

Школа ИШНПТ

Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»

Отделение школы (НОЦ) Материаловедение

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологического процесса изготовления вала
УДК 621.824.002

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л52	Ляпунова Мария Викторовна		28.05.2020

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Коротков Владимир Сергеевич	К.т.н доцент		28.05.2020

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Криницына Зоя Васильевна	К.э.н. доцент		21.05.2020

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Белоенко Елена Владимировна	К.т.н.		24.05.2020

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 «Машиностроение»	Ефременков Егор Алексеевич	К.т.н доцент		28.05.2020

Запланированные результаты обучения по ООП 15.03.01

Код результата	Результат обучение
Общие по направлению подготовки (специальности)	
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире; умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции.
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P7	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства.
P8	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.

Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств	
P11	Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных и строительно-монтажных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении и строительстве, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.
P12	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий.

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

Школа ИШНПТ

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение»

Отделение школы (НОЦ) Материаловедение

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП 15.03.01

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

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л52	Ляпуновой Марии Викторовне

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления вала

Утверждена приказом директора (дата, номер)

№59-58/с от 28.02.2020

Срок сдачи студентом выполненной работы:

28.05.2020

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(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.).

Чертёж детали, программа выпуска.

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Анализ технологичности детали, разработка маршрута обработки, размерный анализ, выбор оборудования и инструмента, подбор режимов резания, расчёт норм времени, разработка специального приспособления для фрезерной операции.</p>
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Чертёж детали, размерная схема, чертёж специального приспособления, технологические карты.</p>

<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
Раздел	Консультант
Технологическая и конструкторская части	Коротков В.С.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Криницына З.В.
Социальная ответственность	Белоев Е.В.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	16.12.2019
--	------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Коротков В.С.	К.т.н доцент		16.12.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л452	Ляпунова Мария Викторовна		16.12.2019

Реферат

Выпускная квалификационная работа 87 страниц, 20 рисунков, 19 таблиц, 23 источника литературы.

Ключевые слова: вал, технологический процесс, обработка, технологическая операция, припуск, допуск, размерная цепь.

Объект исследования – деталь «Вал».

Цель работы: разработка технологии изготовления детали «Вал».

В результате работы был проведён технологический анализ детали, составлен маршрут её обработки. Разработан технологический процесс изготовления вала, произведён размерный анализ технологического процесса. Рассчитаны режимы резания, подобрано оборудование и инструмент для обработки детали. Спроектировано станочное приспособления для фрезерной операции. Заполнены операционные карты технологического процесса.

Для оформления чертежей использовалась программа «Компас-3D».

Область применения: Машиностроение.

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

Введение	10
1. Технологическая часть.....	11
1.1 Определение типа производства и размера партии деталей	11
1.2 Обоснование выбора метода и способа получения заготовки.....	12
1.3 Разработка технологического маршрута изготовления детали	16
1.3.1 Определение числа этапов обработки по каждой поверхности заготовки	19
1.3.2 Последовательность обработки поверхностей заготовки	20
1.3.3 Формирование принципиальной схемы технологического маршрута.....	20
1.4 Размерный анализ технологического процесса	21
1.5 Обоснование выбора оборудования, приспособлений, режущего и измерительного инструментов	28
1.6 Расчёт режимов резания.....	29
1.7 Нормирование операций	38
Вывод	40
2. Конструкторская часть.....	41
2.1 Исходные данные для проектирования.....	41
2.2 Расчёт силы закрепления с определением характеристик силового привода.....	41
2.3 Расчёт приспособления на точность.....	44
2.4 Описание работы спроектированного приспособления	49
Вывод	49
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	51
3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспектив проведения технического проектирования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	51

3.1.1 Потенциальные потребители результатов технического проектирования	52
3.1.2 Анализ конкурентных технических решений	53
3.2 Планирование технического проектирования работ	55
3.2.1 Структура работ в рамках проектирования.....	55
3.3 Смета затрат на технический проект.....	58
3.3.1 Расчёт материальных затрат технического проекта	58
3.3.2 Полная заработная плата исполнителей темы	59
3.3.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	60
3.3.4 Накладные расходы	60
4. Социальная ответственность	66
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	66
4.1.1 Эргономические требования к рабочему месту	67
4.2 Производственная безопасность	69
4.2.1 Анализ опасных и вредных факторов	69
4.3 Пожарная безопасность	73
4.3.1 Причины возникновения пожара	73
4.3.2 Профилактика пожара	73
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	75
4.5 Экологическая безопасность	77
Вывод.....	78
Заключение	79
Список источников литературы	81
Приложение А Чертёж детали «Вал».....	83
Приложение Б Станочное приспособление для фрезерной операции	84
Приложение В Спецификация.....	85
Приложение Г Операционная карта.....	86
Продолжение приложения Г	87

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.

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.

1 Технологическая часть

1.1 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; $P_1 = 1600$ 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:

$$P = 1600 \cdot 1 \cdot \left(1 + \frac{6}{100}\right) = 1696 \text{ шт.}$$

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:

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

где P – годовая программа выпуска деталей; $P = 1696$ 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:

$$n = \frac{1696 \cdot 10}{240} = 71 \text{ шт.}$$

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 71 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.

1.2 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, назначения детали, программы выпуска.

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

Так как для деталей типа тел вращения, с последующей обработкой на станках с ЧПУ, нецелесообразно применять заготовки, полученные литьем, 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 1т. заготовок равна 17620 руб.;

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

$$M_{\text{заг}} = \rho_{\text{стали}} \cdot V_{\text{заг}} = 7900 \cdot 0,00398 = 35,05 \text{ кг},$$

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

Подставим значения в формулу:

$$C_{\text{заг}} = \frac{17620 \cdot 35,05 \cdot 60}{1000} = 37054,86 \text{ руб.}$$

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

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

где $C_{ЧО}$ - базовая цена черновой механической обработки 1т. заготовок равна 60400руб.

$M_{ДЕТ}$ - масса детали равна 20,31 кг.

Подставим значения в формулу:

$$C_{МО} = \frac{60400 \cdot (35,05 - 20,31) \cdot 60}{1000} = 53417,76 \text{ руб.}$$

Стоимость сдаваемой стружки определяется по формуле:

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

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

Подставим значения в формулу:

$$C_{ОГХ} = \frac{1780 \cdot (35,05 - 20,31) \cdot 60}{1000} = 1574,23 \text{ руб.}$$

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

$$C_{ДЕТ} = C_{ЗАГ} + C_{МО} - C_{ОГХ};$$

Подставим значения в формулу:

$$C_{ДЕТ} = 37054,86 + 53417,76 - 1574,23 = 88898,4 \text{ руб.}$$

Заготовка в виде штамповки.

Стоимость заготовки определяется по формуле:

$$C_{ЗАГ} = \frac{C_{ОПТ} \cdot M_{ЗАГ} \cdot K_{ИНФ}}{1000},$$

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

$M_{заг}$ - расчетная масса спроектированной заготовки определяется по формуле:

$$M_{ЗАГ} = \rho_{стали} \cdot V_{заг} = 7900 \cdot 0,00323 = 28,43 \text{ кг},$$

$K_{инф}$ -инфляционный коэффициент по соотношению цен 2013 г. и настоящего

времени. $K_{инф} = 60$.

Подставим значения в формулу:

$$C_{ЗАГ} = \frac{39300 \cdot 28,43 \cdot 60}{1000} = 67037,94 \text{ руб.}$$

Стоимость механической обработки приблизительно может быть определена по стоимости черновой обработки 1 тонны заготовок.

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

где $C_{ЧО}$ - базовая цена черновой механической обработки 1т. заготовок равна 60400 руб.

$M_{ДЕТ}$ - масса детали равна 20,31 кг.

Подставим значения в формулу:

$$C_{МО} = \frac{60400 \cdot (28,43 - 20,31) \cdot 60}{1000} = 29426,88 \text{ руб.}$$

Стоимость сдаваемой стружки определяется по формуле:

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

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

Подставим значения в формулу:

$$C_{ОГХ} = \frac{1780 \cdot (28,43 - 20,31) \cdot 60}{1000} = 867,22 \text{ руб.}$$

Таким образом, стоимость детали до чистовой обработки:

$$C_{ДЕТ} = C_{ЗАГ} + C_{МО} - C_{ОГХ};$$

Подставим значения в формулу:

$$C_{ДЕТ} = 67037,94 + 29426,88 - 867,22 = 95577,61 \text{ руб.}$$

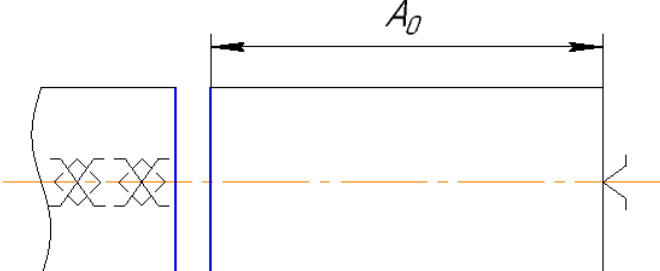
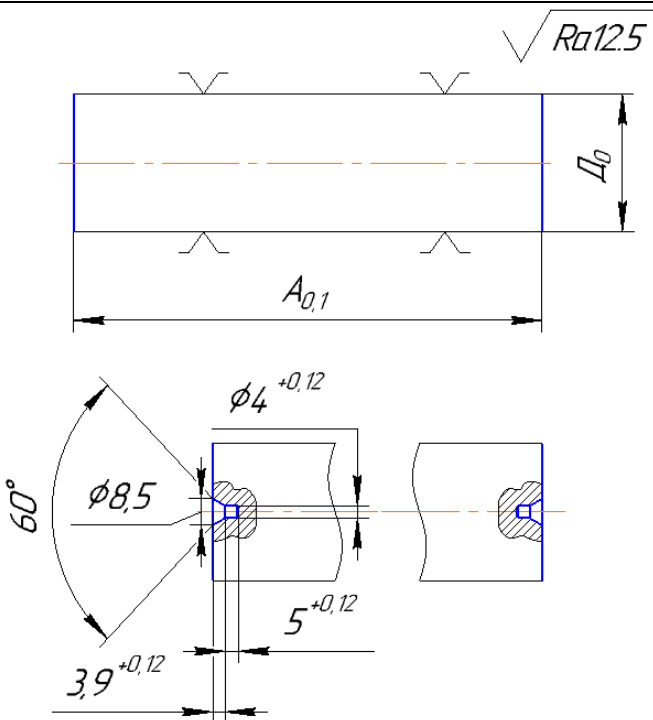
Из расчёта себестоимости видно, что заготовка в виде прутка даёт нам меньшие издержки.

$$C_э = C_1 - C_2 = 95577,61 - 88898,4 = 6679,21 \text{ руб.}$$

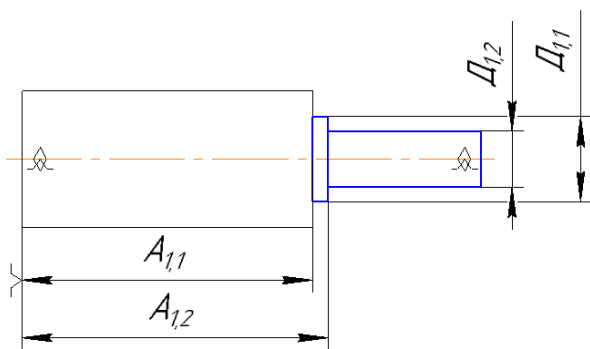
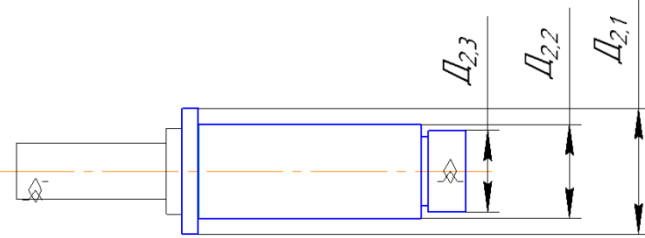
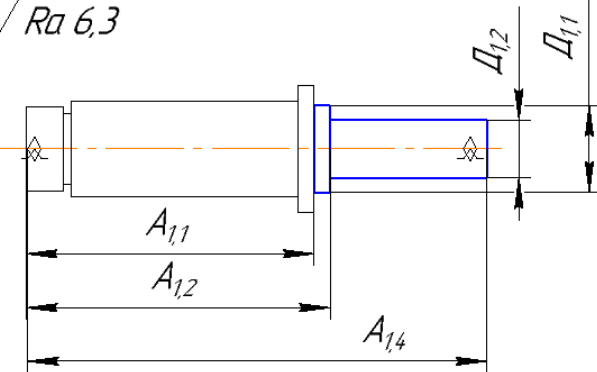
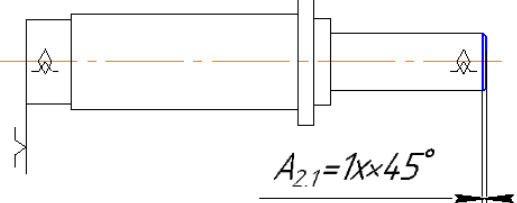
Выбираем заготовку – прокат.

