

Школа: Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки: 15.03.01 Машиностроение
 Отделение школы (НОЦ): отделение материаловедения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии изготовления крышки

УДК621.81.002-213.3-76

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л15А	Лю Вэй		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Козлов В.Н.	к.т.н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Шибинский К. Г.			

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Белоенко Е. В.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Планируемые результаты обучения

Код результата	Результат обучения	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Общекультурные компетенции</i>		
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.	Требования ФГОС (ОК-1; ОК-9; ОК-10) ¹ , Критерий 5 АИОР (п. 1.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.	Требования ФГОС (ОК-7; ОК-11; ОК-12; ОК-13), Критерий 5 АИОР (пп. 1.1, 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.	Требования ФГОС (ОК-6; ОК-8), Критерий 5 АИОР (пп. 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
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.	Требования ФГОС (ОК-4; ПК-9; ПК-10), Критерий 5 АИОР (п. 1.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на машиностроительных и строительно-монтажных производствах.	Требования ФГОС (ОК-2; ОК-3; ОК-5; ПК-5), Критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, строительно-монтажного комплекса и в отраслевых научных организациях.	Требования ФГОС (ОК-14; ОК-15; ОК-16), Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<i>Профессиональные компетенции</i>		

¹ Указаны коды компетенций по ФГОС ВПО (направление 150700 – МАШИНОСТРОЕНИЕ), утвержденному Приказом Министерства образования и науки РФ от 09.11.2009 г.

Код результата	Результат обучения	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
P7	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.	Требования ФГОС (ПК-7; ОК-10), Критерий 5 АИОР (п. 2.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P8	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного и сварочного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов, деталей и конструкций	Требования ФГОС (ПК-1; ПК-3; ПК-26), Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P9	Способность осваивать вводимое новое оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования и конструкций строительно-монтажных объектов, в случае необходимости обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.	Требования ФГОС (ПК-2; ПК-4; ПК-16), Критерий 5 АИОР (пп. 1.6, 2.3.), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P10	Умение проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.	Требования ФГОС (ПК-18), Критерий 5 АИОР (пп. 2.4, 2.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P11	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.	Требования ФГОС (ПК-6; ПК-12; ПК-14; ПК-15; ПК-24), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P12	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования.	Требования ФГОС (ПК-21; ПК-22; ПК-23), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P13	Готовность составлять техническую документацию (графики работ, инструкции, сметы, планы, заявки на материалы и оборудование), выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение	Требования ФГОС (ПК-11; ПК-13), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

Код результата	Результат обучения	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
	технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.	
P14	Способность участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований.	Требования ФГОС (ПК-17; ПК-19; ПК-20; ПК-25), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P15	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.	Требования ФГОС (ПК-8), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

Школа: Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки (специальность): 15.03.01 Машиностроение
 Отделение школы (НОЦ): отделение материаловедения

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

ЗАДАНИЕ **на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
8Л5А	Лю Вэй

Тема работы:

Разработка технологии изготовления крышки
Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Чертеж детали, технические требования к детали, программа выпуска.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Анализ технологичности детали, разработка маршрута обработки, размерный анализ, выбор оборудования и инструмента, подбор режимов резания, расчет норм времени, разработка специального приспособления.
Перечень графического материала	Чертеж корпуса разъема, размерная схема, чертеж специального приспособления, технологические карты
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	

<i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Технологическая часть	Шибинский К. Г.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Скаковская Н.В.
Социальная ответственность	Белоевко Е.В.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	11.12.2018
---	------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Козлов В.Н.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л15А	Лю Вэй		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 109 страниц, 33 таблицы, 6 рисунка, 20 источников.

Ключевые слова: крышка, прокат, технологический процесс, размерный анализ, приспособление.

Актуальность работы во-первых, недостаточной освещенностью этого вопроса в специальной литературе, во-вторых, необходимостью разработки технологии изготовления приспособления.

Объектом исследования является деталь «Крышка».

Цели и задачи исследования: создание эффективного маршрута технологического процесса изготовления детали «Крышка».

Работа представлена введением, 4 разделами и заключением, список использованных источников.

В 1 разделе «Технологическая часть» проектируется технология изготовления детали.

В 2 разделе «Конструкторская часть» проектируется приспособление для закрепления детали.

В 3 разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» рассмотрен экономический анализ по оценке деловой привлекательности научной разработки.

В 4 разделе «Социальная ответственность» рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места на механическом участке.

