ожидаемое значение трудоёмкости. Затем определим продолжительность работы в рабочих днях.

Чтобы определить ожидаемое значение трудоёмкости $t_{ож.i}$ воспользуемся следующей формулой:

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

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

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Чтобы определить продолжительность работы в рабочих днях T_{pi} , воспользуемся формулой:

$$T_{pi} = \frac{t_{ож.и}}{Ч_i}$$

где, $Ч_i$ - численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работы на данном этапе, чел.

4.3.3. Разработка графика проведения научного исследования

Для того, чтобы построить график в форме диаграммы Ганта, необходимо длительность работы из рабочих дней, полученных в пункте 2.2, перевести в календарные дни. Значения в календарных днях T_{ki} , рассчитываются и округляются до целых значений по формуле:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал.}$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{кал.}$ – коэффициент календарности.

$k_{кал.}$ определяется по формуле:

$$k_{кал.} = \frac{T_{кал.}}{T_{кал.} - (T_{вых.} + T_{пр.})}$$

где $T_{кал.}$ – количество календарных дней в году;

$T_{вых.}$ – количество выходных дней в году;

$T_{пр.}$ – количество праздничных дней в году.

Для руководителя:

$$k_{кал.} = \frac{365}{365 - 66} = 1,22$$

Для исполнителя:

$$k_{кал.} = \frac{365}{365 - 118} = 1,47$$

Для удобства представления информации полученные результаты запишем в таблицу №__.

Таблица №__ – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях	Длительность работ в календарных днях
	t_{min} , чел.-дн.	t_{max} , чел.-дн.	$t_{ож.л}$, чел.-дн.		T_{pi} , раб.-дн.	T_{ki} , раб.-дн.
Составление и утверждение технологического задания	1	5	2,6	Руководитель НИ	2,6	4
Ознакомление с литературой	2	5	3,2	Исполнитель	3,2	5
Консультирование по возникшим вопросам	1	2	1,4	Руководитель	1,4	2
Технологический контроль ТЗ и анализ технологичности конструкции	1	5	2,6	Исполнитель	2,6	4
Предварительное определение типа производства	1	2	1,4	Исполнитель	1,4	2
Выбор заготовки	1	2	1,4	Исполнитель	1,4	2
Разработка технологического маршрута изготовления детали	1	3	1,8	Исполнитель	1,8	3
Размерный анализ	1	2	1,4	Исполнитель	1,4	2
Назначение допусков на технологические размеры	1	2	1,4	Исполнитель	1,4	2
Расчёт межоперационных размеров	2	5	3,2	Исполнитель	3,2	5
Уточнение оборудования, оснастки, инструмента	1	3	1,8	Руководитель Исполнитель	0,9	3
Назначение режимов резания	3	6	4,2	Исполнитель	4,2	6
Расчёт норм времени	3	6	4,2	Исполнитель	4,2	6
Поиск литературы и ознакомление с ней	2	4	2,8	Исполнитель	2,8	4
Проектирование приспособления	2	6	3,6	Исполнитель	3,6	5
Расчёт погрешностей	1	2	1,4	Исполнитель	1,4	2

Оформление документации в виде операционных карт, чертежей и пояснительной записки	5	10	7	Исполнитель	7	10
Оценка эффективности полученных результатов	1	2	1,4	Руководитель Исполнитель	0,7	1

На основе таблиц ___ и ___ построим календарный план-график, представленный в таблице ___.

Таблица №__ – Календарный план-график разработки техпроцесса «Вал тихоходный»

№ работы	Содержание работы	Должность исполнителя	Т _к кал. –дн.	Месяц								
				Февраль			Март			Апрель		
				1	2	3	1	2	3	1	2	
1	Составление и утверждение технологического задания	Руководитель НИ	4									
2	Ознакомление с литературой	Инженер	5									
3	Консультирование по возникшим вопросам	Руководитель	2									
4	Технологический контроль ТЗ и анализ технологичности конструкции	Инженер	4									
5	Предварительное определение типа производства	Инженер	2									
6	Выбор заготовки	Инженер	2									
7	Разработка технологического маршрута изготовления детали	Инженер	3									
8	Размерный анализ	Инженер	2									
9	Назначение допусков на технологические размеры	Инженер	2									
10	Расчёт межоперационных	Инженер	5									

	размеров												
11	Уточнение оборудования, оснастки, инструмента	Руководитель Инженер	3										
12	Назначение режимов резания	Инженер	6										
13	Расчёт норм времени	Инженер	6										
14	Поиск литературы и ознакомление с ней	Инженер	4										
15	Проектирование приспособления	Инженер	5										
16	Расчёт погрешностей	Инженер	2										
17	Оформление документации в виде операционных карт, чертежей и пояснительной записки	Инженер	10										
18	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель Инженер	1										

 - Руководитель

 - Инженер

Таблица №__ – Сводная таблица по календарным дням

	Количество дней
Общее количество календарных дней для выполнения работы	82
Общее количество календарных дней, в течении которых работал инженер	41
Общее количество календарных дней, в которых работал руководитель	6

В результате выполнения данного подраздела разработан план-график выполнения этапов работ для руководителя и инженера, позволяющий

оценить и спланировать рабочее время исполнителей. Также рассчитано количество дней, в течение которых работал каждый из участников проекта.

4.4. Бюджет научно-технического исследования

4.4.1. Основная заработанная плата исполнителей темы

Статья включает основную заработанную плату работников, занятых выполнением НТИ и дополнительную плату:

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

где $З_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$З_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата.

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоёмкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

Основная заработная плата руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

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

где $З_{\text{дн}}$ – средняя дневная заработная плата работника, руб;

$T_{\text{р}}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. №7).

Средняя дневная заработная плата рассчитывается по формуле:

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

где $З_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M - количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 рабочих дня $M=11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_M = Z_{mc} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p$$

где Z_{mc} – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3

k_d – коэффициент доплат и надбавок, принимаем 0,2;

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

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций.

Дополнительная заработная плата:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}$$

Где: $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,13)

Расчёт заработной платы руководителя (шестидневная рабочая неделя):

$$Z_M = Z_{mc} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p = 37000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,2 = 66600 \text{ руб.}$$

$$Z_{дн} = \frac{Z_M \cdot M}{F_D} = \frac{66600 \cdot 10,4}{365 - 66 - 56} = 2850 \text{ руб.}$$

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p = 2850 \cdot 6 = 17100 \text{ руб.}$$

Расчёт заработной платы исполнителя (пятидневная рабочая неделя):

$$Z_M = Z_{mc} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p = 14\,000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 27300 \text{ руб.}$$

$$Z_{дн} = \frac{Z_M \cdot M}{F_D} = \frac{27300 \cdot 11,2}{365 - 118 - 28} = 1396 \text{ руб.}$$

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p = 1396 \cdot 41 = 57236 \text{ руб.}$$

4.4.2. Дополнительная заработная плата

Расчет дополнительной заработной платы руководителя:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,13 \cdot 17100 = 2223 \text{ руб.}$$

Расчет дополнительной заработной платы исполнителя:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,13 \cdot 57236 = 7440 \text{ руб.}$$

Таблица №__ – Расчёт заработной платы работников

Исполнитель проекта	З _{осн} , руб	k _{пр}	k _д	k _р	З _м , руб	З _{дв} , руб	Т _р , руб	З _{осн} , руб	k _{доп}	З _{доп} , руб	Итого, руб
Руководитель	37000	0,3	0,2	1,3	66600	2850	6	17100	0,13	2223	19323
Инженер	14000				27300	1396	41	57236		7440	64676

4.4.3. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые взносы)

Отчисления во внебюджетные фонды включают в себя установленные законодательством РФ нормы органов государственного социального страхования 93 (ФСС), пенсионный фонд (ПФ) и медицинское страхование (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

На 2022 г. установлен размер страховых взносов равный 30,2%. В таблице 11 представлены результаты по расчету отчислений во внебюджетные фонды всех исполнителей проекта.

Таблица №__ – отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель проекта	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель	17100	2223
Исполнитель	57236	7440

Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,302
Итого	
Руководитель	4513
Инженер	10788

4.4.4. Накладные расходы

Накладные расходы включают прочие затраты организации, которые не учтены в предыдущих статьях расходов: оплата услуг связи, электроэнергии, интернета и т.д.

В сумме материальные затраты составили 1936 рублей.

Накладные расходы:

$$Z_{\text{нак}} = (\text{сумма статей } 1 \div 3) \cdot k_{\text{нр}}$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы, принимаем в размере 16%

$$Z_{\text{нак}} = (Z_{\text{м}} + Z_{\text{з}} + Z_{\text{внеб}}) \cdot 0,16$$

$$Z_{\text{нак}} = (1936 + 50213 + 15301) \cdot 0,16 = 10792 \text{ руб.}$$

4.4.5. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определим бюджет затрат на научно-исследовательский проект. Для этого просуммируем все рассчитанные финансовые показатели проекта из предыдущих пунктов. Для наглядности составим таблицу ____, куда внесем все сведения.