1.3 Разработка технологического маршрута изготовления дета

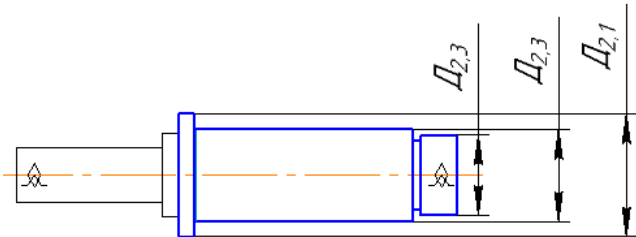
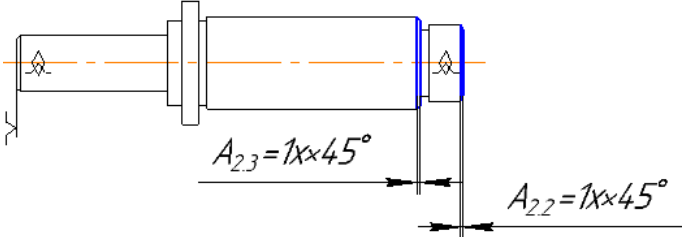
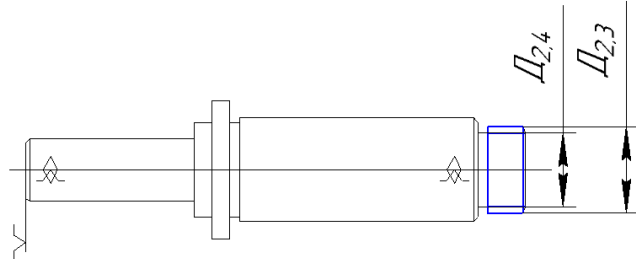
Таблица 1.1 – Технологический процесс изготовления детали

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
Операции	Перехода		
005	1	Заготовительная Отрезать заготовку	
010	2	Фрезерно-центровальная ЧПУ Подрезать торцы Центровать торцы	

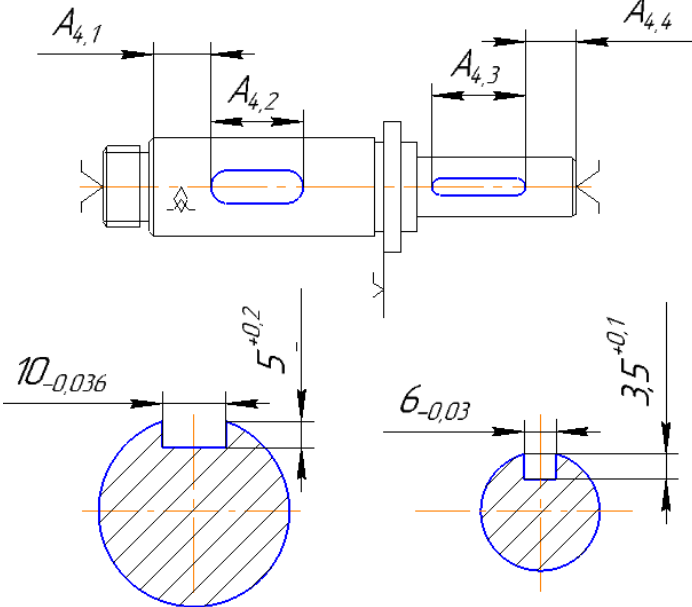
Продолжение Таблицы 1.1

015	6	<p>Токарная</p> <p>Точить поверхности с подрезкой торцев.</p>	<p>$\sqrt{Ra\ 12,5}$</p>  <p>$\sqrt{Ra\ 12,5}$</p>  <p>$\sqrt{Ra\ 6,3}$</p>  
-----	---	--	---

Продолжение Таблицы 1.1

			<p>$\sqrt{Ra\ 6,3}$</p>  
015	7	Нарезать резьбу	<p>$\sqrt{Ra\ 6,3}$</p> 

Продолжение Таблицы 1.1

020	8	Фрезерная Фрезеровать шпоночные пазы	
025	9	Термическая Закалить Отпустить HRC 25...30	до

1.3.1 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 (небольшие скорости резания 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.

1.3.2 Последовательность обработки поверхностей заготовки

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

1.3.3 Формирование принципиальной схемы технологического маршрута.

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

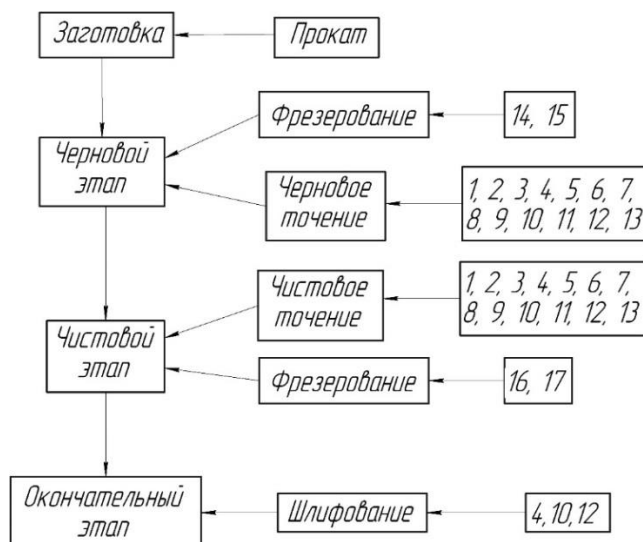


Рисунок 1.1 – Принципиальная схема обработки заготовки

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

1.4 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.

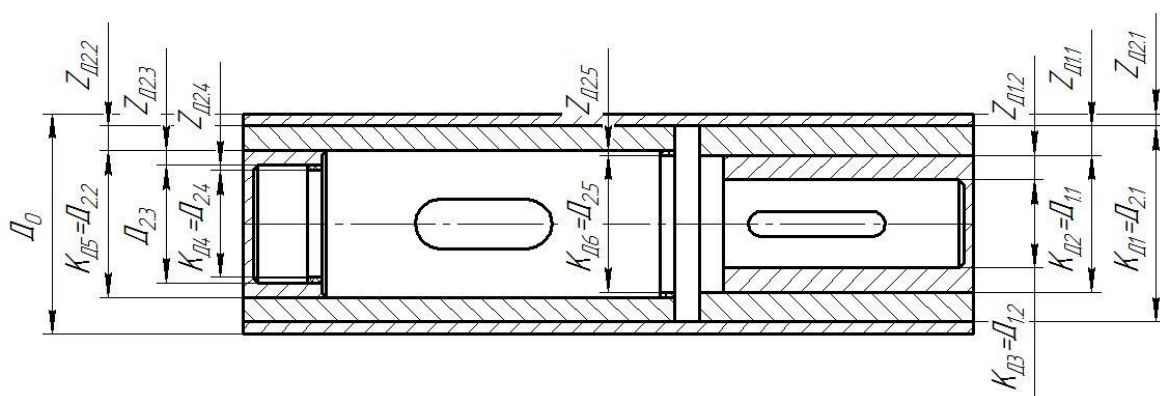


Рисунок 1.2 - Размерная цепь диаметральных размеров

Для определения диаметра проката D_0 , рассмотрим технологическую размерную цепь: $D_0, D_{2.1}, Z_{D2.1}$.

$$D_{2.1} = K_{D1} = \varnothing 40_{-0,025}$$

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

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

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

$$ТД_0 = ВОД_0 - НОД_0 = 0,4 - (-0,7) = 1,1 \text{ мм}$$

Среднее значение припуска $Z_{D2.1}$:

$$Z_{Д2.1}^c = Z_{Д2.1min} + \frac{T_{Д2.1} + T_{Д0}}{2} = 0,696 + \frac{0,025 + 1,1}{2} = 0,562 \text{ мм}$$

Определим среднее значение звена $Д_0$:

$$Д_0^c = Д_{2.1}^c + Z_{Д2.1}^c = 39,987 + 0,562 = 40,549 \text{ мм}$$

Номинальное значение звена $Д_0$:

$$Д_0 = Д_0^c - \frac{ВОД_0 + НОД_0}{2} = 40,549 - \frac{0,4 - 0,7}{2} = 40,699 \text{ мм}$$

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

Фактическое значение припуска будет равно:

$$Z_{Д2.1ф} = Д_{0ф} - Д_{2.1} = 45_{-0,7}^{+0,4} - 40_{-0,025} = 5_{-0,7}^{+0,425}$$

Рассмотрим диаметр $Д_{1.1}=K_{Д2}=28h12_{(-0,21)}$. Размерная цепь $Д_{1.1}$, $Z_{Д1.1}$, $Д_{2.1}$:

$$Z_{Д1.1} = Д_{2.1} - Д_{1.1} = 40_{-0,025} - 28_{-0,21} = 12_{-0,025}^{+0,21}$$

Рассмотрим диаметр $Д_{1.2}=K_{Д3}=18h7_{(-0,018)}$. Размерная цепь $Д_{1.2}$, $Z_{Д1.2}$, $Д_{1.1}$:

$$Z_{Д1.2} = Д_{1.1} - Д_{1.2} = 28_{-0,21} - 18_{-0,018} = 10_{-0,21}^{+0,018}$$

Рассмотрим диаметр $Д_{2.2}=K_{Д5}=30h7_{(-0,021)}$. Размерная цепь $Д_{2.2}$, $Z_{Д2.2}$, $Д_{2.1}$:

$$Z_{Д2.2} = Д_{2.1} - Д_{2.2} = 40_{-0,025} - 30_{-0,021} = 10_{-0,025}^{+0,021}$$

Рассмотрим диаметр $Д_{2.3}=23,79_{-0,022}$. Размерная цепь $Д_{2.3}$, $Z_{Д2.3}$, $Д_{2.2}$:

$$Z_{Д2.3} = Д_{2.2} - Д_{2.3} = 30_{-0,021} - 23,79_{-0,022} = 6,21_{-0,021}^{+0,022}$$

Рассмотрим диаметр $Д_{2.4}=21,8h7_{(-0,021)}$. Размерная цепь $Д_{2.4}$, $Z_{Д2.4}$, $Д_{2.3}$:

$$Z_{Д2.4} = Д_{2.3} - Д_{2.4} = 23,79_{-0,022} - 21,8_{-0,021} = 1,99_{-0,022}^{+0,021}$$

Рассмотрим диаметр $Д_{2.5}=28h7_{(-0,021)}$. Размерная цепь $Д_{2.5}$, $Z_{Д2.5}$, $Д_{2.2}$:

$$Z_{Д2.5} = Д_{2.2} - Д_{2.5} = 30_{-0,021} - 28_{-0,021} = 2_{-0,021}^{+0,021}$$

Расчёт линейных технологических размеров

Обозначим конструкторские размеры (см. рисунок 1.3).