В заключении приведены основные выводы.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	10
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	12
1.1 Исходные данные.....	12
1.2 Определение типа производства.....	13
1.3 Анализ технологичности конструкции детали.....	15
1.4 Выбор исходной заготовки.....	16
1.5 Анализ маршрутного технологического процесса изготовления крышки.....	17
1.6 Размерный анализ технологического процесса.....	23
1.6.1 Построение размерной схемы технологического процесса.....	23
1.6.2 Построение графа технологических размерных цепей.....	25
1.7 Определение допусков на конструкторские и технологические размеры.....	26
1.7.1 Определение допусков на диаметральные технологические размеры.....	26
1.7.2 Определение допусков на осевые технологические размеры.....	27
1.7.3 Расчет припусков.....	29
1.7.4 Определяем технологические размеры.....	32
1.8 Выбор оборудования и технологической оснастки.....	35
1.9 Расчет и назначение режимов обработки.....	39
1.9.1 Токарная обработка(010).....	39
1.9.2 Токарная обработка (015).....	44
1.9.3 Токарная обработка (020).....	54
1.9.4 Фрезерная обработка (025).....	55
1.9.5 Сверлильная обработка (030).....	57
1.9.6 Шлифовальная обработка(035).....	59
1.10 Нормирование технологического процесса.....	60
1.10.1 Для токарной операции.....	61
1.10.2 Для фрезерной операции.....	62
1.10.3 Для сверлильной операции.....	62
1.10.4 Для шлифовальной операции.....	63
2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	65
2.1 Анализ исходных данных и разработка технического задания на проектирование станочного приспособления.....	65
2.2 Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления.....	65
2.3 Описание конструкции и работы приспособления.....	67
2.4 Определение необходимой силы зажима.....	67
2.5 Расчет точности приспособления.....	68
3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	70

3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурс эффективности и ресурсосбережения.....	71
3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	71
3.1.2 Анализ конкурентных технических решений.....	71
3.1.3 Оценка конкурентоспособности проекта по технологии QuaD.....	72
3.1.4 SWOT-анализ.....	75
3.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований.....	77
3.3 Планирование научно-исследовательских работ.....	78
3.3.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	78
3.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ.....	80
3.3.3 Разработка графика проведения научного исследования.....	81
3.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	83
3.4.1 Расчет материальных затрат НТИ.....	83
3.4.2. Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ.....	84
3.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы.....	85
3.4.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	87
3.4.5 Накладные расходы.....	87
3.4.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	88
3.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	89
Заключение.....	92
4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	95
ВВЕДЕНИЕ.....	95
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	96
4.2 Производственная безопасность.....	97
4.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	97
4.2.2 Обоснование мероприятий по снижению воздействия.....	101
4.3 Экологическая безопасность.....	103
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	104
Вывод.....	105
Заключение.....	106
Список литературы.....	107

ВВЕДЕНИЕ

Данная курсовая работа выполнена в области машиностроения. Она посвящена вопросу проектирования технологического процесса изготовления детали “крышка” и выбора станочного приспособления для неё.

При написании данной работы использованы научная и учебно-методическая литература, указывающая основные методы и этапы работы. Основными источниками, раскрывающими технологические основы, явились работы Скворцова В. Ф. и Гарбацевича А.Ф., Шкерда В.А. При написании экономического анализа и расчета использованы работы Видяева И.Г., Сериковы Г.Н., Гавриковы Н.А., Шаповаловы Н.В., Тухватулины Л.Р. и Криницыны З.В. При проектировании социальной ответственности с помощью работы Бородина Ю.В., Василевского М.В., Дашковского А.Г., Назаренка О.Б., Свиридова Ю.Ф., Чулкова Н.А., Федорчука Ю.М.

Актуальность темы исследования продиктована, во-первых, недостаточной освещенностью этого вопроса в специальной литературе, во-вторых, необходимостью разработки технологии изготовления указанной детали приспособления.

Целью данной выпускной квалификационной работы является создание эффективного маршрута технологического процесса изготовления детали “крышка”.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить задачи: провести анализ технологической конструкции детали, разработать технологический маршрут механической обработки детали, выбрать исходный размер и форму заготовок, подобрать обрабатывающие оборудования и специальные приспособления, разработать управляющие программы для станков с ЧПУ, а также рассчитать оценку экономической эффективности разработанного варианта технологического процесса изготовления корпуса, представить мероприятия по охране труда и безопасности жизнедеятельности.

Представленная работа состоит из 4 раздела, списка литературы, Она

включает 6 рисунки, 11 таблиц.