Таблица №__ – Расчёт бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	В % к итогу
Затраты по основной зарплате	44835	56,98

Затраты по дополнительной зарплате	5818	7,39
Отчисления во внебюджетные фонды	15301	19,45
Накладные расходы	10792	13,72
Итого бюджета НТИ	78682	100

Бюджет всех затрат на проект равен 78682 рублей. Наибольший процент составляют затраты по основной затрате (56,98%).

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

4.5.1 Определение сравнительной эффективности проекта

Рассчитаем интегральный показатель ресурсоэффективности, для этого составим таблицу №__.

Таблица №__ – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Проект	Аналог
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5	4
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	3	3
3. Помехоустойчивость	0,15	5	3
4. Энергосбережение	0,20	2	3
5. Надёжность	0,25	4	4
6. Материалоемкость	0,15	3	4
Итого	1		

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

где I_{pi} - интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

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

$$I_{p-исп1} = 0,1 \cdot 5 + 0,15 \cdot 3 + 0,15 \cdot 5 + 0,20 \cdot 2 + 0,25 \cdot 4 + 0,15 \cdot 3 = 3,55$$

$$I_{p-исп2} = 0,1 \cdot 4 + 0,15 \cdot 3 + 0,15 \cdot 3 + 0,20 \cdot 3 + 0,25 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 = 3,50$$

Такое значение интегральной показателя говорит о том, что разработанный проект достаточно ресурсоэффективный.

Вывод по разделу

Результатом данного раздела служат выполненные анализы конкурентоспособности и SWOT-анализ, полностью распланированная научно-исследовательская работа. В результате проведенных анализов можно говорить о достаточном уровне конкурентоспособности разрабатываемого проекта. Также в данном разделе были определены бюджет затрат НИИ и ресурсоэффективность разрабатываемого проекта, в результате чего можно утверждать, что он ресурсоэффективный и на его реализацию потребуется около 78682 руб.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-4А7Б	Сатимову Шохбозбеку Шавкатжон угли

Школа	Инженерная школа новых производственных технологий	Отделение (НОЦ)	Отделение материаловедения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/ специальность	15.03.01 «Машиностроение»

Тема ВКР:

Разработка технологического процесса изготовления детали «Вал тихоходный»	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p>Введение</p> <ul style="list-style-type: none"> – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения 	<p>Объект исследования: Вал тихоходный</p> <p>Область применения: Машиностроительное предприятие. Рабочая зона: лаборатория. Размеры помещения: 60,8м2</p> <p>Количество и наименование оборудования рабочей зоны 4 рабочих места: Стол офисный С-02, кресло офисное, монитор АОС АА2360 – 2 шт., клавиатура AVTech K240b, мышь AVTech A100, компьютер iRUOffice 312.</p> <p>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне проектирование и технология изготовления вала тихоходного.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения/при эксплуатации:</p> <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"> - ГОСТ 12.2.032-78 Рабочее место при выполнении работ сидя - СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи». - ТК РФ от 30.12.2001 N197-ФЗ Ф3 (ред. от 25.02.2022) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2022)

<p>2. Производственная безопасность при разработке проектного решения/при эксплуатации: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов</p>	<p>Вредные производственные факторы: - Отклонение показателей микроклимата - Превышение уровня шума - Повышенный уровень электромагнитного излучения - Недостаточная освещенность рабочей зоны - Монотонность труда Опасные факторы: - Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека</p>
<p>3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения/при эксплуатации</p>	<p>Воздействие на литосферу загрязнением почвы ненужными отходами (батарея ПЭВМ и.т.п.) Воздействие на гидросферу: отсутствует Воздействие на атмосферу: отсутствует</p>
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения/при эксплуатации</p>	<p>Возможные ЧС: разрушение зданий и сооружений учебного корпуса, аварии в системах жизнеобеспечения Наиболее типичная ЧС может быть пожар в здании</p>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД ТПУ	Антоневич Ольга Алексеевна	канд. биол. наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4А7Б	Сатимов Шохбозбек Шавкатжон угли		

Введение

В данной работе представлена деталь «Вал тихоходный», которая используется в редукторе. Данная деталь является узлом внутри редуктора, она используется для фиксации подшипников и зубчатых колёс, и передачи крутящего момента. Детали типа вал имеют высокую популярность в наше время, которые используются в машиностроительной металлургии.

Рабочей зоной является лаборатория 16 корпус ТПУ, где располагается несколько рабочих компьютеров со специализированными программами для проектирования технологического процесса детали. Размеры помещения 60,8 м².

5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

В трудовом кодексе РФ содержатся основные положения отношений между организацией и сотрудниками, включая оплату и нормирование труда, выходных, отпуска и так далее. Работа в офисе относится ко второй категории тяжести труда – работы выполняются при оптимальных условиях внешней производственной среды и при оптимальной величине физической, умственной и нервно-эмоциональной нагрузки. Продолжительность рабочего дня работников не должна превышать 40 часов в неделю. Возможно, сокращение рабочего времени. Для работников, возраст которых меньше 16 лет – не более 24 часа в неделю, от 16 до 18 лет – не более 35 часов, как и для инвалидов I и II группы [2].

Согласно «ГОСТ 12.2.032-78. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования», место для работы за ПК и взаиморасположение всех его элементов должно соответствовать антропометрическим, физическим и психологическим требованиям. При обустройстве рабочего места инженера, необходимо соблюсти основные условия: выбрать наилучшее местоположение оборудования и обеспечить свободное рабочее пространство.

Эргономическими аспектами проектирования рабочих мест, в частности, являются: высота рабочей поверхности, размеры пространства для ног, требования к расположению документов на рабочем месте, характеристики рабочего кресла, требования к поверхности рабочего стола, регулируемость элементов рабочего места.

Сидячее положение вызывает минимальное утомление рабочего. Рациональная планировка рабочего места предусматривает четкий порядок и постоянство размещения предметов, средств труда и документации. То, что требуется для выполнения работ чаще, расположено в зоне легкой досягаемости рабочего пространства (рисунок 2)

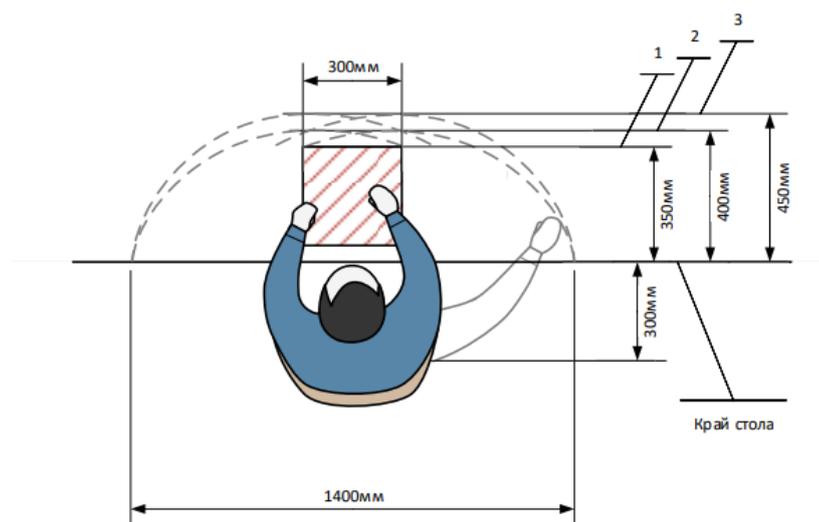


Рисунок 2 – Зоны досягаемости рук: 1 – оптимальная, 2 – нормальная, 3 – максимальная

Оптимальное размещение предметов труда и документации в зонах досягаемости, рисунок 3:

- 1) персональный компьютер размещается в центре;
- 2) «мышь» – в оптимальной зоне справа;
- 3) документация в зоне справа;
- 4) испытательный стенд в зоне слева;
- 5) рабочая зона.

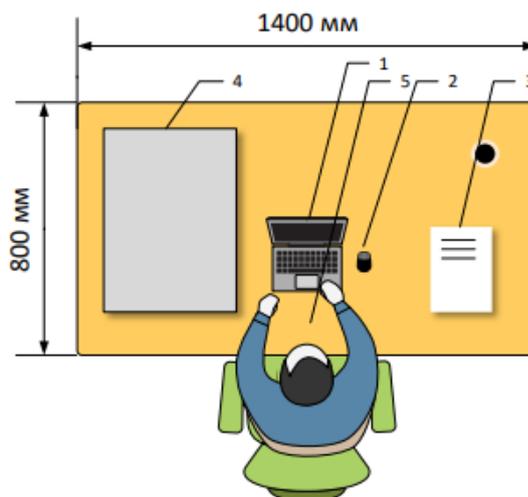


Рисунок 3 – Размещение основных и периферийных составляющих рабочего места

Для комфортной работы стол должен удовлетворять следующим условиям:

- Высота стола должна быть выбрана с учетом возможности сидеть свободно, в удобной позе, при необходимости опираясь на подлокотники;
- Нижняя часть стола должна быть сконструирована так, чтобы человек мог удобно сидеть, не был вынужден поджимать ноги;
- Поверхность стола должна обладать свойствами, исключающими появление бликов в поле зрения работника;
- Высота рабочей поверхности рекомендуется в пределах 680 – 760мм.