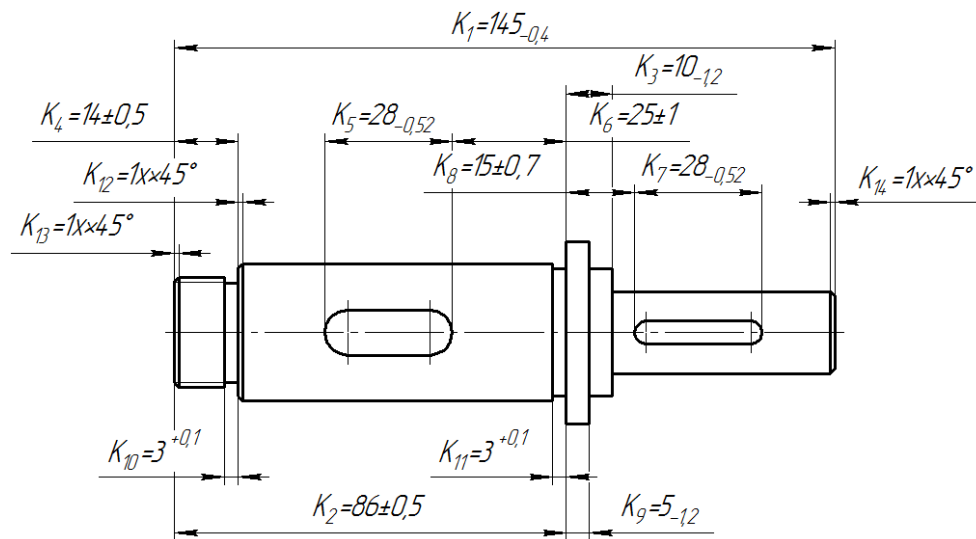


Рисунок 1.3 - Конструкторские линейные размеры

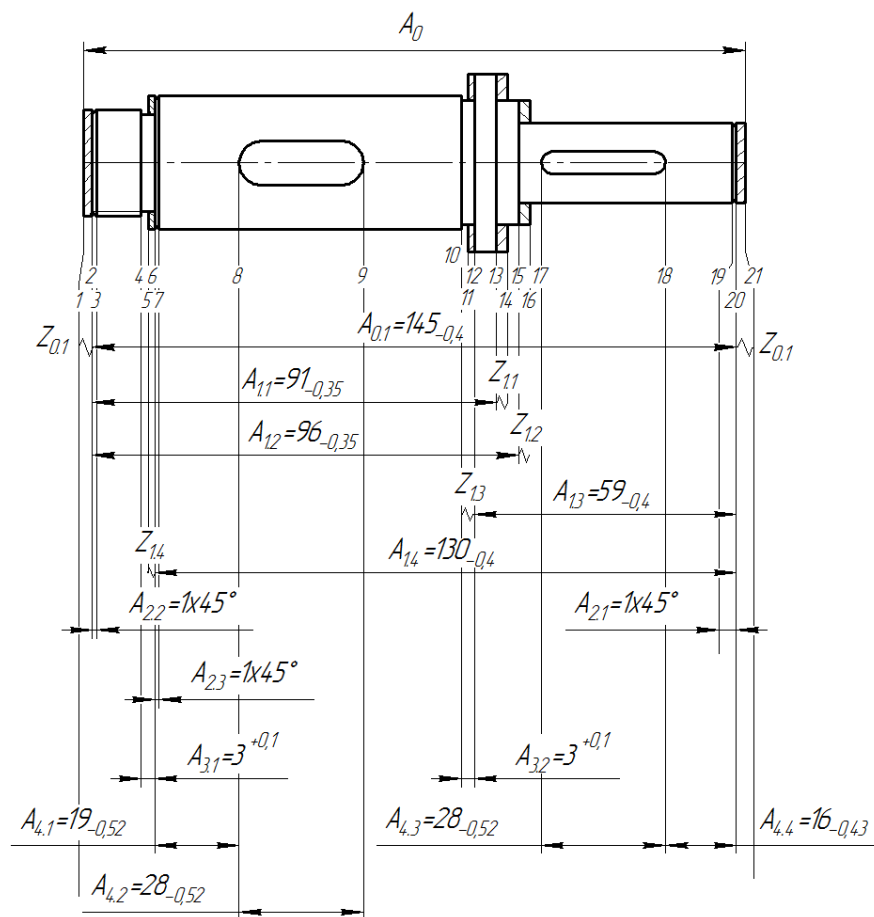


Рисунок 1.4 - Размерная цепь линейных размеров

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 :

$$TA_0 = BOA_0 - HOA_0 = 0 - (-0,4) = 0,4 \text{ мм}$$

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 :

$$A_0^c = A_{0.1}^c + Z_{A0.1}^c = 144,8 + 4,7 = 149,5 \text{ мм}$$

Номинальное значение звена A_0 :

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

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

Рассмотрим граф линейных размеров (рисунок 1.4.5).

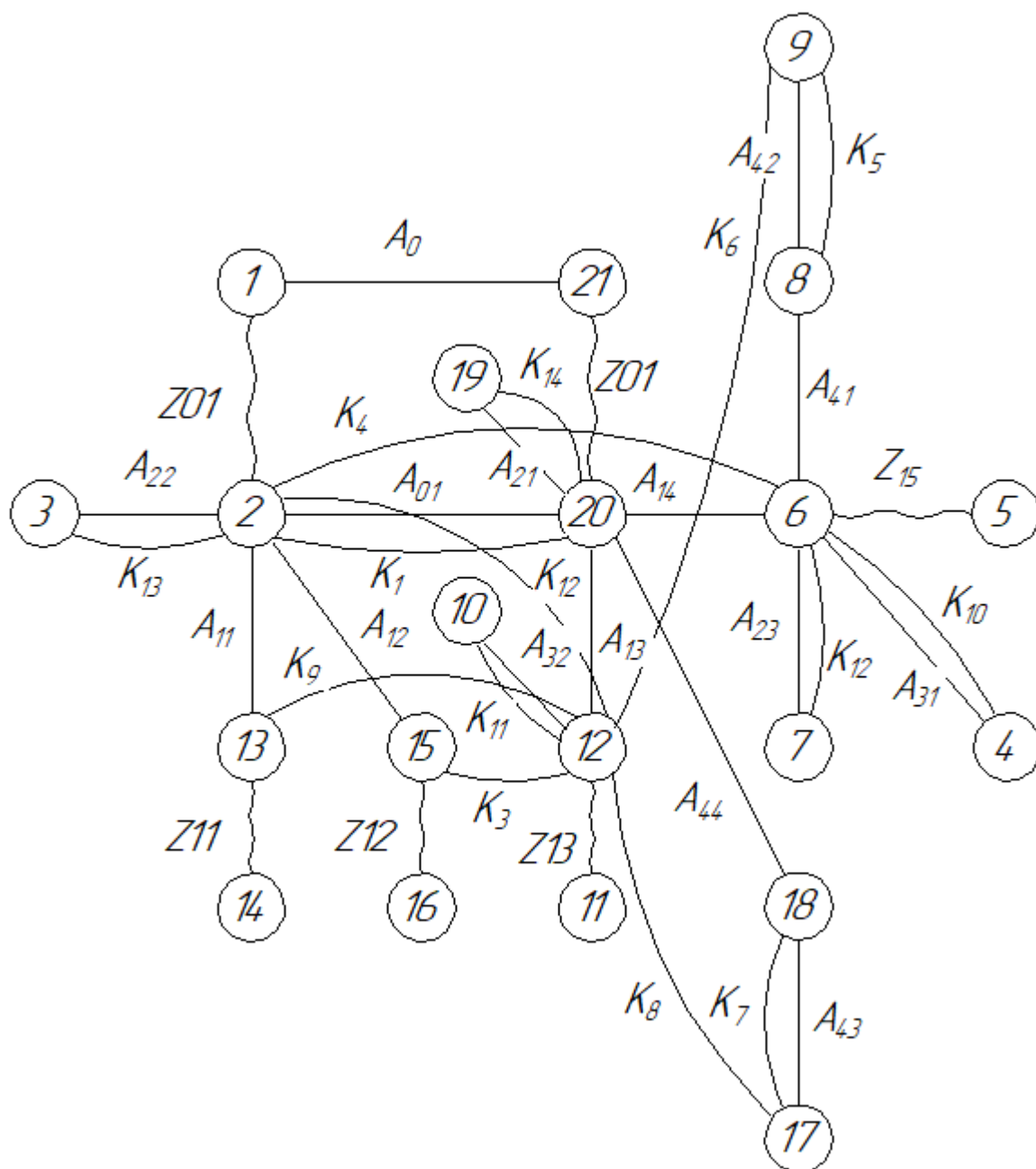


Рисунок 1.5 - Граф-дерево линейных размеров

Проверка конструкторских размеров, не выдержанных непосредственно

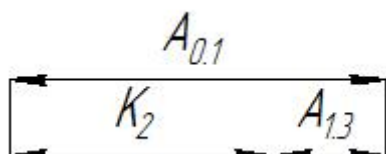


Рисунок 1.6 - Проверка размера K_2

$$T_{K_2} = T_{A_{0.1}} + T_{A_{1.3}} = 0,4 + 0,4 = 0,8 < 1$$

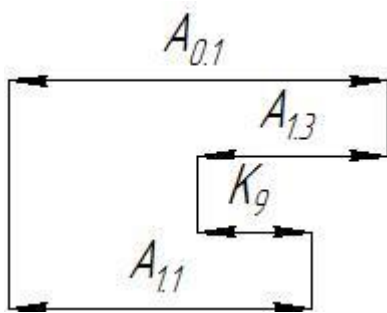


Рисунок 1.7 - Проверка размера K_9 :

$$T_{K9} = T_{A0.1} + T_{A1.3} + T_{A1.1} = 0,4 + 0,4 + 0,35 = 1,15 < 1,2$$

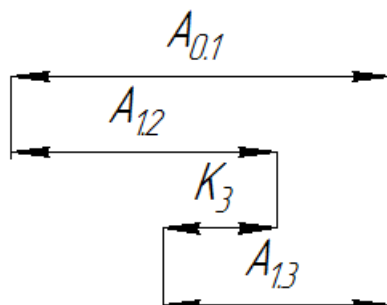


Рисунок 1.8 - Проверка размера K_3

$$T_{K3} = T_{A0.1} + T_{A1.3} = 0,4 + 0,35 + 0,4 = 1,15 < 1,2$$

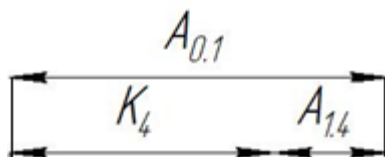


Рисунок 1.9 - Проверка размера K_4

$$T_{K4} = T_{A0.1} + T_{A1.4} = 1 + 0,16 = 1,16 < 1,2$$

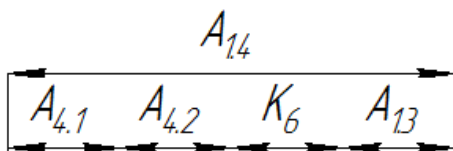


Рисунок 1.10 - Проверка размера K_6

$$T_{K6} = T_{A1.4} + T_{A4.1} + T_{A4.2} + T_{A1.3} = 0,4 + 0,52 + 0,52 + 0,4 = 1,84 < 2$$

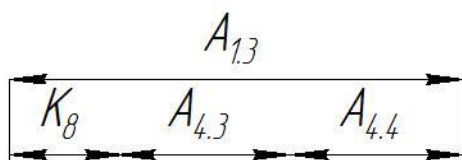


Рисунок 1.11 - Проверка размера K_8

$$T_{K8} = T_{A1.3} + T_{A4.4} + T_{A4.3} = 0,4 + 0,43 + 0,52 = 1,35 < 1,4$$

1.5 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 даёт 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.

1.6 Расчёт 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:

$$V_p = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (5)$$

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

$$K_v = K_{M_v} \cdot K_{E_v} \cdot K_{I_v}, \quad (6)$$

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

K_{I_v} - коэффициент, учитывающий материал инструмента ($K_{I_v} = 1,2$);

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

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; $D=18$ мм.

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

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

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

И скорость резания определяем по формуле:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,4 \cdot 20 \cdot 420}{1000} = 26,4 \frac{\text{м}}{\text{мин}}; \quad (7)$$

Крутящий момент определяем по формуле :

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot S_z^y \cdot D^q \cdot K_p ; \quad (8)$$

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

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 0,36^{0,8} \cdot 18^2 \cdot 0,7 = 34,55 \text{ Н}\cdot\text{м},$$

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} ; N_e = \frac{34,55 \cdot 420}{9750} = 1,49 \text{ кВт}.$$

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 обработки.

Расчёт режимов резания для фрезерования:

Расчётную величину скорости резания определяем по формуле :

$$V_p = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v, \quad (9)$$

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.