Теоретическая значимость данной выпускной квалификационной работы заключается в:

- Оптимизации маршрута технологического процесса обрабатываемой детали;
- Реализации теоретически верных результатов в практических обработок;

Практическая значимость данной выпускной квалификационной работы заключается в:

- Увеличении производительности обрабатываемой детали;
- Оптимизации реализации производственного процесса обрабатываемой детали.

1.2 Определение типа производства

Тип производства определяется по коэффициенту закрепления операций $K_{з.о}$. Он показывает отношение всех различных технологических операций, определяется по формуле:

$$K_{з.о} = \frac{t_B}{t_{usc}} \quad (1.1)$$

где t_B – такт выпуска детали, мин.;

t_{usc} – среднее штучно - калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса, мин.

Определяем такт выпуска детали по формуле:

$$t_B = \frac{60\Phi_o}{N} \quad (1.2)$$

где Φ_o – годовой фонд времени работы оборудования, мин.;

N – годовая программа выпуска детали.

Принимаем годовой фонды времени работы оборудования при двусменном режиме работы: $\Phi_o = 4140ч$.

$$\text{Тогда: } t_B = \frac{60\Phi_o}{N} = \frac{4140 \cdot 60}{5000} = 49,68 \text{ мин}$$

Определяем среднее штучно - калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса по формуле:

$$t_{usc} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{uc.i}}{n}, \quad (1.3)$$

где $t_{uc.i}$ – штучно - калькуляционное время i - й основной операции, мин.;

n – количество основных операций.

В качестве основных операций выберем 3 операций ($n = 3$):

2 операции токарные, 1 – круглошлифовальная.

Штучно-калькуляционное время i -й основной операции определяется по

рекомендациям приложения 1[4, с. 147]:

$$t_{ш.и} = \varphi_{k.i} \cdot T_{o.i}, \quad (1.4)$$

где $\varphi_{k.i}$ – коэффициент i -й основной операции, в зависимости от типа станка и типа производства;

$T_{o.i}$ – основное технологическое время i -й основной операции, мин.

Для двух первых токарных операций: $\varphi_{k.1} = \varphi_{k.2} = 2,14$;

для шлифования: $\varphi_{к.3} = 2,1$.

Определяем основное технологическое время первой токарной операции:

$$\begin{aligned} T_{o.1} &= 0,037(D^2 - d^2) + 0,17dl = 0,037 \cdot 160^2 + 0,17 \cdot 138 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \\ &= 947,2 + 129,03 = 1,08 \text{ мин}, \end{aligned}$$

где d – диаметр, мм;

l – длина обрабатываемой поверхности, мм.

Определяем штучно-калькуляционное время данной операции по формуле

$$1.4: t_{ш.к1} = \varphi_{к.1} \cdot T_{o.1} = 2,14 \cdot 1,07 = 2,29 \text{ мин}$$

Определяем основное технологическое время второй токарной операции:

$$\begin{aligned} T_{o.2} &= 0,037(D^2 - d^2) + 0,037(D^2 - d^2) + 0,037(D^2 - d^2) \\ &= 0,037 \cdot 160^2 + 0,037 \cdot (160^2 - 156^2) + 0,037 \cdot (156^2 - 154^2) = 1,02 \text{ мин} \end{aligned}$$

Определяем штучно-калькуляционное время данной операции по формуле

$$1.4: t_{ш.к2} = \varphi_{к.2} \cdot T_{o.2} = 2,14 \cdot 1,02 = 2,18 \text{ мин}$$

Определяем основное технологическое время круглошлифовальной операции:

$$T_{o.3} = 0,037(D^2 - d^2) = 0,037 \cdot (152^2 - 150^2) = 0,022 \text{ мин}$$

Определяем штучно-калькуляционное время данной операции по формуле

$$(1.4): t_{ш.к3} = \varphi_{к.3} \cdot T_{o.3} = 2,1 \cdot 0,022 = 0,046 \text{ мин}$$

Определяем среднее штучно - калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса по формуле 1.3:

$$t_{шс} = t_{ш.к1} + t_{ш.к2} + t_{ш.к3} = (2,73 + 2,18 + 0,046) / 3 = 1,65 \text{ мин}$$

Определяем тип производства по формуле 1.1:

$$K_{3.0} = \frac{t_B}{t_{ис}} = \frac{49,68}{1,65} = 30,11$$

Так как $20 < K_{3.0} < 40$, то тип производства соответствует мелкосерийному производству.

1.3 Анализ технологичности конструкции детали

Данная деталь - крышка, которая изготовится из стали 45 ГОСТ 1050-88.