Большое значение придается характеристикам рабочего кресла. Так, рекомендуемая высота сиденья над уровнем пола находится в пределах 420-550мм. Поверхность сиденья мягкая, передний край закругленный, а угол наклона спинки – регулируемый.

Положение экрана определяется:

- расстоянием считывания (0,6...0,7м);
- углом считывания, направлением взгляда на 20 градусов ниже горизонтали к центру экрана, причем экран перпендикулярен этому направлению. Должна также предусматриваться возможность регулирования экрана:

- по высоте +3 см;
- по наклону от -10° до +20° относительно вертикали;
- в левом и правом направлениях.

Большое значение также придается правильной рабочей позе пользователя. При неудобной рабочей позе могут появиться боли в мышцах, суставах и сухожилиях.

Требования к рабочей позе пользователя следующие:

- голова не должна быть наклонена более чем на 20 градусов;
- плечи должны быть расслаблены;
- локти - под углом 80° ...100°.

Во время пользования компьютером медики советуют устанавливать монитор на расстоянии 50-60 см от глаз. Специалисты также считают, что верхняя часть видеодисплея должна быть на уровне глаз или чуть ниже. Когда

человек смотрит прямо перед собой, его глаза открываются шире, чем, когда он смотрит вниз. За счет этого площадь обзора значительно увеличивается, вызывая обезвоживание глаз. К тому же если экран установлен высоко, а глаза широко открыты, нарушается функция моргания. Это значит, что глаза не закрываются полностью, не омываются слезной жидкостью, не получают достаточного увлажнения, что приводит к их быстрой утомляемости [15]. Пример правильного расположения работника за ПК представлен на рисунке 4.

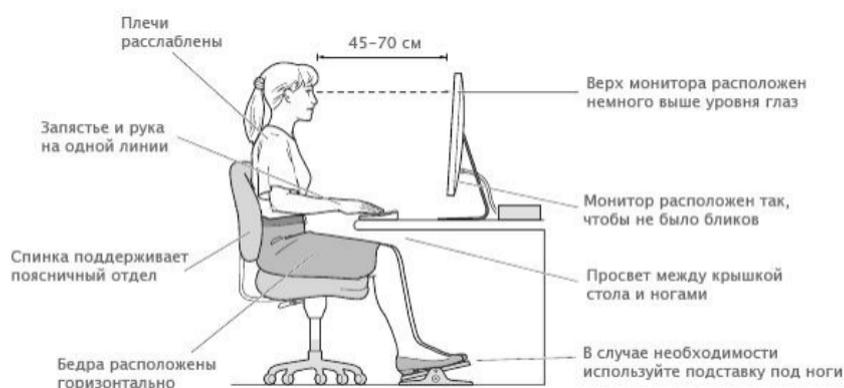


Рисунок 4 – Пример правильного расположения работника за персональным компьютером

Производственная безопасность

Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований

Для идентификации опасных и вредных факторов необходимо использовать ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [3]. Перечень опасных и вредных факторов, характерных для данной производственной среды представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы	Нормативные документы
Повышенный уровень электромагнитного излучения	- СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям

Недостаточная освещенность рабочей зоны	<p>воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи».</p> <p>- СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания".</p> <p>- Санитарные нормы и правила по ограничению шума на территориях и в помещениях производственных предприятий</p> <p>- ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность</p> <p>Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.</p> <p>- СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение.</p> <p>- ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны</p>
Превышение уровня шума	
Отклонение показателей микроклимата	
Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	
Монотонность труда	

Отклонение показателей микроклимата

Значимым физическим фактором является микроклимат рабочей зоны (температура, влажность и скорость движения воздуха).

Для создания и поддержания в лаборатории, независимо от наружных условий, оптимальных значений температуры, влажности, чистоты и скорости движения воздуха, в холодное время года используется водяное отопление, в теплое время года применяется кондиционирование воздуха. Кондиционер представляет собой вентиляционную установку, которая с помощью приборов автоматического регулирования поддерживает в помещении заданные параметры воздушной среды. Оптимальные и допустимые нормы микроклимата представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до 139)	20-23	60-40	0,2
Теплый	Ia (до 139)	22-25	60-40	0,2

Научно-исследовательская лаборатория восьмого корпуса ТПУ является помещением I а категории (таблица 3), согласно ГОСТ 12.1.005-88. Допустимые величины интенсивности теплового облучения работающих на рабочих местах от производственных источников, нагретых до темного свечения (материалов, изделий и др.) представлены в таблице 4. Для оценки воздействия параметров микроклимата в целях осуществления мероприятий по защите, работающих от возможного перегревания, используется ТНС-индекс, нормативные величины которого приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Допустимые величины ТНС-индекса

Категория работ по уровню энергозатрат, Вт.	Величины интегрального показателя, °С
Ia (до 139)	22,2-26,4

В лаборатории проводится ежедневная влажная уборка и систематическое проветривание после каждого часа работы.

Недостаточная освещенность рабочей зоны

Неудовлетворительное освещение может исказить информацию, кроме того, оно вызывает утомление всего организма в целом. Освещение должно обеспечивать выполнение работы без напряжения зрения. Применяют два вида освещения: естественное и искусственное. Для искусственного освещения применяют электрические люминесцентные лампы. Оценка освещенности рабочей зоны необходима для обеспечения нормативных условий работы в помещениях и проводится в соответствии СанПиН 1.2.3685-21.

По нормативу СанПиН 1.2.3685-21 [5] освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего оборудования должна быть 300 лк. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк.

Яркость светильников общего освещения в зоне углов излучения от 50 до 90° с вертикалью в продольной и поперечной плоскостях должна

составлять не более 200 кд/м, защитный угол светильников должен быть не менее 40°. Коэффициент запаса (Кз) для осветительных установок общего освещения должен приниматься равным 1,4. Коэффициент пульсации не должен превышать 5%.

Повышенный уровень шума

Шум с уровнем звукового давления до 30...35 дБ привычен для человека и не беспокоит его. Повышение этого уровня до 40...70 дБ в условиях среды обитания приводит к неблагоприятным для организма последствиям. Шум создает значительные нагрузки на нервную систему человека, оказывает на него психологическое воздействие [8].

Основным источником шума в комнате являются вентиляторы охлаждения от ЭВМ. Уровень шума колеблется от 20 до 30 дБА [14]. Согласно Санитарным нормам и правилам по ограничению шума на территориях и в помещениях производственных предприятий [8], при выполнении основной работы на ПЭВМ уровень звука на рабочем месте не должен превышать 50 дБА. Следовательно, можно считать, что рабочее место соответствует указанным нормам.

Шум, являясь общебиологическим раздражителем, оказывает влияние не только на слуховой анализатор, но действует на структуры головного мозга, вызывая сдвиги в различных функциональных системах организма [8]. Среди многочисленных проявлений неблагоприятного воздействия шума на организм человека выделяются: снижение разборчивости речи, неприятные ощущения, развитие утомления и снижение производительности труда, появление шумовой патологии. Предельно допустимые уровни шума для объектов типа аудитории для теоретических разработок нормируются согласно Санитарным нормам и правилам по ограничению шума на территориях и в помещениях производственных предприятий №785-69 [7]. Значения представлены в табл. 3 (для постоянных шумов).

Таблица 3 – Значения ПДУ шума

Рабочее место	Уровни звукового давления (дБ) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Конструкторские бюро, лаборатории	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Меры снижения шума на рабочем месте. Один из способов снизить шум на рабочем месте, можно с помощью уменьшение шума в источнике. Рекомендуется такое мероприятие, как использование наименее шумного оборудования. В частности, установку вентиляторов меньшей мощности, удовлетворяющих условиям работы оборудования.

В данной работе уровень шума на рабочем месте соответствует указанным нормам.

Повышенный уровень электромагнитного излучения.

Контакт с электромагнитными излучениями представляет существенную опасность для человека, по сравнению с другими вредными факторами (повышенное зрительное напряжение, психологическая перегрузка, сохранение длительное время неизменной рабочей позы). В рассматриваемом случае источником электромагнитного излучения является компьютерная техника. Длительное воздействие интенсивных электромагнитных излучений промышленной частоты может вызывать повышенную утомляемость, появление сердечных болей, нарушение функций центральной нервной системы [6].

Плотность магнитного потока не должна превышать в диапазоне от 5 Гц до 2 кГц 250 нТл, и 25 нТл в диапазоне от 2 до 400 кГц. Поверхностный электростатический потенциал не должен превышать 500 В [6]. В ходе работы использовалась ПЭВМ со следующими характеристиками: напряженность электромагнитного поля 2,5 В/м; поверхностный потенциал составляет 450 В [11].

Согласно ГОСТ 12.1.007-76. предприятий конструкция ПЭВМ должна обеспечивать мощность экспозиционной дозы рентгеновского излучения в

любой точке на расстоянии 0,05 м от корпуса не более 0,1 мбэр/ч (100мкР/ч). Предел дозы облучения для работников ВЦ (операторы, программисты) составляет 0,5 бэр/год.

Для снижения излучений необходимо выполнить следующее: сертифицировать ПЭВМ (ПК) и аттестовать рабочие места; применить экраны и фильтры; произвести организационно-технические мероприятия.