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

$$V_p = \frac{46.7 \cdot 18^{0.45}}{80^{0.33} \cdot 7^{0.5} \cdot 0.04^{0.5} \cdot 18^{0.1} \cdot 2^{0.1}} \cdot 0.57 \cdot 0.81 = 23,55 \text{ м/мин.}$$

Число оборотов шпинделя определяем по формуле:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}; \quad (10)$$

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

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

Тогда скорость резания:

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

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

Подачу определяем по формуле:

$$S_m = S_z \cdot z \cdot n; \quad (11)$$

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

Силу резания определяем по формуле:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_t^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp}, \quad (12)$$

где по табл. 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:

$$K_{mp} = \left(\frac{O_B}{750} \right)^n = \left(\frac{981}{750} \right)^{0.3} = 0,7. \quad (13)$$

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 – Р6М5.Сталь 45, глубина паза $t=7,5$ мм.

Расчёт ведётся одновременно с заполнением операционных карт: запись оборудования, способа обработки, характеристики обработки поверхности обрабатываемой детали.

Расчёт режимов резания:

Определяем расчётную величину скорости резания:

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

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

$$K_v = K_{M_v} * K_{I_v} * K_{L_v},$$

где K_{M_v} - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала

$$K_{M_v} = 1;$$

K_{I_v} - коэффициент, учитывающий материал инструмента $K_{I_v} = 1,2$;

K_{L_v} - коэффициент, учитывающий глубину сверления $K_{L_v} = 1$.

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. $D=20$ мм.

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

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

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

Тогда скорость резания:

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

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

Крутящий момент:

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

$$y=0,8; \quad t=7,5 \text{ мм}; \quad S_z=0,18 \text{ мм/зуб}; \quad D=18 \text{ мм}; \quad C_M=0,0345; \quad q=2,0;$$

$$M_{kp} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 0,36^{0,8} \cdot 20^2 \cdot 0,7 = 42,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$N_e = \frac{M_{kp} \cdot n}{9750} ;$$

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

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 обработки.

Расчёт режимов резания для фрезерования:

Определяем расчётную величину скорости резания:

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

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 $K_{Nv} = 0$;

K_{Uv} - коэффициент, учитывающий материал инструмента $K_{Uv} = 1$.

Принимаем по таблице 39 и 40 [2]: значение стойкости инструмента и значения коэффициентов входящих в формулу: $T=80$ мин; $C_v=46,7$; $q=0,45$; $x=0,5$; $y=0,5$; $u=p=0,1$; $m=0,33$; при $t=7,5$ мм; $B=20$ мм; $S_z=0,04$ мм/зуб.

$$V_p = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^\rho} \cdot K_v = \frac{46.7 \cdot 20^{0.45}}{80^{0.33} \cdot 7.5^{0.5} \cdot 0.04^{0.5} \cdot 20^{0.1} \cdot 2^{0.1}} \cdot 0.57 \cdot 0.8 \cdot 1 = 23.7 \text{ м/мин.}$$

Определим число оборотов шпинделя:

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

$$n_p = \frac{1000 \cdot 23.7}{\pi \cdot 20} = 377 \text{ об/мин.}$$

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

Тогда скорость резания:

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

$$V = \frac{3.14 \cdot 20 \cdot 380}{1000} = 23.86 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

Подача:

$$S_m = S_z \cdot z \cdot n,$$

$$S_m = 0.04 \cdot 2 \cdot 480 = 38.4 \text{ мм/мин.}$$

Сила резания:

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

где по таблице 41[2]: $C_p=68.2$, $x=0.86$, $y=0.72$, $u=1.0$, $q=0.86$, $w=0$,

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

$$K_{mp} = \left(\frac{O_B}{750} \right)^n = \left(\frac{981}{750} \right)^{0.3} = 1.08,$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 68.2 \cdot 7.5^{0.86} \cdot 0.04^{0.72} \cdot 20^1 \cdot 3}{20^{0.86}} \cdot 1.08 = 1248.47.$$

Мощность резания определяем по формуле:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}; \quad (14)$$

$$N_e = \frac{1170.16 \cdot 26.4}{1020 \cdot 60} = 0.52 \text{ кВт.}$$

Мощность, которую должен обеспечить станок, определяем по формуле:

$$N_c = N_{дв} \cdot \eta, \quad (15)$$

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 обработки.

Фрезерование шпоночного паза шириной 10 мм

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

Расчёт ведётся одновременно с заполнением операционных карт: запись оборудования, способа обработки, характеристики обработки поверхности обрабатываемой детали.

Расчёт режимов резания для за сверливания:

Расчётную величину скорости резания определяем по формуле

$$V_p = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S_y} \cdot K_v, \quad (16)$$

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

$$K_v = K_{M_v} \cdot K_{H_v} \cdot K_{L_v}, \quad (17)$$

где K_{M_v} - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала

$$K_{M_v} = 1;$$

$$K_{H_v} - \text{коэффициент, учитывающий материал инструмента } K_{H_v} = 1,2;$$

$$K_{L_v} - \text{коэффициент, учитывающий глубину сверления } K_{L_v} = 1.$$

Принимаем по таблице 39 и 40 [2]: 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. $D=20$ мм.

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

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

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

Тогда скорость резания определяем по формуле:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} ; \quad (18)$$

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

Крутящий момент определяем по формуле:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot S^y \cdot D^q \cdot K_p, \quad (19)$$

где: $y=0,8$; $t=7,5$ мм; $S_z=0,18$ мм/зуб; $D=18$ мм; $C_M=0,0345$; $q=2,0$;

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 0,36^{0,8} \cdot 20^2 \cdot 0,7 = 42,5 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} ;$$

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

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 обработки.

Расчёт режимов резания для фрезерования:

Расчётную величину скорости резания определяем по формуле:

$$V_p = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v, \quad (20)$$

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

$$K_v = K_{M_v} \cdot K_{N_v} \cdot K_{U_v},$$

где K_{M_v} - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала

$$K_{M_v} = 0,57;$$

K_{N_v} - коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки $K_{N_v} = 0,8$;

K_{U_v} - коэффициент, учитывающий материал инструмента $K_{U_v} = 1$.

Принимаем по таблице 39 и 40 [2]: значение стойкости инструмента и значения коэффициентов входящих в формулу: $T=80$ мин; $C_v=46,7$; $q=0,45$; $x=0,5$; $y=0,5$; $u=p=0,1$; $m=0,33$; при $t=7,5$ мм; $B=20$ мм; $S_z=0,04$ мм/зуб.

$$V_p = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v = \frac{46,7 \cdot 20^{0,45}}{80^{0,33} \cdot 7,5^{0,5} \cdot 0,04^{0,5} \cdot 20^{0,1} \cdot 2^{0,1}} \cdot 0,57 \cdot 0,8 \cdot 1 = 23,7 \text{ м/мин.}$$

Число оборотов шпинделя определяем по формуле:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (21)$$

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

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

Тогда скорость резания:

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

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

Подачу определяем по формуле:

$$S_m = S_z \cdot z \cdot n, \quad (22)$$

$$S_m = 0,04 \cdot 2 \cdot 480 = 38,4 \text{ мм/мин.}$$

Силу резания определяем по формуле:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_t^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp}, \quad (23)$$

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

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

$$K_{mp} = \left(\frac{O_B}{750} \right)^n = \left(\frac{981}{750} \right)^{0.3} = 1,08; \quad (24)$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 7,5^{0.86} \cdot 0,04^{0.72} \cdot 20^1 \cdot 3}{20^{0.86}} \cdot 1,08 = 1248,47.$$

Мощность резания определяем по формуле :

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}; \quad (25)$$

$$N_e = \frac{1248,47 \cdot 23,86}{1020 \cdot 60} = 0,5 \text{ кВт.}$$

Мощность, которую должен обеспечить станок, определяем по формуле :

$$N_c = N_{дв} \cdot \eta, \quad (26)$$

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 обработки. Таким же методом мы рассчитываем остальные методы металлообработки, которые в свою очередь удовлетворяют условию: $N_c = N_{дв} \cdot \eta$.

1.7 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:

$$T_{шт} = t_o + t_b + t_{обс} + t_{п}, \quad (27)$$

где $t_o = \sum t_{oj}$ – основное время на операцию, мин;

t_B – 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:

$$t_o = \frac{(L + l) \cdot i}{n \cdot S}, \quad (28)$$

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.

$$t_{o.з\grave{a}ñ1} = \frac{(7) \cdot 1}{420 \cdot 0.36} = 0,046 \text{ мин.}$$

$$t_{o.з\grave{a}ñ2} = \frac{(7,5) \cdot 1}{380 \cdot 0.36} = 0,055 \text{ мин.}$$

$$t_{o.ð\grave{d}1} = \frac{(50) \cdot 1}{420 \cdot 0.08} = 1,49 \text{ мин.}$$

$$t_{o.ð\grave{d}2} = \frac{(52) \cdot 1}{380 \cdot 0.08} = 1,71 \text{ мин.}$$

$$t_o = t_{o.зac1} + t_{o.фp1} + t_{o.зac2} + t_{o.фp2};$$

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

$t_B = t_{B,y} + t_{M,B}$ – 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 ($t_{оп}$):

$$t_{оп} = t_o + t_B;$$

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

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

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

Подготовительно – заключительное время включает в себя:

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

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

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

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

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

Штучно-калькуляционное время определяем по формуле (29):

$$T_{\text{ш-к}} = T_{\text{шт}} + T_{\text{п-з}} / n_3, \quad (29)$$

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

n_3 – размер партии деталей, запускаемых в производство.

Размер партии определяется по фактическим данным или расчётом по формуле:

$$n_3 = \frac{P}{S_n}, \quad (30)$$

где P – годовой выпуск деталей, шт.;

S_n – число запусков в год.

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

$$n_3 = \frac{900}{12} = 75;$$

$$T_{\text{ш-к}} = 5,066 + \frac{24}{75} = 5,386 \text{ мин.}$$

Вывод

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

2 Конструкторская часть

2.1 Исходные данные для проектирования

Спроектируем станочное приспособление для операции 020 – 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.

2.2 Расчёт силы закрепления с определением характеристик силового привода

Расчёт 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.

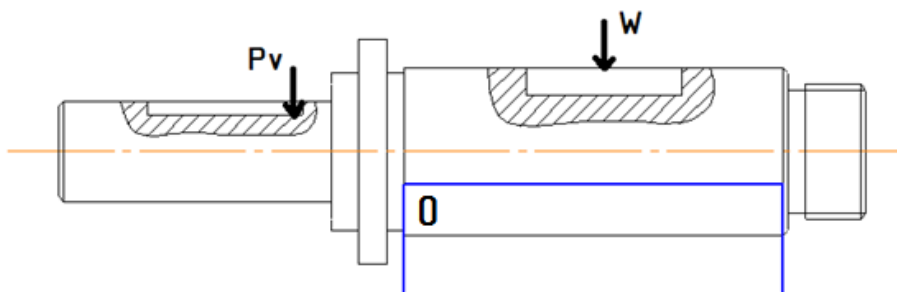


Рисунок 2.1 – Схема для определения силы закрепления W . Вид сбоку.

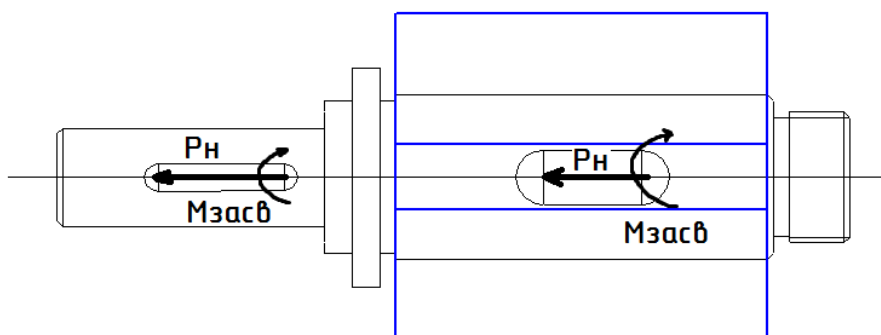


Рисунок 2.2– Схема для определения силы закрепления W. Вид сверху.