Сталь данной марки хорошо поддается механической обработке, при этом позволяет получить высокую точность обработанной поверхности.

В качестве заготовки для данной детали применяем горячекатаный круглый прутки ГОСТ 2590-2006.

Поскольку отсутствия сложных поверхностей обрабатываемой детали, позволяет провести обработку на универсальном станках с использованием простых режущих и мерительных инструменты.

Высокое требование к точности размера $\phi 150g6_{(-0,039)}^{(-0,014)}$.

Шероховатость поверхностей имеет параметр $\sqrt{Ra6,3}$.

С учетом вышеизложенного можно определить, что конструкция детали является технологичной.

1.4 Выбор исходной заготовки

Выбор исходной заготовки является первоочередным этапом маршрутного технологического процесса.

С учетом технологических свойств материала детали (Сталь 45 ГОСТ 1050-88), её размеров, массы и требований к механическим свойствам и типом производства (мелкосерийное), в качестве исходной заготовки выбираем круглый пруток нормальной точности.

Эскиз заготовки представлен на рисунке 2.

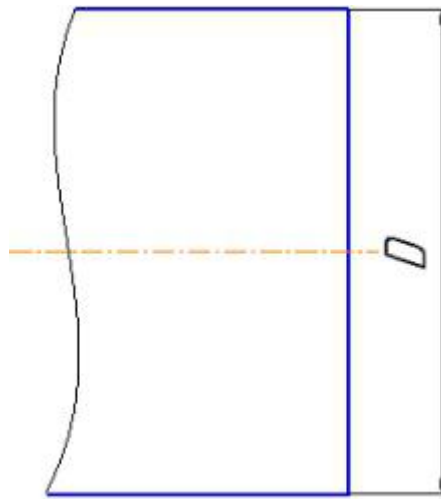


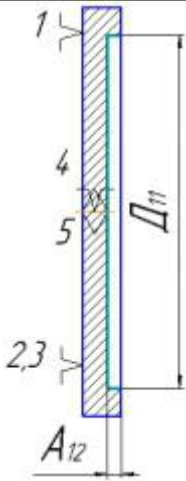
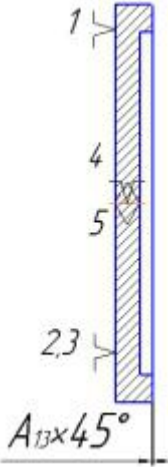
Рис.2. Эскиз заготовки

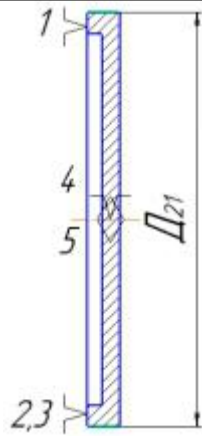
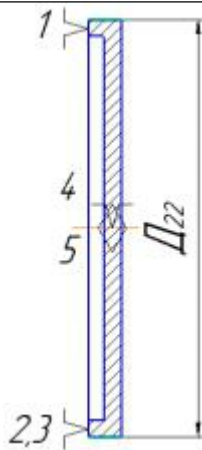
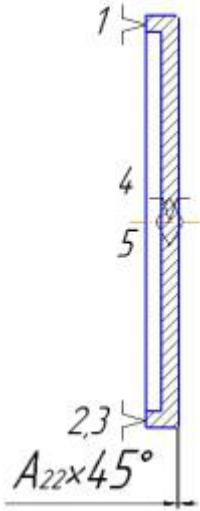
1.5 Анализ маршрутного технологического процесса изготовления крышки.

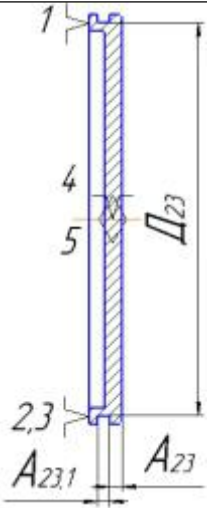
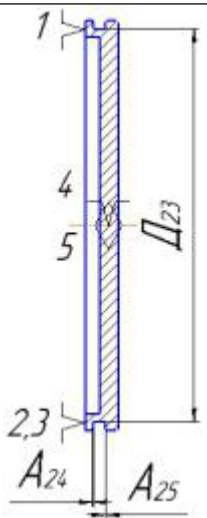
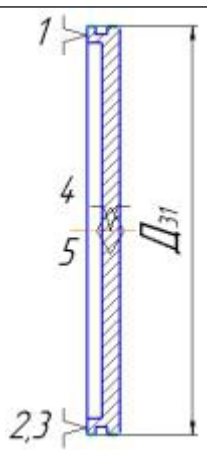
Маршрут технологического процесса изготовления «Крышка» представлен в таблице 1.