Нормы электромагнитных полей, создаваемых ПЭВМ приведены в табл. 4, в соответствии с СП 2.4.3648-20 [6].

Таблица 4 – Допустимые уровни ЭМП, создаваемые ПЭВМ на рабочих местах

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
Напряжённость электрического поля	В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	25 В/м
	В диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	250 нТл
	В диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	25 нТл
Электростатический потенциал экрана видеомонитора		500 В

Монотонность труда

В процессе деятельности помимо состояния утомления возникает состояние монотонности, отрицательно действующее на работоспособность человека. Состояние монотонности отрицательно действует на организм работающих, приводя к преждевременному утомлению.

Эмоциональное напряжение может по-разному влиять на поведение человека. В соответствии с преобладанием у человека процесса возбуждения или торможения состояние эмоционального напряжения может являться причиной неправильных действий и ухудшения производственной обстановки.

Согласно трудовому кодексу РФ, продолжительность работ не должна превышать 40 часов в неделю, таким образом, при пятидневной рабочей неделе продолжительность рабочего дня должна составлять не более 8 часов.

При работе с ПК во избежание появления головных болей, мигреней и ухудшения самочувствия в соответствии с СП 2.4.3648-20 «Санитарно-

эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи». [6] рекомендуется соблюдать следующий регламент:

– рекомендуемая полная продолжительность рабочего времени за экраном монитора взрослого пользователя, использующего обычный монитор с защитным фильтром – 4 часа за 8-ми часовой рабочий день.

– в конце каждого часа работы необходимо делать 5 - минутный перерыв, а через каждые 2 часа - 15 минутный, выключить монитор и покинуть рабочее место.

Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека

ГОСТ 12.1.038-82 устанавливает предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов, протекающих через тело человека.

Во время нормального режима работы оборудования опасность поражения электрическим током практически отсутствует, однако существуют аварийные режимы работы, когда происходит случайное электрическое соединение частей оборудования, находящегося под напряжением с заземленными конструкциями.

Поражение человека током может произойти в следующих случаях: при прикосновении к токоведущим частям во время ремонта ПЭВМ; при прикосновении к нетокведущим частям, находящимся под напряжением, то есть в случае нарушения изоляции; при соприкосновении с полом и стенами, оказавшимися под напряжением; при возникновении короткого замыкания в электроприборе.

Основными мероприятиями по обеспечению электробезопасности являются:

изолирование токоведущих частей, исключаящее возможное соприкосновение с ними; установки защитного заземления; наличие общего рубильника; своевременный осмотр технического оборудования, изоляции.

Значения напряжения прикосновения и силы тока, протекающего через

тело человека при нормальном (неаварийном) режиме работы электроустановки, не должны превышать значений, приведенных в табл. 5 [15].

Таблица 5 – Предельно допустимые значения напряжения соприкосновения и силы тока

Род и частота тока	Наибольшие допустимые значение	
	$U_{пр}$, В	I_h , мА
Переменный, 50 Гц	2	0,3
Переменный, 400 Гц	3	0,4

Экологическая безопасность

Работы не окажут влияния на жилые районы, водный круг и атмосфера. На данном рабочем месте выявлены предполагаемые источники загрязнения окружающей среды, а именно воздействие отходов на литосферу из-за выхода из строя компьютерной и офисной техники.

Литосфера: Вышедшее из строя ПЭВМ и сопутствующая оргтехника относится к IV классу опасности и подлежит специальной утилизации. [12]

Для оказания наименьшего влияния на окружающую среду, необходимо проводить специальную процедуру утилизации ПЭВМ и оргтехники, при которой более 90% отправится на вторичную переработку и менее 10% будут отправлены на свалки. При этом она должна соответствовать процедуре утилизации ГОСТ Р 53692-2009 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов.

В ходе деятельности организация также создаёт бытовой мусор (канцелярские, пищевые отходы, искусственные источники освещения), который должен быть утилизирован в соответствии с определенным классом опасности или переработан, чтобы не оказывать негативное влияние на состояние литосферы.

Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Наиболее вероятные чрезвычайные ситуации при разработке и исследовании испытательного оборудования: возникновение пожара (загорания).

Основными причинами пожара могут быть: перегрузка проводов, короткое замыкание, большие переходные сопротивления в электрических цепях, электрическая дуга, искрение и неисправности оборудования.

Организационно-технические мероприятия: наглядная агитация и инструктаж работающих по пожарной безопасности, разработка схемы действий администрации и работающих в случае пожара и организация эвакуации людей, организация внештатной пожарной дружины.

В соответствии с ТР «О требованиях пожарной безопасности» для административного жилого здания требуется устройство внутреннего противопожарного водопровода.

Согласно ФЗ-123, НПБ 104-03 «Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях» для оповещения о возникновении пожара в каждом помещении должны быть установлены дымовые оптико-электронные автономные пожарные извещатели, а оповещение о пожаре должно осуществляться подачей звуковых и световых сигналов во все помещения с постоянным или временным пребыванием людей.

Лаборатория восьмого корпуса ТПУ оснащена первичными средствами пожаротушения: огнетушителем ОУ-3, 1шт. (предназначен для тушения любых материалов, предметов и веществ, применяется для тушения ПК и оргтехники, класс пожаров А, Е.). В корпусе № 8 ФГАОУ ВО НИ ТПУ имеется пожарная автоматика, сигнализация. В случае возникновения загорания необходимо обесточить электрооборудование, отключить систему вентиляции, принять меры тушения (на начальной стадии) и обеспечить срочную эвакуацию в соответствии с планом эвакуации.

Вывод по разделу

Категория помещения по электробезопасности, согласно ПУЭ, является помещением без повышенной опасности, все электроустановки используются по требованию к ПУЭ.

Аудитория, в которой выполнялась работа, соответствует требованиям электробезопасности, в том числе от электромагнитного воздействия на

работающего. Помещение относится к категории без повышенной опасности. Персонал имеет II группу по электробезопасности, тяжесть труда по энергозатратам Ia. Класс пожароопасности помещения «В».

По СП 12.13130.2009 определили категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности, является Г умеренная пожароопасность из-за большого количества электронных компонентов в компьютере, выделяющих тепло во время работы, и пластиковых трубопроводов, способствующих возгоранию.

Исследовательская работа не оказывает существенного негативного воздействия на окружающую среду и подпадает под критерии отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам IV категории.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 12.2.032-78 «Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования».
2. «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 №197-ФЗ (ред. от 03.07.2016).
3. ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. М.: Стандартинформ, 2016.
4. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания
5. СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания".
6. СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи».
7. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197;
8. Санитарные нормы и правила по ограничению шума на территориях и в помещениях производственных предприятий N 785-69
9. ГОСТ 12.1.007-76. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1976
10. ГОСТ Р 22.0.07-95 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Источники техногенных чрезвычайных ситуаций. Классификация и номенклатура поражающих факторов и их параметров
11. ГОСТ 17.4.3.04-85 Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004
12. "Методика проведения работ по комплексной утилизации вторичных драгоценных металлов из отработанных средств вычислительной техники" подготовлена в соответствии с п.4 Протокола совещания у

Заместителя Председателя Правительства Российской Федерации от 9 июля 1999 года N ИК-П8-5пр.

13. Шум современных компьютерных систем охлаждения [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.ixbt.com/cpu/shum1metod.shtml>, свободный, дата обращения: 18.05.21 г.

14. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность

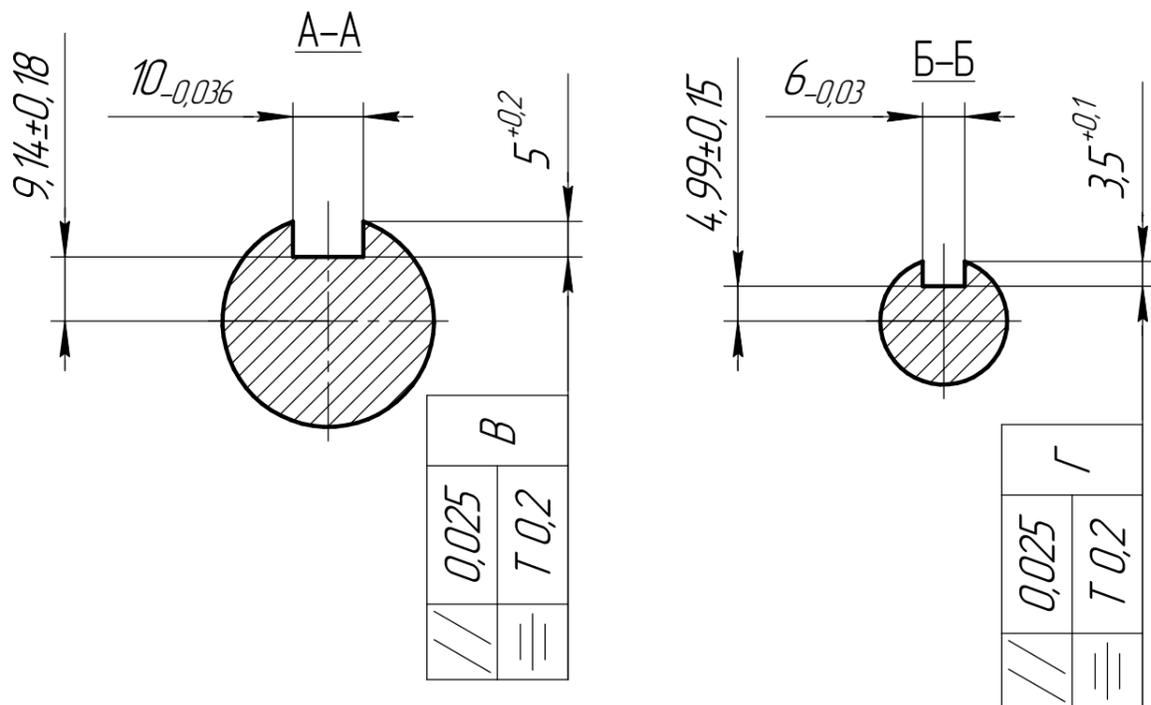
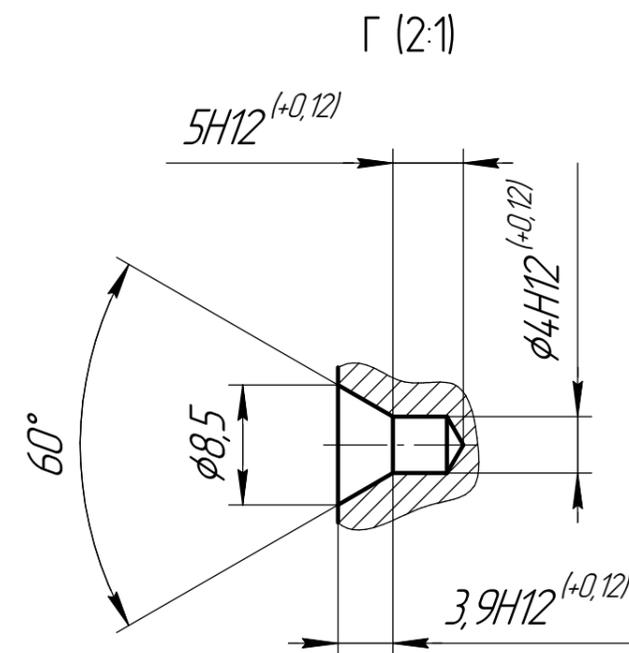
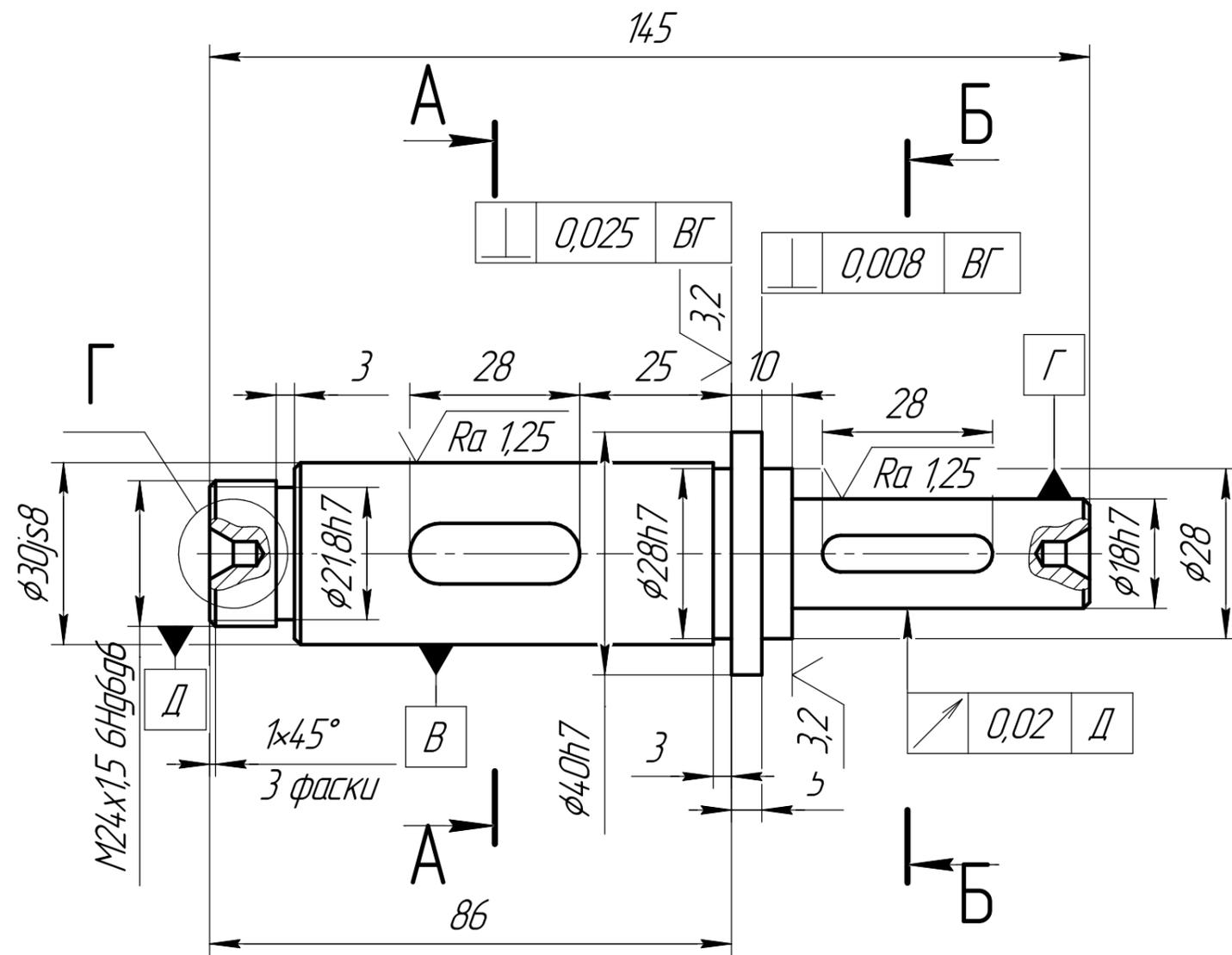
15. ГОСТ 12.2.032-78 Рабочее место при выполнении работ сидя

16. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда.

Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

ИШНПТ-38/14 1005.001

$\sqrt{Ra\ 12,5 (\checkmark)}$



1. Колить HRC 25... 30

2. Неуказанные предельные отклонения размеров $h12, \pm IT\ \frac{12}{2}$

				ИШНПТ-38/14 1005.001			
				Вал тихоходный			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Сатимов Ш.Ш.	Проб.	Пустовых О.С.				1:1
Т.контр.					Лист	Листов	1
Н.контр.					Сталь 45 ГОСТ 1050-88		
Утв.					ТПУ ИШНПТ 3-4А 7Б		

Копировал

Формат А3

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инд. № дюрл.