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.

$$P_z = 1170 \text{ Н};$$

$$P_H = (1,0..1,2) \cdot P_z = 1,1 \cdot 1170 = 1287 \text{ Н};$$

$$P_v = (0,2..0,3) \cdot P_z = 0,25 \cdot 1170 = 293 \text{ Н};$$

Условие 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;

$$W_1 = P_v \cdot h_2 / h_1 = 293 \cdot 26,5 / 280 = 27,73 \text{ Н};$$

$$\sum M_{кр}(O') = 0;$$

$$-M_{засв} + W \cdot h = 0;$$

$$W_2 = M_{засв} / h = 34,55 / 0,07276 = 474,85 \text{ Н}.$$

Условие неподвижности заготовки при фрезеровании:

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

$$F_{тр} = W \cdot f;$$

$$F_{тр} = P/2;$$

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

где $F_{тр}$ - сила трения, возникающая в местах соприкосновения вала с призмой;
 f – коэффициент трения (сталь по стали $f=0.15$);
 $W_3=1287/(2 \cdot 0,15)=4290 \text{ Н}$.

Фрезерование шпоночного паза шириной 20 мм:

$$P_z=1249 \text{ Н};$$

$$P_H=(1,0..1,2) \cdot P_z=1,1 \cdot 1249=1373 \text{ Н};$$

$$P_v=(0,2..0,3) \cdot P_z=0,25 \cdot 1249=312 \text{ Н};$$

Условие неподвижности заготовки при засверливании:

$$\sum M_{кр}(O') = 0;$$

$$-M_{засв} + W \cdot h = 0;$$

$$W_4 = M_{засв} / h = 42,5 / 0,07276 = 584,11 \text{ Н}.$$

Условие неподвижности заготовки при фрезеровании:

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

$$F_{тр} = W \cdot f;$$

$$F_{тр} = P/2;$$

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

$$W_5 = 1373/(2 \cdot 0,15) = 4577 \text{ Н}.$$

Выбираем наибольшую по величине силу закрепления

$$W_{\max}, W_{\max} = W_5 = 4577 \text{ Н}.$$

Определяем коэффициент надёжности закрепления,

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

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 закрепления в зажимном механизме

$$K_4 = 1.3;$$

K_5 - характеризует эргономику ручных зажимных механизмов,

$$K_5 = 1;$$

K_6 - учитывает наличие моментов, стремящихся, повернуть заготовку, установленную плоской поверхностью на постоянные опоры,

$$K_6 = 1.$$

Коэффициент запаса:

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

$$W_{\text{закр}} = W_{\text{max}} \cdot K = 2,34 \cdot 4577 = 10500 \text{ Н.}$$

2.3 Расчёт приспособления на точность

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

$$\Sigma \varepsilon = \varepsilon_{\text{обр}} + \varepsilon_{\text{пр}} + \varepsilon_{\text{н}} + \varepsilon_{\text{др}} \leq TA, \quad (31)$$

где, $\Sigma \varepsilon$ – 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); $\varepsilon_{\text{пр}} \leq [\varepsilon_{\text{пр}}]$

$$[\varepsilon_{\text{пр}}] = T_A - (k_T \cdot \sqrt{\varepsilon_{\text{обр}}^2 + \varepsilon_{\text{др}}^2} + \varepsilon_{\text{н}}); \quad (32)$$

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

TA – допуск на выполняемый размер; $TA = 0,1 \text{ мм.}$

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

точности обработки:

$$\varepsilon_{обр} = \omega k; \quad (33)$$

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:

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

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

$$\varepsilon_H = \Delta_{пол} + \Delta_{поз}, \quad (34)$$

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

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

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

$$\Delta_{пол} = 0,012;$$

$$\Delta_{поз} = 0,02.$$

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 определяются по формуле [3, с. 62]:

$$\varepsilon_{др} = (0,05 \dots 0,1) T_A; \quad (35)$$

Подставим численные значения в формулу:

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

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

$$\varepsilon_{np} = \varepsilon_{HB} + \varepsilon_z + \varepsilon_{изн} + \varepsilon_{изг} + \varepsilon_{см} + \varepsilon_{yc}, \quad (36)$$

где, ε_{HB} – погрешность, возникающая из-за несовмещения измерительной и технологической базы при установке заготовки в приспособление;

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

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

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

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

ε_{yc} – погрешность, возникающая при установке приспособления на стол станка, шпиндель или планшайбу.

С учётом того, что погрешности, входящие в состав ε_{np} , относятся как к систематическим, так и случайным величинами, формула примет следующий вид [3, с. 69, формула 2.24]:

$$\varepsilon_{np} = \sqrt{(k_1 \varepsilon_{HB})^2 + \varepsilon_z^2 + \varepsilon_{см}^2} + \varepsilon_{изн} + \varepsilon_{изг} + \varepsilon_{yc}, \quad (37)$$

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 $\varepsilon_z = 0,05$ [2, с. 75, таблица 2.11].

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

$$\varepsilon_{изн} = U = U_0 \cdot k_t \cdot k_l \cdot k_y, \quad (38)$$

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;

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

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 (38):

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

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]:

$$\varepsilon_{\text{изг}} = \sum T_i + \sum s + \sum \Delta, \quad (39)$$

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

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

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

Подставим численные значения в формулу (39):

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

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

Погрешность, возникающая при установке приспособления на стол станка:

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

Определим допустимую погрешность приспособления, подставив численные значения в формулу (37):

$$[\varepsilon_{\text{пр}}] = 0,1 - (1 \cdot \sqrt{0,012^2 + 0,005^2} + 0,032) = 0,055 \text{ мм.}$$

Подставим численные значения в формулу (36), получим:

2.4 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. 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
3-8Л52	Ляпуновой Марии Викторовне

Школа	ИнЭО	Отделение школы (НОЦ)	ИШНПТ ОМ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01. «Машиностроение»

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

1. Стоимость материально-технических ресурсов	Прейскурант расходных материалов; Система оплаты труда ТПУ.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Коэффициент для расчёта заработной платы.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов.	- Отчисления во внебюджетные фонды (30,2%);

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения ТП с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	- Характеристика потенциальных потребителей результатов исследования; - Анализ конкурентных технических решений. - Определение эффективности технического проектирования.
2. Планирование работ	Формирование плана и графика разработки: - определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка графика Ганта.
3. Смета расходов технического проекта	Формирование затрат на техническое проектирование: - Материальные затраты; - Заработная плата (основная и дополнительная); - Отчисления во внебюджетные фонды - Накладные расходы.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений.
2. График проведения ТП.
3. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности ТП.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	16.03.2020
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Криницына Зоя Васильевна	к.э.н. доцент		16.03.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л52	Ляпунова Мария Викторовна		16.03.2020

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В данном разделе необходимо определить целесообразность разработки технологического процесса детали «Вал», а также оценку ресурсоэффективности и конкурентоспособности технического проекта.

Для поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- оценить потенциальных потребителей результатов технического проектирования;
- проанализировать конкурентные технические решения;
- структурировать работу в рамках технического проекта;
- определить трудоемкость выполненной работы и разработать график проведения исследования;
- рассчитать смету технического проекта.

3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения технического проектирования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Оценка коммерческого потенциала разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения технического проектирования и коммерциализации его результатов. Это важно для разработчиков, которые должны представлять состояние и перспективы проводимого технического проектирования.

Проведение оценки потенциала будущего продукта необходимо осуществлять на каждой стадии технического проектирования, и каждый раз подход к оценке сугубо индивидуален. Постоянный мониторинг соответствия полученной оценки технологии и тенденций развития отрасли или продукта, поиск новых ниш для использования и реализации нового продукта или технологии - залог снижения риска опоздания с выходом на рынок и других рисков. [7]

3.1.1 Потенциальные потребители результатов технического проектирования

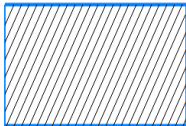
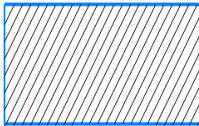
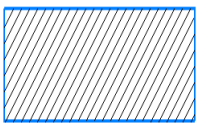
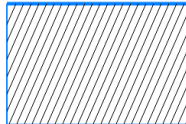
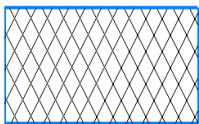
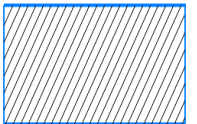
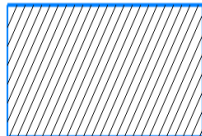
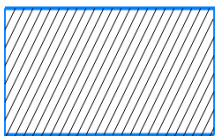
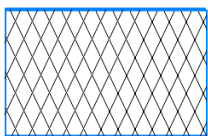
Для того чтобы определить потенциальных потребителей данной разработки, необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Целевой рынок – сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем разработка.

Сегментирование – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар (услуга). [7]

Сегментирование рынка по разработке технологии изготовления детали «Вал».

Таблица 3.1 – Карта сегментирования рынка по разработке технологии изготовления детали «Вал».

Критерии		Возможности станочного производства		
		Современное оборудование	Профессионализм персонала	Необходимое оборудование
Размер компании	АО «Томский электротехнический завод»			
	АО «НПЦ «Полус»			
	АО НПФ «Микран»			

Максимальное соответствие



Средний уровень соответствия



Из анализа карты, можно сделать вывод, что наиболее эффективным

производством является АО «Томский электротехнический завод», несмотря на это, остальные компании могут составить конкуренцию.

3.1.2 Анализ конкурентных технических решений

С помощью данного анализа, в технический проект вносятся коррективы, которые помогают успешно противостоять конкурентам. В ходе проведения анализа необходимо оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов. Для этой цели используется вся имеющаяся информация о конкурентных разработках. Также анализ дает возможность оценить сравнительную эффективность разработки и определить направления для ее дальнейшего повышения.

Данный анализ проводится с помощью оценочной карты, которая приведена в таблице 3.2. Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot V_i, \quad (40)$$

где: K – конкурентоспособность технической разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Разработка технического решения АО «Томский электротехнический завод»:

$$K = \sum B_i \cdot V_i = 43 \cdot 4,58 = 196,94$$

Разработка технического решения конкурентных предприятий АО «НПЦ «Полус» (K_1) и АО НПФ «Микран» (K_2):

$$K_1 = \sum B_i \cdot V_i = 36 \cdot 3,64 = 131,04$$

$$K_2 = \sum B_i \cdot V_i = 34 \cdot 3,5 = 119$$

Таблица 3.2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерий оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		B_{ϕ}	B_{K1}	B_{K2}	K_{ϕ}	K_{K1}	K_{K2}
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1.Качество	0,23	5	4	4	1,15	0,92	0,92
2.Способ изготовления	0,09	4	4	3	0,36	0,36	0,27
3.Износостойкость	0,03	3	3	3	0,09	0,09	0,09
4.Надежность	0,05	4	5	4	0,2	0,25	0,2
5.Простота эксплуатации	0,10	5	5	3	0,5	0,3	0,5
6. Сокращение количества операций в технологическом процессе	0,11	5	3	3	0,55	0,33	0,33
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена	0,10	5	4	3	0,5	0,4	0,3
2. Конкурентоспособность продукта	0,08	4	2	4	0,32	0,16	0,32
3. Предполагаемый срок эксплуатации	0,07	3	3	3	0,21	0,21	0,21
4. Себестоимость	0,14	5	3	4	0,7	0,42	0,56
Итого	1,00				4,58	3,64	3,5

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1-слабая позиция, а 5-сильная.

На основании проведенного анализа, было выявлено, что деталь конкурентоспособна. Деталь проста в эксплуатации, так как предназначена для определенного вида деятельности и выполнена по определенным требованиям.

3.2 Планирование технического проектирования работ

Проектирование работ предполагает выполнение определённых стадий и этапов. Оно включает составление в текстовой и графической форме плана работ. Для удачного выполнения проекта, нужно учитывать реальные этапы с чётко обозначенными началом и концом. Разработка поэтапного плана работ связана с описанием процессов в чёткой последовательности, выполняемых на каждом этапе, необходимых для этого специалистов, средств и ресурсов. Такой подход в большей степени позволяет избежать упущений и ошибок.

3.2.1 Структура работ в рамках проектирования

Планирование выпускной квалификационной работы включает в себя:

- Обсуждение проблематики выбранной темы;
- Цель работы;
- Разделы, которые должны быть проработаны;
- Определение участников и построение графика проведения работ.