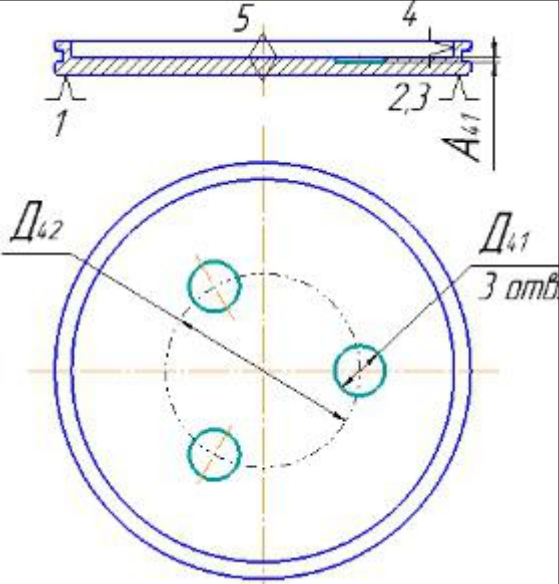
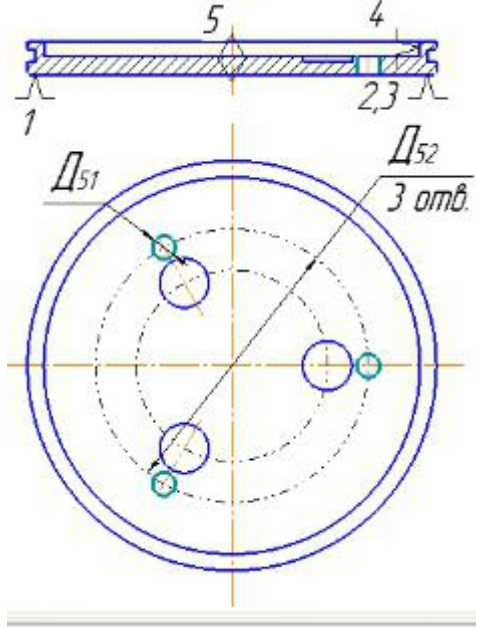
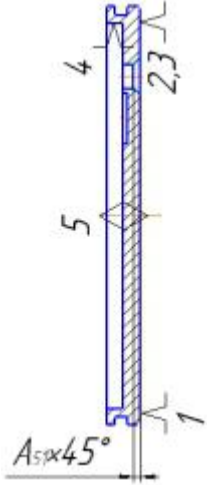
Таблица.1

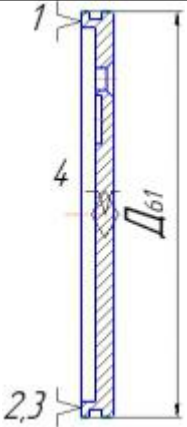
Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
операции	переход		
1	2	3	4
05	1	Заготовительная Отрезать заготовку, выдерживая размер A_{01} и D_{01}	
10	1	Токарная Подрезать торец, выдерживая размер A_{11}	

	2	Точить поверхность, выдерживая размер A_{12} и D_{11}	
	3	Точить фаску, выдерживая размер A_{13}	
15	1	Токарная Подрезать торец, выдерживая размер A_{21}	

2	Точить поверхность, выдерживая размер D_{21} на черновой обработке	
3	Точить поверхность, выдерживая размер D_{22} на чистовой обработке	
4	Точить фаску, выдерживая размер A_{22}	

	5	Точить канавку, выдерживая размеры A_{23}, $A_{23.1}$, D_{23}	
	6	Точить фаску, выдерживая размеры A_{24}, A_{25}	
20	1	Токарная Точить поверхность, выдерживая размер D_{31}	

25	1	Фрезерная Фрезеровать 3 отверстия, выдерживая размер D_{41} , D_{42} , A_{41}	3 
30	1	Сверлильная Сверлить 3 отверстия, выдерживая размеры D_{51} , D_{52}	
	2	Зенковать фаску, выдерживая размер A_{51}	

35	1	Круглошлифовальная Шлифовать поверхность, выдерживая размер D_{61}	 The drawing shows a cross-section of a cylindrical component. It has a central hole. Dimension '1' indicates the top flange thickness. Dimension '4' indicates the distance from the top flange to the center of the hole. Dimension '2,3' indicates the bottom flange thickness. The overall diameter is labeled as D_{61}.
40		Гальваническая	

1.6 Размерный анализ технологического процесса

1.6.1 Построение размерной схемы технологического процесса

Для построения размерной схемы технологического процесса, на эскизе детали, выполненном в произвольном масштабе, изображаются припуски на обработку как показано на рис. 3.