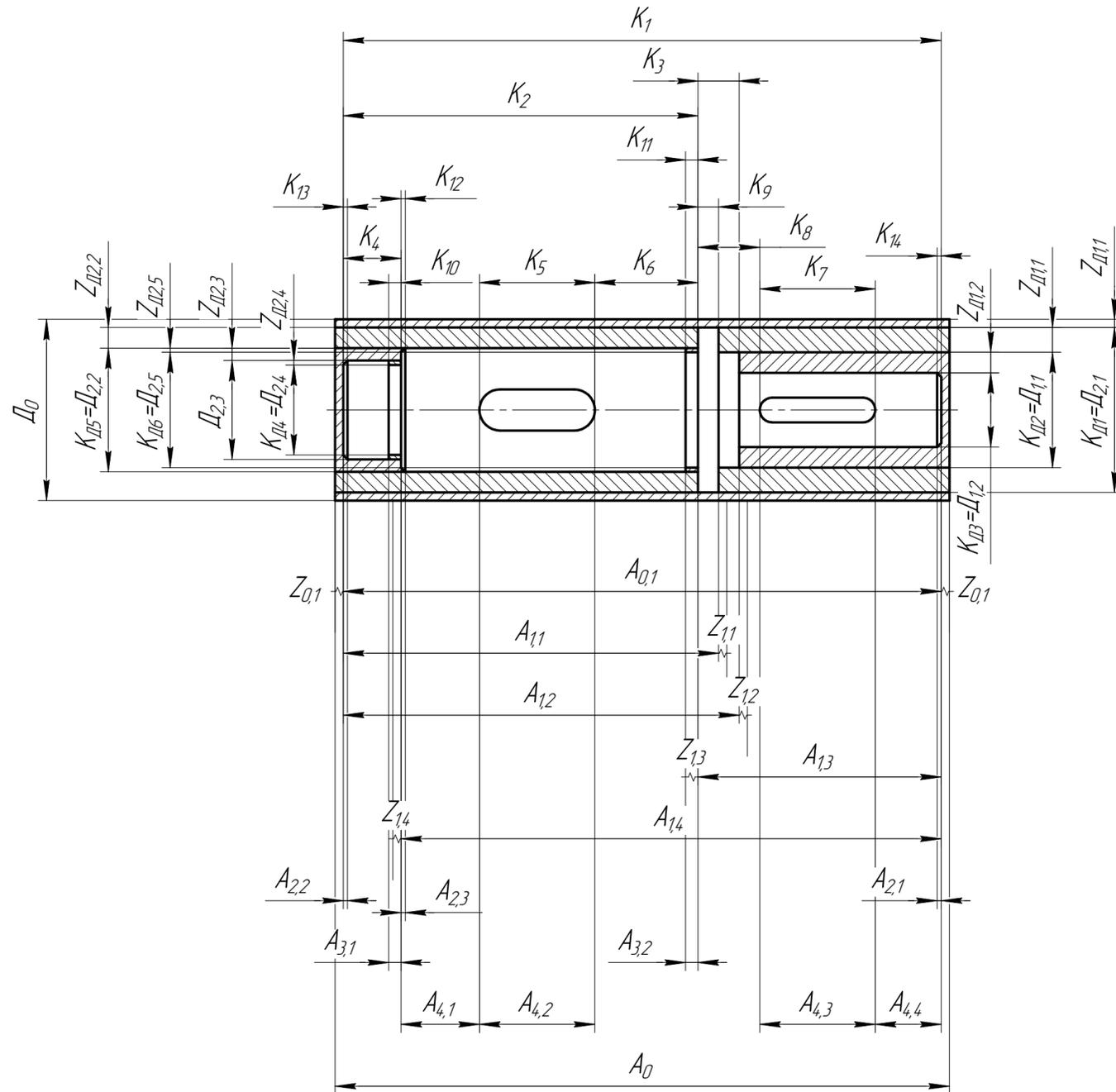
Взам. инв. №

Подп. и дата

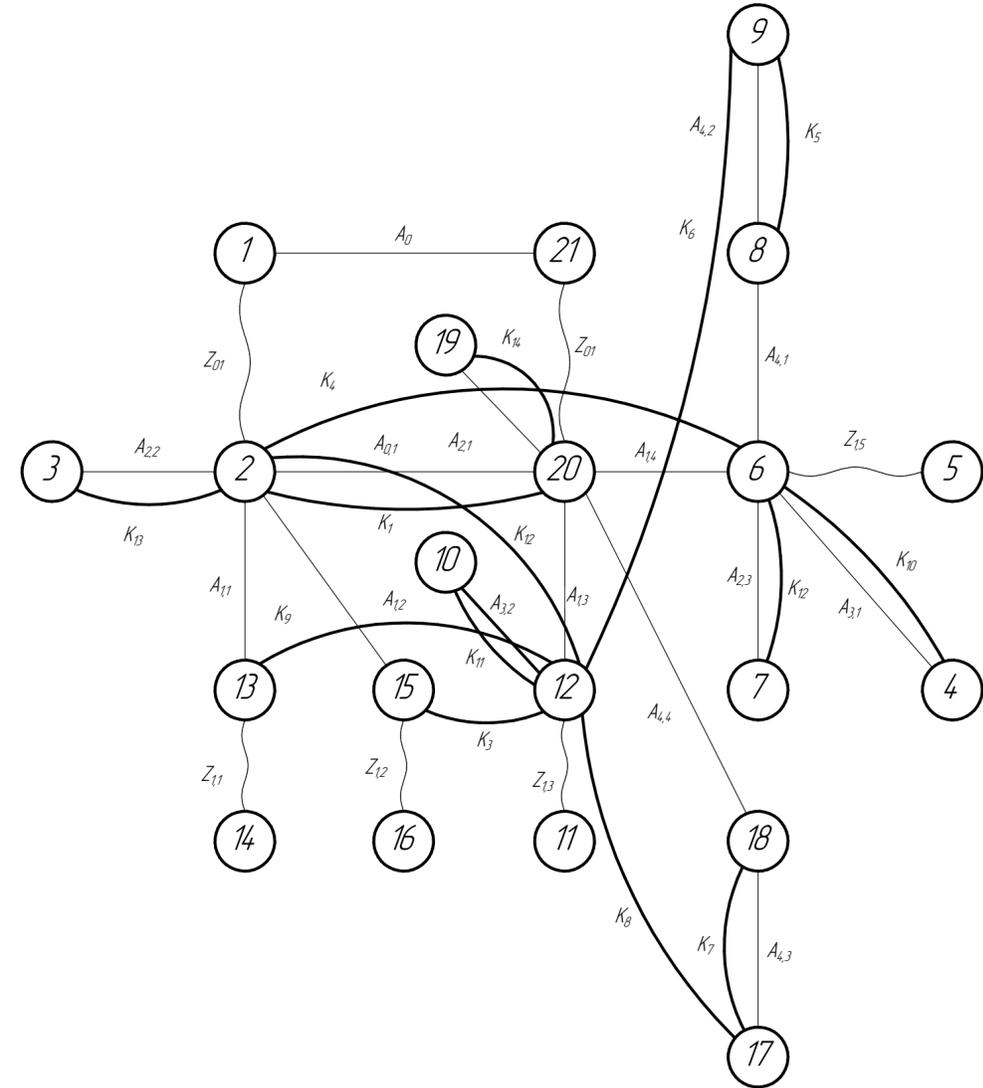
Инд. № подл.