Таблица 3.3 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Название работы	Исполнители	Трудоёмкость работ			Длительность работы в рабочих днях, T_{pi}
		t_{min} , чел-дни	t_{max} , чел-дни	$t_{ож}$, чел-дни	
Подготовительный этап	Научный руководитель	1	1	1	1
Подбор и изучение литературы по теме ВКР.	Студент	10	15	12	12
Выполнение основного этапа	Студент	25	30	27	27

продолжение таблицы 3.3

Проверка выполненного основного этапа с научным руководителем.	Научный руководитель	1	1	1	1
Проектирование технологической оснастки детали «Вал»:	Студент	20	25	22	22
Проверка выполненной технологической оснастки с научным руководителем.	Научный руководитель	1	1	1	1
Выполнение других разделов: - Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; - Социальная ответственность.	Студент	20	25	20	20
Подведение итогов, оформление пояснительной записки по стандарту и составление презентации.	Научный руководитель	2	2	2	2
	Студент	20	25	20	20
Подготовка к защите ВКР.	Научный руководитель	2	2	2	2
	Студент	5	5	5	5
Защита ВКР.	Студент	1	1	1	1

Таблица 3.4 – Календарный план-график проведения ВКР

№ работ	Вид работ	Исполнители	Кол-во дней, Т _р i	Продолжительность выполнения работы, календарные дни														
				Февраль			Март			Апрель			Май			Июнь		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Подготовительный этап	Научный руководитель	1		■													
		Студент	1		□													
2	Подбор и изучение литературы по теме ВКР.	Студент	12		▬													
3	Основной этап	Студент	27			▬												
4	Проверка выполненного основного этапа научным руководителем.	Научный руководитель	1						■									
5	Проектирование технологической оснастки детали «Вал».	Студент	21,5							▬								
6	Проверка выполненной технологической оснастки научным руководителем.	Научный руководитель	1									■						
7	Выполнение других разделов.	Студент	20									▬						
8	Подведение итогов, оформление пояснительной записки по стандарту и составление презентации.	Научный руководитель	2											■				
		Студент	20											▬				
9	Подготовка к защите ВКР.	Студент	5													□		
		Научный руководитель	2													■		
10	Защита ВКР.	Студент	1													□		

▬ – Студент ■ – Научный руководитель

Потрачено календарных дней:

Научный руководитель – 7 дней.

Студент – 97 дней.

3.3 Смета затрат на технический проект

При планировании сметы технического проекта должно необходимо обеспечение полного и достоверного отражения всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования сметы технического проекта используется следующая группировка затрат по статьям:

- Материальные затраты;
- Полная заработная плата исполнителей темы;
- Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- Накладные расходы.

3.3.1. Расчёт материальных затрат технического проекта

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта.

Материальные затраты, необходимые для данной работы, указаны в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, руб.
Пачка бумаги А4	Шт.	1	300	300
Ручка	Шт.	4	20	80
Карандаш	Шт.	2	10	20
USB накопитель	Шт	1	600	600
Итого				1000

3.3.2 Полная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается полная заработная плата научного руководителя и студента, которая рассчитывается по формуле [1, стр. 26]:

$$З_{\text{п}} = З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}} \quad (41)$$

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

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

Величина расходов заработной платы зависит от трудоёмкости необходимой работы, имеющийся системы окладов и тарифных ставок.

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

$$З_{\text{осн}} = T_{\text{р}} \cdot З_{\text{дн}}, \quad (42)$$

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

$T_{\text{р}}$ – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дн.

$З_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}}}{D_{\text{мес}}}, \quad (43)$$

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

$D_{\text{мес}}$ – количество рабочих дней, раб. дн.

Таблица 3.6 – Расчёт основной заработной платы

Исполнитель	Оклад	Должностной оклад работника, руб.	Среднедневная заработная плата, руб	Продолжительность работы, раб. дн.	Основная заработная плата, руб
Руководитель	33664	43763	1683	7	11780
Бакалавр	12300	24960	615	97	59655
Итого					71435

Расчёт дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}}, \quad (44)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы.

Таблица 3.7 – Расчёт полной заработной платы

Исполнители	Коэффициент дополнительной заработной платы, %	Основная заработная плата, руб	Дополнительная заработная плата, руб	Полная заработная плата, руб
Руководитель	15%	11780	1767	13500
Бакалавр	12%	59655	7159	66800
Итого:				80300

3.3.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = K_{\text{внеб}} \cdot З_{\text{п}}, \quad (45)$$

где $K_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.), равен 30,2%.

$$З_{\text{внеб}} = 0,302 \cdot 80,3 = 24,2 \text{ т.р.}$$

3.3.4 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, размножение

материалов и т.д.

Величина коэффициента накладных расходов принимается в размере 16% от общей суммы затрат.

3.3.5 Формирование сметы затрат технического проекта

Расчётная величина затрат технического проекта является основой для формирования сметы затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку технического проекта продукции.

Определение сметы затрат на технический проект приведён в таблице 3.8.

Таблица 3.18 – Расчёт сметы затрат технического проекта

Наименование	Сумма, тыс.руб.	Структура затрат, %
Материальные расходы	1,0	0,8
Полная заработная плата	80,3	63,9
Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	24,2	19,3
Накладные расходы	19,5	16
Итого:	125,0	100

В результате расчётов сметы затрат технического проекта, общая сумма составила 125 тыс. руб. В том числе 64% (80,3 тыс. руб) пришлось на полную заработную плату научного руководителя и студента.

Определение эффективности происходит на основе расчёта интегрального показателя эффективности. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности объекта исследования можно определить по формуле [7]:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (46)$$

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 путём по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Таблица 3.9 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии оценки	Весовой коэффициент параметра	Балльная оценка разработки
1.Повышение производительности труда пользователя	0,27	4
2.Удобство в эксплуатации	0,28	5
3.Энергосбережение	0,13	4
4. Надёжность	0,17	5
5.Безопасность	0,15	4
Итого:	1,00	

Расчёт интегрального показателя ресурсоэффективности технического проекта [7]:

$$I_{\text{разраб}} = 0,27 \cdot 4 + 0,28 \cdot 5 + 0,13 \cdot 4 + 0,17 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 = 4,45.$$

Вывод

В ходе выполнения данного раздела ВКР:

1. Проведён анализ конкурентных технических решений.
2. Определена структура работ, трудоёмкость выполнения работ, составлен план-график проведения ВКР. Количество потраченных календарных дней на выполнение: научный руководитель – 7 дней, студент – 97 дней.
3. Рассчитана сумма затрат на выполнение работы, которая включает материальные затраты, затраты по основной и дополнительной заработной плате исполнителей (научного руководителя и студента), отчисления во внебюджетные фонды и накладные расходы. На реализацию проекта необходимо 125 тыс. руб.

4. Был определён интегральный показатель ресурсоэффективности. Значение показателя 4,45 из 5, что говорит о эффективности реализации данного проекта.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л52	Ляпуновой Марии Викторовне

Школа	ИШНПТ ОМ	Отделение (НОЦ)	ИнЭО
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение»

Тема ВКР:

Разработка технологического процесса изготовления вала

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения.	Рабочее место инженера-технолога, оборудованное ПК, расположенное в отдельном кабинете в заводском цехе или офисном помещении. Область применения – машиностроение.
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ul style="list-style-type: none"> – ТК РФ от 30.12.2001 N 197 -ФЗ (ред. от 01.04.2019); – СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03; – ГОСТ EN 894-3-2012; – ГОСТ Р ИСО 14738-2007; – ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ – ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ.
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Анализ следующих опасных факторов: - Отклонение параметров микроклимата - Превышение уровня шума - Недостаточная освещённость рабочей зоны - Поражение электрическим током
3. Экологическая безопасность:	Анализ воздействия на - Атмосферу: выбросы вредных веществ в воздух; - Литосферу: образование отходов; - Гидросферу: выбросы вредных веществ водоёмы.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	- Разработка мер по предупреждению ЧС, действий во время ЧС и для ликвидации её последствий. - Наиболее типичная ЧС для рассматриваемого объекта – пожар.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	16.03.2020
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Белоевко Елена Владимировна	к.т.н.		16.03.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л52	Ляпунова Мария Викторовна		16.03.2020

4.Социальная ответственность

Данный раздел дипломной работы «Разработка технологического процесса изготовления вала» посвящён анализу и разработке мер по обеспечению благоприятных для работы инженера-технолога условий труда. Рассмотрены вопросы производственной, пожарной и экологической безопасности.

Введение.

В данном разделе рассмотрены вопросы организации рабочего места инженера-технолога в соответствии с нормами производственной санитарии, техники безопасности и охраны окружающей среды.

Для разработки технологического процесса изготовления детали Вал, необходимо технологическое бюро, оборудованное ПК. Бюро должно располагаться в отдельном кабинете в цехе или офисном здании завода. Область применения – «Машиностроение». Бюро необходимо для комфортной, безопасной и удобной работы инженера-технолога.

При проектировании должны быть учтены освещенность, температура, влажность, давление, шум, наличие вредных веществ, электромагнитных полей и другие санитарно-гигиенические требования к организации рабочих мест.

4.1.Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

На основании Коллективного договора между Работодателем и Работниками ТОО «Гидросталь» на 2020 г., рассмотрим правовые нормы трудового законодательства:

- 1) Нормальная продолжительность рабочего времени для работников предприятия не может превышать 40 часов в неделю.
- 2) Работнику предоставляется ежегодный оплачиваемый отпуск

продолжительностью 38 календарных дней.

3) Оплата труда каждого работника зависит от его личного трудового вклада, квалификации, сложности выполняемой работы, количества и качества труда, с учётом результатов работы предприятия, и максимальным размером не ограничивается.

4) Ежемесячно руководством предприятия назначается премия по заводу, рассчитываемая как процент от оклада работника, зависящая от выполнения плана.

5) Работодатель обязуется обеспечивать безопасные условия труда работников, в соответствии с действующим законодательством по охране труда и промышленной безопасности, признавая приоритетными направлениями своей деятельности – создание комфортных и безопасных условий труда работников. За соблюдением мер безопасности следит штатный инженер по технике безопасности.

4.1.1 Эргономические требования к рабочему месту

Проектирование рабочих мест, снабженных ПК, относится к числу важных проблем эргономического проектирования в области вычислительной техники.

Главными элементами рабочего места инженера-технолога, разрабатывающего технологический процесс изготовления вала, являются стол и кресло. Основным рабочим положением является положение сидя.

Рациональная планировка рабочего места предусматривает четкий порядок и постоянство размещения предметов, средств труда и документации.

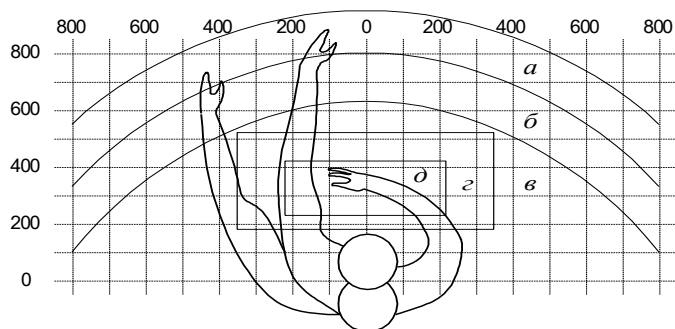
Моторное поле - пространство рабочего места, в котором могут осуществляться двигательные действия человека.

Максимальная зона досягаемости рук - это часть моторного поля рабочего места, ограниченного дугами, описываемыми максимально

вытянутыми руками при движении их в плечевом суставе.

Оптимальная зона - часть моторного поля рабочего места, ограниченного дугами, описываемыми предплечьями при движении в локтевых суставах с

Оптимальное размещение предметов труда и документации с опорой в точке локтя и с относительно неподвижным плечом.



- а - зона максимальной досягаемости;
- б - зона досягаемости пальцев при вытянутой руке;
- в - зона легкой досягаемости ладони;
- г - оптимальное пространство для грубой ручной работы;
- д - оптимальное пространство для тонкой ручной работы.

Рисунок 4.1 Зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости

Дисплей размещается в зоне а (в центре);

Системный блок размещается в предусмотренной нише стола;

Клавиатура - в зоне г/д;

Компьютерная мышь - в зоне в справа;

Сканер в зоне а/б (слева);

Принтер находится в зоне а (справа);

Документация: необходимая при работе - в зоне легкой досягаемости — в выдвижных ящиках стола - литература, которая не используется постоянно.

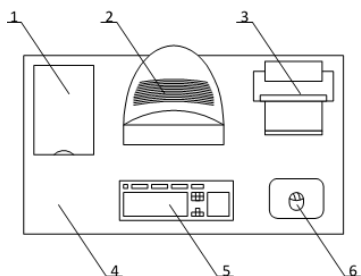


Рисунок 4.2. Размещение основных и периферийных составляющих ПК.