На полученном эскизе указываются:

- технологические размеры A_i в порядке их получения, начиная с размеров исходной заготовки и заканчивая размерами, выдерживаемыми на последней операции;
- размеры припусков на обработку Z_i ;
- конструкторские размеры.

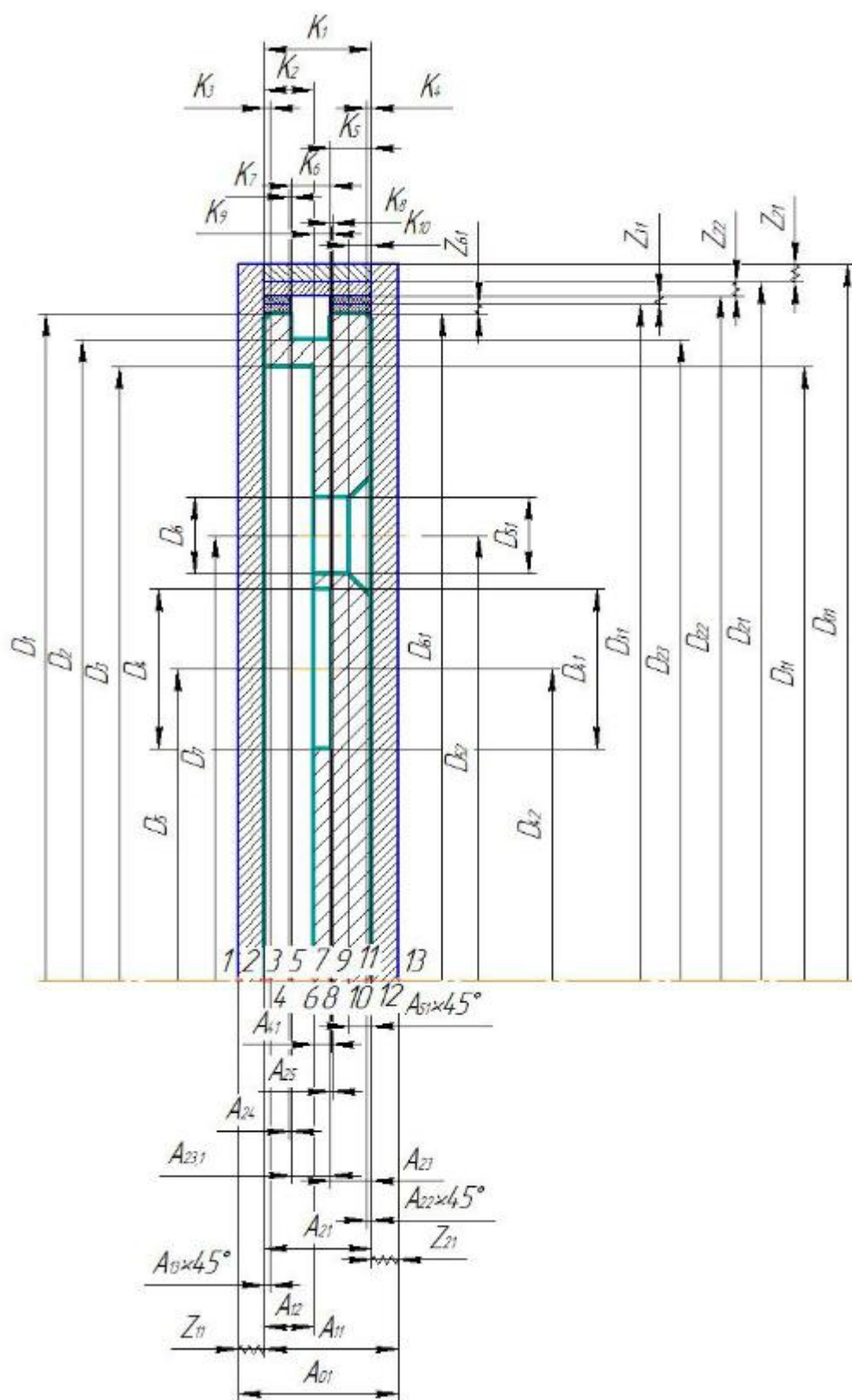


Рис.3. Размерная схема технологического процесса (осевое направления и диаметральное направление)

Правильность построения размерной схемы проверяется так:

– число технологических размеров должно быть на единицу меньше число поверхностей;

Число технологических размеров равно 12;

Число поверхностей равно 13.