РАЗМЕРНЫЙ АНАЛИЗ

Размерная схема технологических размеров



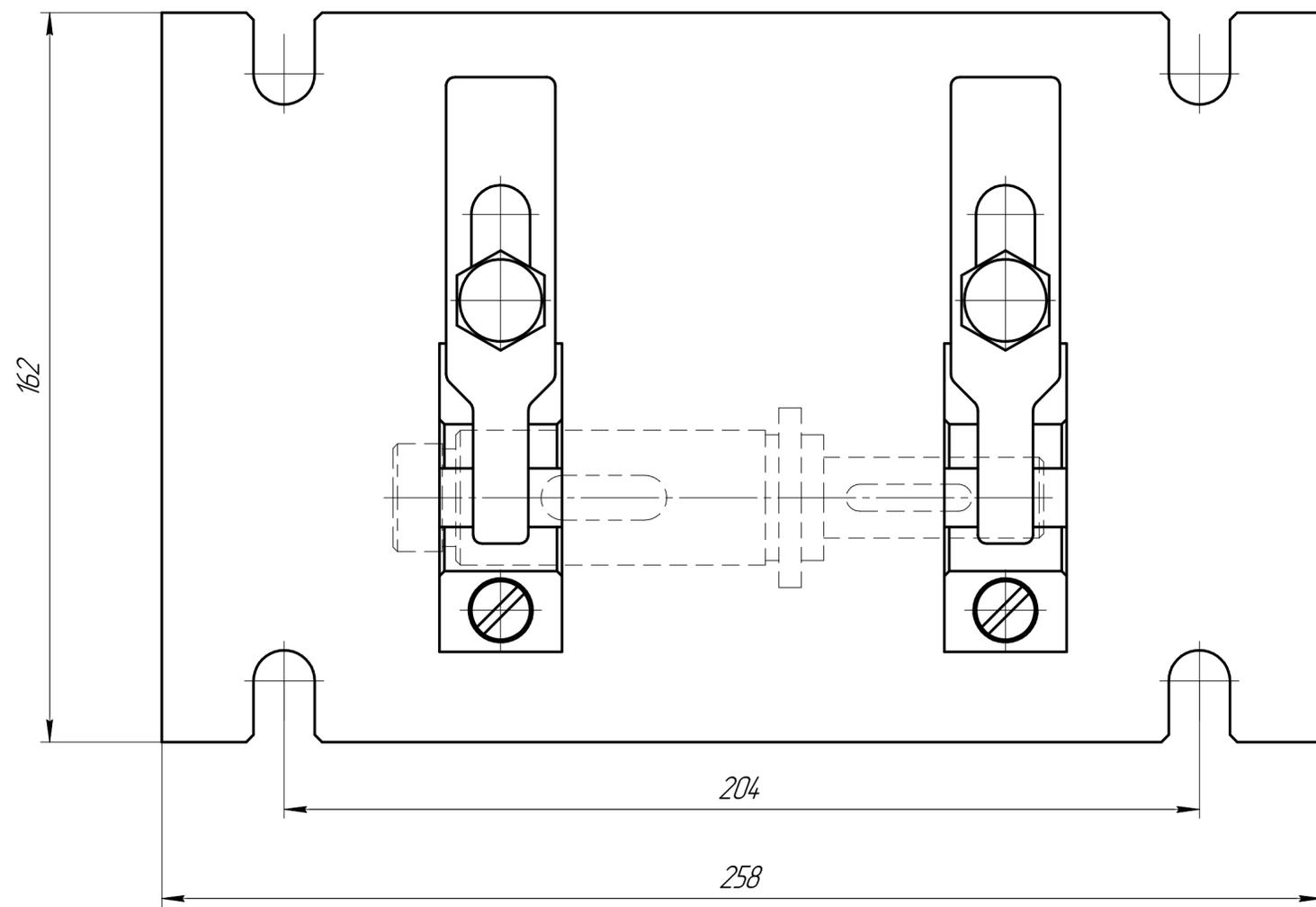
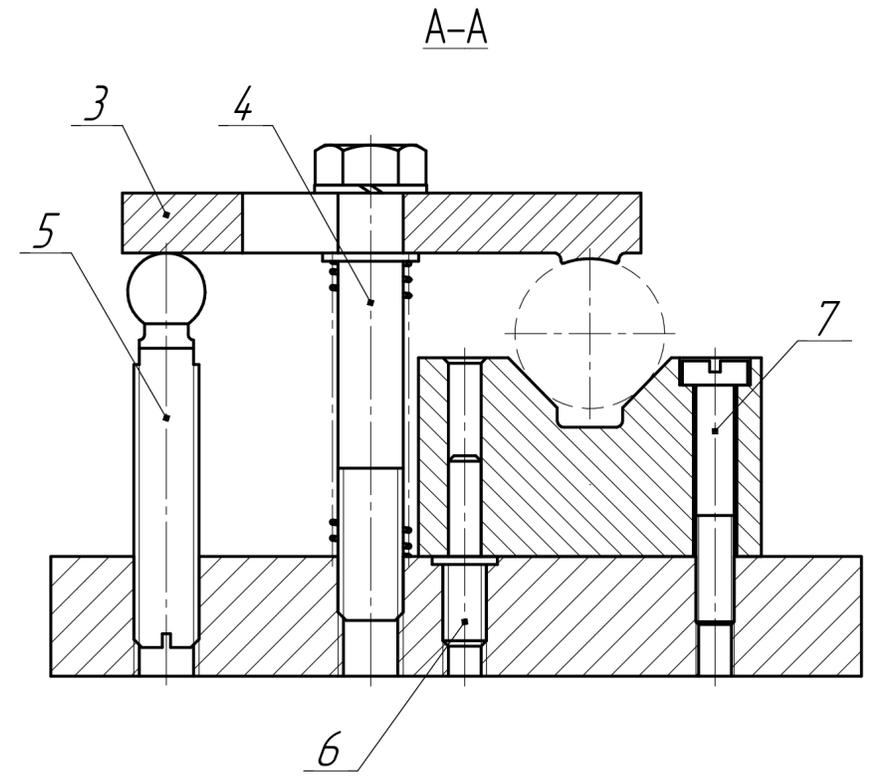
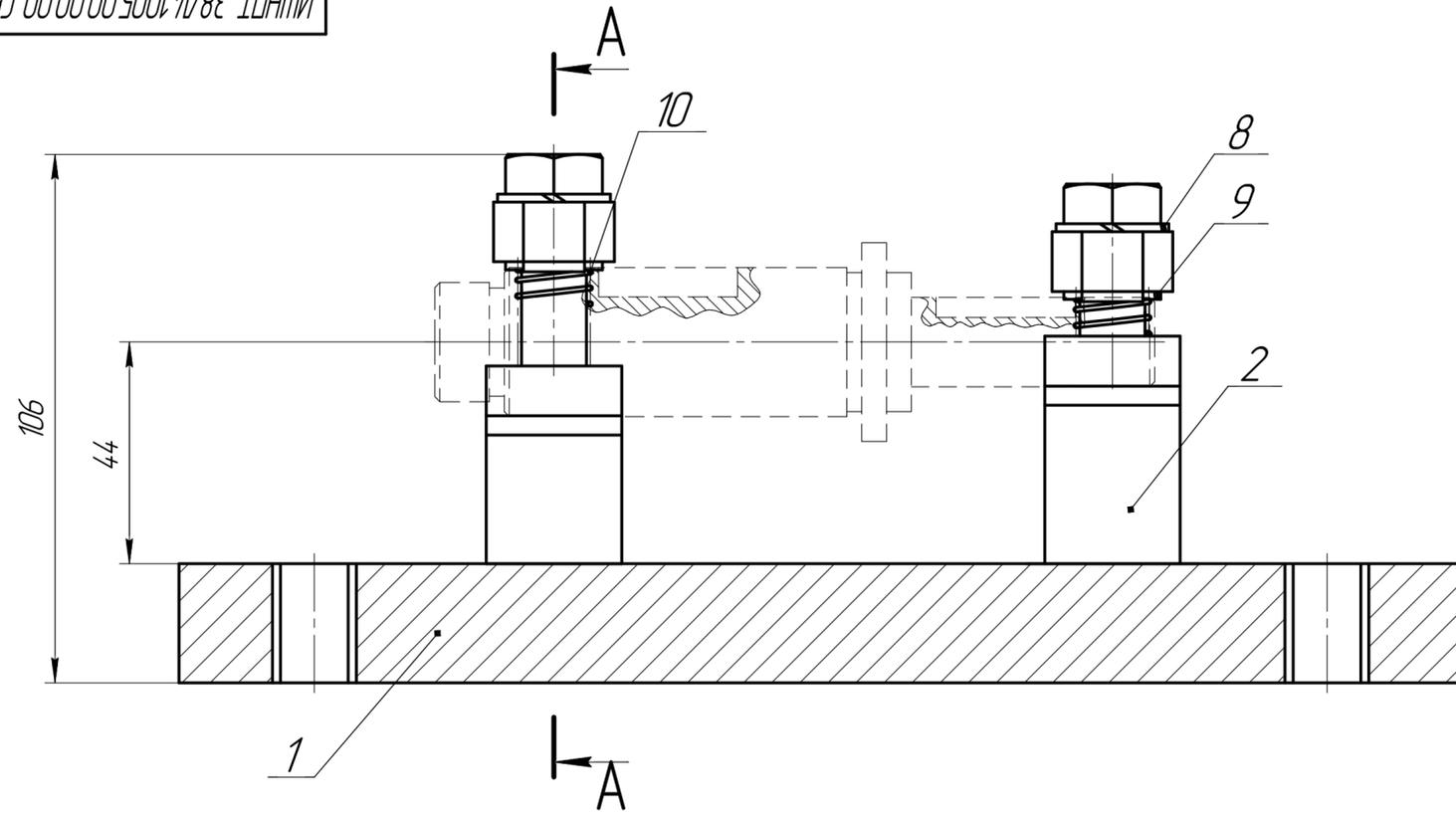
Граф технологических размерных цепей



Изм. №				
Подп.	Подп.	Подп.	Подп.	Подп.
Дата	Дата	Дата	Дата	Дата

ИШНПТ-38/14 1005.001				Лист	Масштаб
Размерный анализ				1	1:1
Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Листов
Разраб.	Сатимов ШШ			1	1
Проб.	Пустовых О.С.				
Т.контр.					
Н.контр.					
Утв.					

ИШНПТ-38/14 1005.00.00.00 СБ



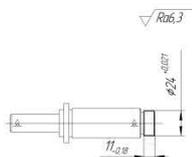
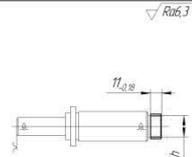
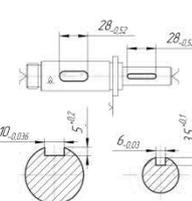
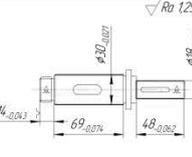
1. Приспособление предназначено для выполнения фрезерной операции.
2. Подвижные части приспособления должны перемещаться без заедания.
3. Момент затяжки гайки $M=186 \text{ Нм}$.

				ИШНПТ-38/14 1005.00.00.00 СБ				
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Приспособление для фрезерования шпон-паза		Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Сатимов ШШ							1:1
Проб.	Пустовых О.С.					Лист	Листов	1
Т.контр.						ТПУ ИШНПТ 3-4А7Б		
Н.контр.						Формат А2		
Утв.						Копировал		

ИШНПТ-38/14 1005.00.00.00 СБ
 № лист
 № докум.
 Подп.
 Дата
 Разраб.
 Сатимов ШШ
 Проб.
 Пустовых О.С.
 Т.контр.
 Н.контр.
 Утв.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A2			ИШНПТ-38/4 1005.00.00.00 СБ			
<i>Сборочные единицы</i>						
<i>Детали</i>						
		1	ИШНПТ-38/4 1005.00.00.01	Плита-основание	1	
		2	ИШНПТ-38/4 1005.00.00.02	Призма	2	
		3	ИШНПТ-38/4 1005.00.00.03	Прижим	2	
		4	ИШНПТ-38/4 1005.00.00.04	Стойка	2	
		5	ИШНПТ-38/4 1005.00.00.05	Упор	2	
		6	ИШНПТ-38/4 1005.00.00.06	Направляющая	2	
<i>Стандартные изделия</i>						
		7		Винт АМ8-6gx50.48 ГОСТ 1491-80	2	
		8		Шайба 14 3X13 ГОСТ 6402-70	2	
		9		Шайба А.14.01.08км.016. ГОСТ 11371-78	2	
		10		Пружина 1086-0814 ГОСТ 18793-80	2	
<i>ИШНПТ-38/4 1005.00.00.00 СБ</i>						
Изм. Лист		№ докум.		Подп.		Дата
Разраб. Сатимов Ш.Ш.						
Проб. Пустовых О.С.						
Н.контр.						
Утв.						
Приспособление для фрезерования шпон-паза				Лит.	Лист	Листов
				4	1	1
				ТПУ ИШНПТ 3-4А7Б		
Копировал				Формат А4		