1 – сканер, 2 – монитор, 3 – принтер, 4 – поверхность рабочего стола,

4 – клавиатура, 6 – манипулятор типа «мышь».

4.1. Производственная безопасность

4.1.1. Анализ опасных и вредных факторов.

При анализе технологического процесса изготовления детали вал, выявлены вредные и опасные факторы, которые могут возникнуть при разработке, изготовлении и эксплуатации детали (см. Таблица.4.1).

Таблица 4.1.

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработ-ка	Изготовле-ние	Эксплуата-ция	
Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	1.СП 52.13330.2016[12] 2. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. [13] 3. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. [14] 4. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. [15]
Превышение уровня шума		+	+	
Недостаток естественного освещения	+	+	+	
Поражение электрическим током	+	+	+	

Производственные условия на рабочем месте характеризуются наличием некоторых опасных и вредных факторов (ГОСТ 12.0.002-80 «ССБТ. Основные понятия. Термины и определения.

1. Отклонение параметров микроклимата

Вычислительная техника является источником существенных тепловыделений, что может привести к повышению температуры и снижению относительной влажности в помещении. В помещениях, где установлены компьютеры, должны соблюдаться определенные параметры микроклимата. В санитарных нормах

СН-245-71 установлены величины параметров микроклимата, создающие комфортные условия. Эти нормы устанавливаются в зависимости от времени года, характера трудового процесса и характера производственного помещения (см. Таблица 4.2).

Таблица 4.2 - Оптимальные параметры микроклимата для помещений, категория 1б.

Период	Параметр микроклимата	Величина
Холодный	Температура воздуха в помещении	22...24 °С
	Относительная влажность	40...60 %
	Скорость движения воздуха	до 0,1 м/с
Теплый	Температура воздуха в помещении	23...25 °С
	Относительная влажность	40...60 %
	Скорость движения воздуха	0,1...0,2 м/с

Таблица 4.3 - Нормы подачи свежего воздуха в помещения, где расположены компьютеры

Характеристика помещения	Объемный расход подаваемого в помещение свежего воздуха, м ³ /на
Объем до 20 м ³ на человека	Не менее 30
20...40 м ³ на человека	Не менее 20

2. Повышенный уровень шума

Шум ухудшает условия труда, оказывая вредное действие на организм человека. Работающие в условиях длительного шумового воздействия испытывают раздражительность, головные боли, головокружение, снижение памяти, повышенную утомляемость, понижение аппетита, боли в ушах и т. д. Под воздействием шума снижается концентрация внимания, нарушаются физиологические функции, появляется усталость в связи с повышенными энергетическими затратами и нервно-психическим напряжением, ухудшается

речевая коммутация. Длительное воздействие интенсивного шума [выше 80 дБ(А)] на слух человека приводит к его частичной или полной потере.

При разработке технологического процесса изготовления вала, основным источником шума в кабинете инженера-технолога являются вентиляторы блоков питания ПК. Уровень шума колеблется от 35 до 40дБА. По СанПиН 2.2.2.542-96 при выполнении основной работы на ЭВМ уровень звука на рабочем месте не должен превышать 50дБА. Для снижения уровня шума стены и потолок помещений, где установлены компьютеры, могут быть облицованы звукопоглощающими материалами.

3. Недостаточная освещённость рабочей зоны.

Расчет освещённости рабочего места сводится к выбору системы освещения, определению необходимого числа светильников, их типа и размещения.

Требования к освещению на рабочих местах, оборудованных Персональными компьютерами (ПК):

Освещённость на рабочем столе	300-500 лк
Освещённость на экране ПК	не выше 300лк
Блики на экране	не выше 40 кд/м ²
Прямая блёсткость источника света	200 кд/м ²
Показатель ослеплённости	не более 20
Показатель дискомфорта	не более 15
Отношение яркости	
- Между рабочими поверхностями	3:1-5:1
- Между поверхностями стен и оборудования	10:1
Коэффициент пульсации	не более 5%.

4. Поражение электрическим током

Наличие в кабинете инженера-технолога большого количества аппаратуры, для разработки технологического процесса изготовления детали вала, использующей однофазный электрический ток напряжением 220 В и частотой 50Гц. По опасности электропоражения кабинет инженера-технолога относится к помещениям без повышенной опасности, так как отсутствует влажность, высокая температура, токопроводящая пыль и возможность одновременного соприкосновения с имеющими соединение с землей металлическими предметами и металлическими корпусами оборудования.

Так же опасность могут представлять токарный и фрезерный станки, использующиеся при выполнении токарных и фрезерных операций при изготовлении вала.

При нормальном режиме работы оборудования опасность электропоражения невелика, однако, возможны режимы, называемые аварийными, когда происходит случайное электрическое соединение частей оборудования, находящегося под напряжением с заземленными конструкциями.

Поражение человека электрическим током или электрической дугой может произойти в следующих случаях:

- при прикосновении к токоведущим частям во время ремонта;
- при однофазном (однополюсном) прикосновении незащищенного от земли человека к незащищенным токоведущим частям электроустановок, находящихся под напряжением;
- при прикосновении к нетоковедущим частям, находящимся под напряжением, то есть в случае нарушения изоляции при соприкосновении с полом и стенами, оказавшимися под напряжением;
- при возможном коротком замыкании в высоковольтных блоках: блоке питания, блоке развертки монитора.

Основными мероприятиями по обеспечению электробезопасности являются:

-изоляция (ограждение) токоведущих частей, исключающее возможность случайного прикосновения к ним;

-установки защитного заземления;

-своевременный осмотр технического оборудования, изоляции.

4.3. Пожарная безопасность в чрезвычайной ситуации

4.3.1. Причины возникновения пожара

При разработке технологического процесса изготовления детали вал, пожар в кабинете инженера-технолога может привести к очень неблагоприятным последствиям (потеря ценной информации, порча имущества, гибель людей и т.д.), поэтому необходимо: выявить и устранить все причины возникновения пожара; разработать план мер по ликвидации пожара в здании; план эвакуации людей из здания.

Причинами возникновения пожара могут быть:

- неисправности электропроводки, розеток и выключателей, которые могут привести к короткому замыканию или пробое изоляции;
- использование поврежденных (неисправных) электроприборов;
- использование в помещении электронагревательных приборов с открытыми нагревательными элементами;
- возникновение пожара вследствие попадания молнии в здание;
- возгорание здания вследствие внешних воздействий;
- неаккуратное обращение с огнем и несоблюдение мер пожарной безопасности.

4.3.2 Профилактика пожара

Пожарная профилактика представляет собой комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, на предотвращении пожара, ограничение его распространения, а также

создание условий для успешного тушения пожара. Для профилактики пожара чрезвычайно важна правильная оценка пожароопасности здания, определение опасных факторов и обоснование способов и средств пожаропредупреждения и защиты.

Одно из условий обеспечения пожаробезопасности - ликвидация возможных источников воспламенения.

В целях предотвращения пожара проводить с инженерами, работающими в помещении, противопожарный инструктаж, на котором ознакомить работников с правилами противопожарной безопасности, а также обучить использованию первичных средств пожаротушения.

В случае возникновения пожара, необходимо отключить электропитание, вызвать по телефону пожарную команду, эвакуировать людей из помещения согласно плану эвакуации (рис.4), и приступить к ликвидации пожара огнетушителями. При наличии небольшого очага пламени можно воспользоваться подручными средствами с целью прекращения доступа воздуха к объекту возгорания.



Рисунок 4.3.2. План эвакуации

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Механическая обработка металлов на станках сопровождается образованием: металлической стружки, отработанной смазочноохлаждающей жидкости (СОЖ), пыли. Пары эмульсии и пыль через вентиляционную систему поступают из помещений в атмосферу. Помимо этого имеется и промышленный мусор.

В процессе изготовления детали вал, загрязнение гидросферы металлорежущими станками может произойти при чистке станков и его узлов.

В охране окружающей среды важную роль играют службы контроля качества окружающей среды, которые наблюдают за состоянием атмосферы, воды и почвы для получения фактических уровней загрязнения окружающей среды.

Методы обеспечения экологической безопасности

- совершенствование технологических процессов и разработка нового оборудования с уменьшением уровня негативного воздействия на окружающую среду;
- замена токсичных отходов на нетоксичные.
- переработка отходов (вторичное производство).
- полная утилизация отходов.
- разработка и внедрение малоотходных технологий.

1. Металлическая стружка.

Образование производственных отходов в виде металлической стружки при выполнении токарных и фрезерных операций при изготовлении детали вал, подразумевает под собой утилизацию или вторичную переработку данного материала. В частности, стружка - материал, пригодный для последующего применения и переплавки в сталеплавильных печах для получения нового металла.

Процесс утилизации стружки выглядит следующим образом: стружка из станка попадает в цеховой бак приёмки стружки, затем, складывается на заводской территории в специальных контейнерах, которые должны различаться по виду стружки. Как только контейнер заполняется, его, вывозят на металлоперерабатывающее предприятие и продают как вторичное сырьё (В Республике Казахстан данный вид деятельности подлежит государственному лицензированию).

На металлоперерабатывающем заводе собранная стружка очищается от посторонних включений (мусор, масла, остатки СОЖ), прессуется в брикеты и далее может быть доставлена на сталелитейное предприятие, где может быть переплавлена или добавлена в другие расплавы в печах, из которых в дальнейшем получают металлы для заготовок, которые, в последствии, вновь могут быть использованы.

2. СОЖ. Химическая и физическая устойчивость СОЖ позволяет организовать их циклическое использование с регулярным восстановлением первоначальных свойств. Оно заключается в очистке от твёрдых включений, нейтрализации окислителей, обеззараживании и биологической очистке.

Для ТОО «Гидросталь» дешевле и проще утилизировать СОЖ на специализированных предприятиях. Отработанная СОЖ из баков станков откачивается насосами в специальные бочки для хранения и транспортировки агрессивной жидкости. Далее бочки транспортируются на специализированное предприятие для утилизации.

3. Абразив, пыль. Все эти категории отходов объединяются одним общим свойством – переносом по воздуху. Для цеха металлоконструкций ТОО «Гидросталь» характерно механическое удаление воздуха из помещения с поступлением воздуха через окна и двери.

4.5 Экологическая безопасность

Причинами ЧС могут являться стихийные бедствия, нарушения режимов технологических процессов (несоблюдение технологической дисциплины) либо правил эксплуатации производственного, энергетического, транспортного и др. оборудования, а также правил техники безопасности.

Инженер-технолог, занимающийся разработкой технологического процесса изготовления детали вал, находится в кабинете, где может возникнуть пожар.

Мероприятия по обеспечению устойчивости работы технологического бюро, прежде всего, должны быть направлены на защиту рабочих и служащих от оружия массового поражения и от последствий ЧС; они тесно связаны с мероприятиями по подготовке и проведению спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ в очагах поражения, так как без людских резервов и успешной ликвидации последствий ЧС в очагах поражения проводить мероприятия по обеспечению устойчивой работы объектов народного хозяйства достаточно проблематично.

На устойчивость бюро влияют следующие факторы:

- Степень надежности защиты рабочих и служащих;
- Бесперебойное снабжение объекта всеми видами энергии, водой, сырьём, комплектующими изделиями;
- Наличие плана перевода производства на особый режим работы в экстренных ситуациях;
- Степень надёжности управления производством;
- Надёжность действия производственных связей;
- Заблаговременная подготовка к восстановлению производства.

Одним из наиболее важных направлений в повышении устойчивости работы объекта является строгое соблюдение инженерно-технических требований ГО еще на стадии его проектирования и строительства.

Вывод

В ходе разработки технологического процесса детали Вал, особое внимание уделяется промышленной и индивидуальной безопасности, экологическим аспектам процессов производства и эксплуатации, чтобы определить их степень влияния на природу и человека, а также уменьшить их насколько это возможно. Разработка должна быть безопасной в использовании и не должна быть источником ЧС.

В данном разделе были проанализированы основные вредные и опасные факторы при разработке данного технологического процесса в условиях машиностроительного производства, представлены необходимые предельные значения этих факторов, а также средства защиты от них. Определены элементы загрязнения окружающей среды и рассмотрены пути их минимизации.

Заключение

Заданием на выпускную квалификационную работу являлось разработка технологического процесса изготовления детали вал.