– сумма конструкторских размеров и размеров припусков должно быть равно числу технологических размеров;

Сумма конструкторских размеров и припусков равна 12;

Число технологических размеров равно 12.

Значит размерная схема построена правильно.

1.6.2 Построение графа технологических размерных цепей.

Для облегчения составления размерных цепей, на базе расчётной схемы строится граф технологических размерных цепей. Граф для продольной размерной схемы изготовления «Крышка» предстала на рис.4.

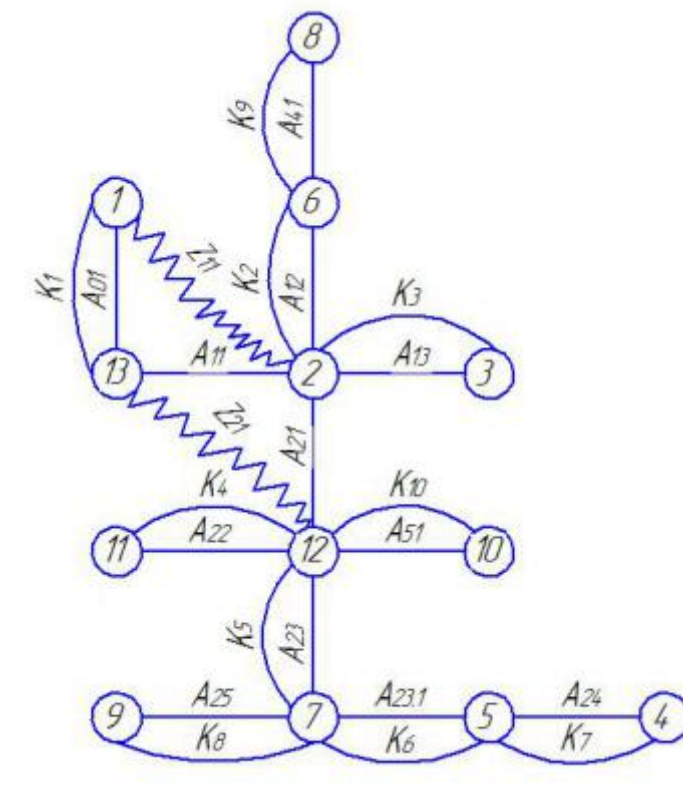


Рис.4. Граф технологических размерных цепей

1.7 Определение допусков на конструкторские и технологические размеры

Допуски на конструкторские размеры:

Размер $K_1 = 12^{+0,43}_{-0,43}$ мм ; допуск размера $TK_1 = 0,43$ мм .

Размер $K_2 = 5,5^{+0,30}_{-0,30}$ мм ; допуск размера $TK_2 = 0,3$ мм .

Размер $K_3 = 0,6^{+0,25}_{-0,25}$ мм ; допуск $TK_3 = 0,25$ мм .

Размер $K_4 = 0,6^{+0,25}_{-0,25}$ мм ; допуск $TK_4 = 0,25$ мм .

Размер $K_5 = 4,6^{+0,3}_{-0,3}$ мм ; допуск $TK_5 = 0,3$ мм .

Размер $K_6 = 4,4^{+0,30}_{-0,30}$ мм ; допуск $TK_6 = 0,3$ мм .

Размер $K_7 = 0,2^{+0,1}_{-0,1}$ мм ; допуск $TK_7 = 0,1$ мм .

Размер $K_8 = 0,2^{+0,1}_{-0,1}$ мм ; допуск $TK_8 = 0,1$ мм .

Размер $K_9 = 2^{+0,25}_{-0,25}$ мм ; допуск $TK_9 = 0,25$ мм .

Размер $K_{10} = 2,5^{+0,25}_{-0,25}$ мм ; допуск $TK_{10} = 0,25$ мм .

Размер $K_{D1} = \phi 150^{+0,014}_{-0,039}$ мм ; допуск $TD_1 = 0,025$ мм .

Размер $K_{D2} = \phi 144^{+0,1}_{-0,1}$ мм ; допуск $TD_2 = 0,1$ мм .

Размер $K_{D3} = \phi 138^{+1}_{-1}$ мм ; допуск $TD_3 = 1$ мм .

Размер $K_{D4} = \phi 18^{+0,43}_{-0,43}$ мм ; допуск $TD_4 = 0,43$ мм .