Номер операции		Наименование операции и содержание переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Режим обработки										Нормы времени										
1	2					3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
		<p>1. Колить НРС 25.30 2. Неуказанные предельные отклонения размеров h14, IT14/2</p>																										
		<p>Томский политехнический университет</p>																ИШНП ОМ										
		<p>Карта технологического процесса</p>																										
		<p>Материал</p>																										
		<p>Наименование, марка</p>																										
		<p>Сталь 25 ГОСТ 1050-60</p>																										
		<p>Код в Автомат</p>																										
		<p>Масса в тонн кг</p>																										
		<p>0.53</p>																										
		<p>Код и вид</p>																										
		<p>145x45</p>																										
		<p>Масса кг</p>																										
		<p>18</p>																										
		<p>Профиль Размеры</p>																										
		<p>145x45</p>																										
		<p>Кап</p>																										
		<p>Масса кг</p>																										
		<p>18</p>																										
		<p>Режим обработки</p>																										
		<p>Подана</p>																										
		<p>mm/min</p>																										
		<p>Частота об/мин</p>																										
		<p>Скорость ре- зазма м/мин</p>																										
		<p>То, мин</p>																										
		<p>Тос</p>																										
		<p>Тпз</p>																										
		<p>Тшт</p>																										
		<p>Тштк</p>																										
		<p>Размер работы</p>																										
		<p>005</p>																										
		<p>1</p>																										
		<p>Заготовительная</p>																										
		<p>Отрезать заготовку L=150, мм</p>				<p>Фрезерно-отрезной станок ВБ31</p>		<p>Тока станочные 7200-0201 ГОСТ 16508-36</p>		<p>Фрезы для отрезки прокатанные 2240-0393 ГОСТ 25827-30</p>		<p>Штанцциркуль ШЦ-1-125-01 ГОСТ 166-80</p>																
		<p>010</p>																										
		<p>2</p>																										
		<p>Фрезерно-центральная с ЧПУ</p>				<p>Фрезерно-центральный станок СМ-939</p>		<p>Фрезы твердые 2214-0385 ГОСТ 26596 Сверла 2317-0006 ГОСТ 14922-75</p>		<p>Штанцциркуль ШЦ20-4-025 ГОСТ 166-89</p>		<p>Штанц. центральный отрезной</p>																
		<p>Установить и снять заготовку</p>																										
		<p>Подрезать торцы выдерживая размеры</p>																										
		<p>Центровать торцы</p>																										
		<p>7</p>																										
		<p>24</p>																										
		<p>49</p>																										
		<p>3</p>																										
		<p>0.5</p>																										
		<p>650</p>																										
		<p>105</p>																										
		<p>123</p>																										
		<p>2.61</p>																										
		<p>4.0</p>																										
		<p>1.96</p>																										
		<p>4</p>																										
		<p>29</p>																										
		<p>1.79</p>																										
		<p>8</p>																										
		<p>15</p>																										
		<p>0.08</p>																										
		<p>128</p>																										
		<p>1600</p>																										
		<p>15</p>																										
		<p>0.13</p>																										
		<p>15</p>																										
		<p>23</p>																										
		<p>166</p>																										
		<p>4.8</p>																										
		<p>015</p>																										
		<p>1</p>																										
		<p>2</p>																										
		<p>3</p>																										
		<p>4</p>																										
		<p>5</p>																										
		<p>6</p>																										
		<p>Токарная</p>																										
		<p>Установ А</p>																										
		<p>Установить и снять заготовку</p>																										
		<p>Точить поверхности выдерживая размеры</p>																										
		<p>φ 24^{h18}, 49^{h7} φ 29^{h7}, 5^{h12}</p>				<p>Станок токарный с ЧПУ 16К20Ф3</p>		<p>Патрон токарный 7100-0003 ГОСТ 2675-80 Центры станочные А-1А-У ГОСТ 8742-75</p>		<p>Резец проходной 2100-0069 ГОСТ 16878-73</p>		<p>Штанцциркуль ШЦ-1-125-01 ГОСТ 166-80</p>																
		<p>Установ Б</p>																										
		<p>Установить и снять заготовку</p>																										
		<p>Точить поверхности выдерживая размеры</p>																										
		<p>φ 4^{h7}, 5^{h12} φ 32^{h7}, 69^{h7} φ 27^{h7}, 11^{h8}</p>																										
		<p>Установ В</p>																										
		<p>Установить и снять заготовку</p>																										
		<p>Точить поверхности выдерживая размеры</p>																										
		<p>φ 18^{h9}, 49^{h7} φ 28^{h7}, 5^{h12}</p>																										
		<p>Снять фаску 1x45°</p>																										
		<p>Установ Г</p>																										
		<p>Установить и снять заготовку</p>																										
		<p>Точить поверхности выдерживая размеры</p>																										
		<p>φ 40^{h11}, 5^{h12} φ 30 ± 0.016, 69^{h7} φ 29^{h7}, 11^{h8}</p>																										
		<p>Точить две фаски 1x45°</p>																										
		<p>1</p>																										
		<p>4.0</p>																										
		<p>5</p>																										
		<p>2</p>																										
		<p>0.5</p>																										
		<p>650</p>																										
		<p>105</p>																										
		<p>125</p>																										
		<p>2.61</p>																										
		<p>3.18</p>																										
		<p>2.30</p>																										
		<p>33</p>																										
		<p>1.85</p>																										
		<p>4.75</p>																										
		<p>1</p>																										
		<p>18.1</p>																										
		<p>54</p>																										
		<p>0.3</p>																										
		<p>0.25</p>																										
		<p>925</p>																										
		<p>185</p>																										
		<p>5.12</p>																										
		<p>2.75</p>																										
		<p>30</p>																										
		<p>6.18</p>																										
		<p>1</p>																										
		<p>4.0</p>																										
		<p>5</p>																										
		<p>2</p>																										
		<p>0.5</p>																										
		<p>650</p>																										
		<p>105</p>																										
		<p>125</p>																										
		<p>2.61</p>																										
		<p>3.18</p>																										
		<p>2.30</p>																										
		<p>35</p>																										
		<p>1.75</p>																										

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
015	7	<p>Точить поверхности, выдерживая размеры $\phi 24_{-0,02}^{+0,02}$, $11_{-0,08}$</p> 	<p>Станок токарный с ЧПУ 16К20Ф3</p> <p>Патрон токарный 7100-0003 ГОСТ 2675-80 Центры стальные А-1А-У ГОСТ 6742-75</p> <p>Резец проходной 2100-0069 ГОСТ 18878-73</p> <p>Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-80</p>	1	24	11	2	0,5	650	105	300	2,61	25	1,63										
		<p>Нарезать резьбу М24х15 $11_{-0,08}$</p> 	<p>Станок токарный с ЧПУ 16К20Ф3</p> <p>Патрон токарный 7100-0003 ГОСТ 2675-80 Центры стальные А-1А-У ГОСТ 6742-75</p> <p>Резец 2660-0507 ГОСТ 18876-73</p> <p>Калибр-градка 613-0938 ГОСТ 1480-69</p>	2	4	28	2	3	0,35	200	50,6	1,07	1,61	30										
020	8	<p>Фрезерная Установить и снять заготовку</p> <p>Фрезеровать шпандыльные пазы $10_{-0,016}^{+0,015}$ $28_{-0,052}$ $6_{-0,022}^{+0,01}$ x $15_{-0,01}$ $28_{-0,052}$</p> 	<p>Станок фрезерный вертикальный с ЧПУ 6Р15Ф3</p> <p>Резцовые сверла ММТ, ЗАО ООО ООЗ ООЗ ООЗ Центры стальные Вольфрам А-1А-У ГОСТ 6742-75 Корунт ГОСТ 1888-70</p> <p>Фреза шпандыльная 2234-0351 ГОСТ 1940-78</p> <p>Калибр-градушка шариковый ГОСТ 141-80 Патрон шариковый МФМЛ, КМТ 1350 Образцы шероховатости</p>	4	28	2	3	0,35	420	26,4	1,07	1,61	30	3,86										
025	9	<p>Термическая Установить и снять заготовку</p> <p>Закалить</p> <p>Отпустить до HRC 25...30</p>																						
030	10	<p>Круглошлифовальная Установить и снять заготовку</p> <p>Шлифовать поверхности, выдерживая размеры $\phi 18_{-0,016}^{+0,015}$, $48_{-0,052}$ $\phi 30_{-0,016}^{+0,015}$, $169_{-0,074}$</p> 	<p>Универсальный круглошлифовальный станок 3512</p> <p>Патрон шлифовальный 7108-0027 ГОСТ 2571-71 Центры стальные Фрезальщики А-1А-У ГОСТ 6742-75 Абразивы ГОСТ 1888-70</p> <p>Круг шлифовальный ПТ300, 30х51 БСА 50 СЧЗ ДМ ГОСТ 2424-83</p> <p>Калибр-градка 18х6 ГОСТ 18369-83 Калибр-градка 30х6 ГОСТ 18369-83 Образцы шероховатости</p>	1	25	54	0,05	0,1	500	120	0,15	2,24	15	2,12	2,08									

ИИШНПТ-38/4-1005.002