В ходе выполнения проекта раскрыты назначение и принцип действия изделия, приведены служебное назначение и технические характеристики детали. На основании технических характеристик детали сделаны выводы о возможности ее получения имеющимися методами обработки с использованием стандартного инструмента и оборудования.

Тип производства, определённый в Технологической части ВКР, и рассчитанный размер партии обрабатываемых деталей повлиял на выбор оборудования. Предпочтение отдано оборудованию с числовым программным управлением (ЧПУ).

Обоснован выбор метода и способа получения заготовки. Произведён предварительный расчёт заготовки. В ходе расчёта были определены её размеры, вес, который влияет на норму расхода.

В результате анализа поверхностей детали, были назначены методы её обработки, выбраны технологические базы, предполагаемые схемы базирования, определено число этапов обработки поверхностей детали и их последовательность. После этого был разработан технологический маршрут изготовления детали.

Произведены расчёты режимов резания и норм времени обработки на операциях. Расчёт нормативов времени на выполнении операции даёт возможность судить о том, сколько единиц оборудования необходимо для полной его загрузки.

Спроектировано специальное станочное приспособление. Приведено описание его работы.

Раздел Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: Проведён финансовый анализ технологического процесса, составлен график разработки технологического процесса. Произведено

сравнение действующего технологического процесса и разработанного с экономической точки зрения.

Раздел Социальная ответственность:

Организация и улучшение условий труда на рабочем месте является одним из важнейших резервов производительности труда и экономической эффективности производства, а также дальнейшего развития трудового персонала.

В данной главе рассмотрены вредные производственные факторы, которые возникают в процессе работы инженера - технолога при работе на рабочем месте и в рабочей зоне.

В целях предупреждения загрязнения воздуха, воды и почвы неправильно утилизированным используемыми сырьём, отходами, оборудованием - разработаны мероприятия по охране окружающей среды.

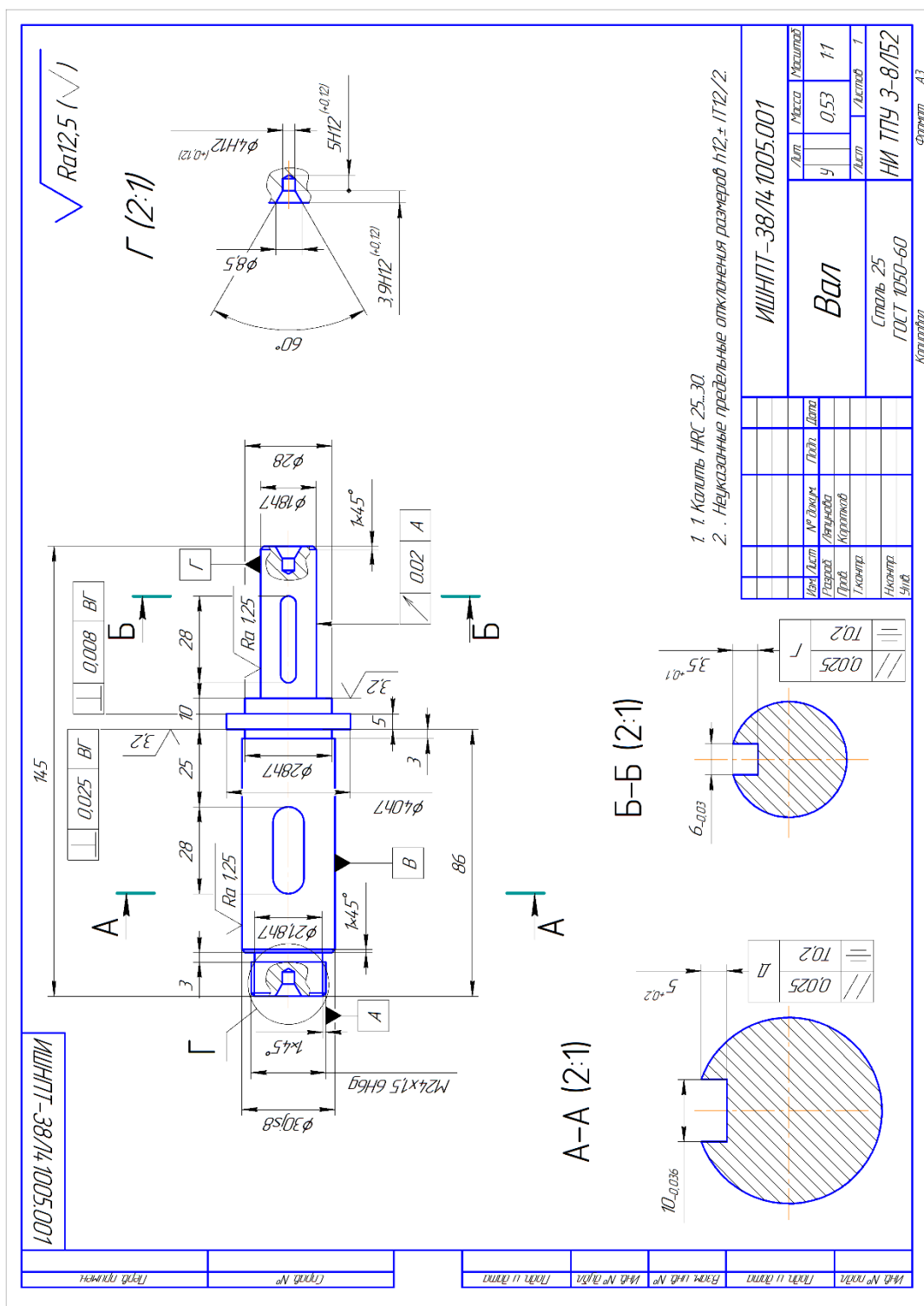
Проведён анализ возможных чрезвычайных ситуаций на объекте, из которых наиболее вероятными являются пожар, разработаны основные противопожарные мероприятия.

Список источников литературы

1. Безъязычный В.Ф., Корнеев В.Д., Чистяков Ю.П., Аверьянов И.Н. Технология машиностроения: Учебное пособие. – Рыбинск: РГАТА, 2005. – 139 с.
2. Марасинов М.А. Проектирование технологических процессов в машиностроении. – Ярославль, 1975. – 196 с.
3. Безъязычный В.Ф., Корнеев В.Д., Волков С.А. Основы технологии машиностроения: Учебное пособие. – Рыбинск: РГАТА, 2008. – 88 с.
4. Горбачевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Издание 3-е, дополненное и переработанное – Минск, 1975. – 283 с.
5. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: Учебное пособие – ТПУ, 2006 – 106 с.
6. Скворцов В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебное пособие: Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 352 с.
7. Коротков В.С., Афонасов А.И. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебное пособие для студентов высших учебных заведений – ТПУ, 2012 – 195 с.
8. Е.Н. Пашков, И.Л. Мезенцева. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы магистра, специалиста, бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения - Томск: Изд. ТПУ, 2019.
9. Дубовцев В.А. Безопасность жизнедеятельности. / Учебное пособие для дипломников. - Киров: изд. КирПИ, 1992.
10. Безопасность жизнедеятельности. /Под ред. Белова Н.А. - М.: Знание, 2000 - 364с.
11. Борьба с шумом на производстве: Справочник / Юдин Е.Я., Борисов Л.А.; Под общ. ред. Юдина Е.Я. – М.: Машиностроение, 1985. – 400с., ил.

12. Зинченко В.П. Основы эргономики. – М.: МГУ, 1979. – 179с.
- Требования к освещению устанавливаются СП 52.13330.2016
13. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95.
14. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
15. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация.
16. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
17. ГОСТ 12.3.002-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Процессы производственные. Общие требования безопасности
18. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности
19. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений/
- ГОСТ Р 22.0.01-2016. Безопасность в ЧС. Основные положения.
20. ГОСТ Р 22.3.03-94. Безопасность в ЧС. Защита населения. Основные положения.
21. ГОСТ Р 22.0.07-95. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Источники техногенных чрезвычайных ситуаций. Классификация и номенклатура поражающих факторов и их параметров.
22. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера (с изменениями и дополнениями).
23. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация

Чертёж детали «Вал»



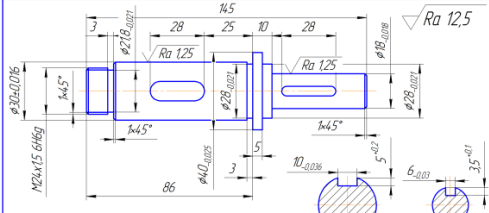
Спецификация

Копировал

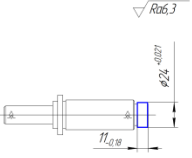
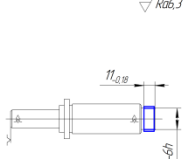
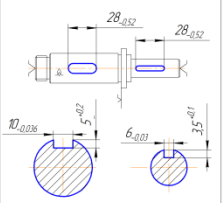
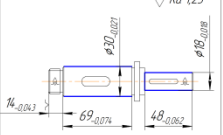
Формат A4

Приложение Г

Операционная карта

<div></div> <div>1. Капитель НРС 25.30 2. Неуказанные предельные отклонения размеров h14, IT14/2</div>														Томский политехнический университет				ИШНПТ ОМ			
Карта технологического процесса														Лист №							
Материал														Заготовка							
Наименование, марка														Профиль Размеры				Кол			
Сталь 25 ГОСТ 1050-60														145x45				18			
Код и вид														0,53							
Масса детали, кг																					
Инструмент														Режим обработки				Нормы времени			
Приспособление														Подана				Точ			
режущий														Частота об/мин				Тшт			
измерительный														Скорость рез- ания м/мин				Тшт			
Начальное состояние детали, мм														Глубина резания, мм				Тшт			
Число зубьев														мм/об				Тшт			
Диаметр или ширина, мм														мм/мин				Тшт			
Линия в которой ленны подачи, мм																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																		Тшт			
Размеры																					

Продолжение приложения Г

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	Точить поверхности, выдерживая размеры $\phi 24_{-0,021}^{+0,021}$, $11_{-0,08}^{+0,08}$		Станок токарный с ЧПУ 16K20Ф3	Попер. токарный 7100-0003 ГОСТ 2675-80 Центры стачные А-14-У ГОСТ 8742-75	Резец проходной 2100-0069 ГОСТ 18818-73	Штангенциркуль ШЛ-1-125-0,1 ГОСТ 166-80		1	24	11	2	0,5		650	105	100	2,61	25	163		
		Нарезать резьбу М24х15 $11_{-0,08}^{+0,08}$							2	4	28	2	3	0,35		200	50,6	1,07	1,61	30		
020	8	Фрезерная Установить и снять заготовку Фрезеровать шпоночные пазы $10_{-0,038}^{+0,038}$ $\times 5$ $28_{-0,052}^{+0,052}$ $6_{-0,03}^{+0,03} \times 3,5_{-0,01}^{+0,01}$ $28_{-0,052}^{+0,052}$		Станок фрезерный вертикальный с ЧПУ 6F15Ф3	Раскаточные штыри ШМТ-200 ГОСТ 20000-05 Центры стачные А-14-У ГОСТ 8742-75 Корпус ГОСТ 8486-70	Фреза шарошечная 2234-0351 ГОСТ 1940-78	Конфигурация шарошечный МФН/СМН/СВ МФН/СМН/СВ Образцы шероховатости		4	28	2	3	0,35		420	26,4	1,07	1,61	30	3,86		
		Термическая Установить и снять заготовку Закалить Отпустить до HRC 25...30																				
030	10	Круглошлифовальная Установить и снять заготовку Шлифовать поверхности, выдерживая размеры $\phi 18_{-0,018}^{+0,018}$, $4,8_{-0,062}^{+0,062}$ $\phi 30_{-0,017}^{+0,017}$, $16,9_{-0,074}^{+0,074}$		Универсальный круглошлифовальный станок 3512	Попер. подкапный 7108-0021 ГОСТ 2571-71. Центры стачные Фрезерный А-14-У ГОСТ 8742-75 Корпус ГОСТ 8486-70	Хвостовик шлифовальный ПТ200.20х51 Б51 50 СМ2 ГОСТ 2424-83	Конфигурация 1864 ГОСТ 8338-83 Конфигурация 1864 ГОСТ 8338-83 Образцы шероховатости		1	25	54	0,05	0,1		500	120	0,15	2,24	15	2,12	2,08	

ИЗМ. № 001/2018