Размер $K_{D5} = \phi 70^{+0,74}_{-0,74}$ мм ; допуск $TD_5 = 0,74$ мм .

Размер $K_{D6} = \phi 8,5^{+0,36}_{-0,36}$ мм ; допуск $TD_6 = 0,36$ мм .

Размер $K_{D7} = \phi 100^{+0,87}_{-0,87}$ мм ; допуск $TD_7 = 0,87$ мм .

1.7.1 Определение допусков на диаметральные технологические размеры

Определяем допуски на диаметральные технологические размеры, которые равными статистической погрешности [1, с. 39]:

$$TD_i = \omega_C;$$

где ω_C – статистическая погрешность, мм;

Тогда получим допуски:

$$TD_{11} = \omega_C = 0,16 \text{ мм}$$

$$TD_{21} = \omega_C = 0,16 \text{ мм}$$

$$TD_{22} = \omega_C = 0,16 \text{ мм}$$

$$TD_{23} = \omega_C = 0,1 \text{ мм}$$

$$TD_{31} = \omega_C = 0,063 \text{ мм}$$

$$TD_{41} = \omega_C = 0,11 \text{ мм}$$

$$TD_{42} = \omega_C = 0,19 \text{ мм}$$

$$TD_{51} = \omega_C = 0,058 \text{ мм}$$

$$TD_{52} = \omega_C = 0,14 \text{ мм}$$

$$TD_{61} = \omega_C = 0,025 \text{ мм}$$

Назначаем допуск на прокат по ГОСТ 2590-2006, по диаметру и точности изготовления проката.

Точность изготовления проката нормальная: $D_{01} = \phi 150^{+0,9}_{-2,5}$;

$$TA_{01} = \omega_C + \rho_u = 0,30 + 0,5 = 0,8 \text{ мм}.$$

1.7.2 Определение допусков на осевые технологические размеры

Допуски на осевые технологические размеры принимаются равными из [1, с.36]:

$$TA_i = \omega_C + \rho_u ;$$

где ω_C – статистическая погрешность, мм;

ρ_u – пространственное отклонение измерительной (технологической) базы.

$$TA_{11} = \omega_C + \rho_{11} = 0,3 + 0,48 = 0,78 \text{ мм}$$

$$TA_{21} = \omega_C + \rho_{21} = 0,3 + 0,06 = 0,36 \text{ мм}$$

Допуски на расстояние между поверхностями, обработанными с одной установки, могут быть приняты равными статистической погрешности;

$$TA_{12} = \omega_C = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{13} = \omega_C = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{22} = \omega_C = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{23} = \omega_C = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{23.1} = \omega_C = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{24} = \omega_C = 0,04 \text{ мм}$$

$$TA_{25} = \omega_C = 0,04 \text{ мм}$$

$$TA_{41} = \omega_C = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{51} = \omega_C = 0,1 \text{ мм}$$

Проверяем условие $TK \geq TA$.

Конструкторские размеры, выдерживаемые непосредственно:

$$TK_1 = 0,43 \geq TA_{21} = 0,36$$

$$TK_2 = 0,30 \geq TA_{12} = 0,12$$

$$TK_3 = 0,25 \geq TA_{13} = 0,12$$

$$TK_4 = 0,25 \geq TA_{22} = 0,12$$

$$TK_5 = 0,3 \geq TA_{23} = 0,12$$

$$TK_6 = 0,3 \geq TA_{23.1} = 0,12$$

$$TK_7 = 0,1 \geq TA_{24} = 0,04$$

$$TK_8 = 0,1 \geq TA_{25} = 0,04$$

$$TK_9 = 0,25 \geq TA_{41} = 0,12$$

$$TK_{10} = 0,25 \geq TA_{51} = 0,1$$

$$TD_1 = 0,025 \geq TD_{61} = 0,025$$

$$TD_2 = 0,1 \geq TD_{23} = 0,1$$

$$TD_3 = 1 \geq TD_{11} = 0,16$$

$$TD_4 = 0,43 \geq TD_{41} = 0,12$$

$$TD_5 = 0,74 \geq TD_{42} = 0,19$$

$$TD_6 = 0,36 \geq TD_{51} = 0,1$$

$$TD_7 = 0,87 \geq TD_{52} = 0,1$$

1.7.3 Расчет припусков

Определяем минимальный припуск $z_{21\min}$ на обработку в продольном направлении:

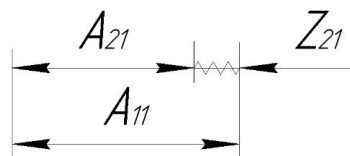
$$z_{21\min} = R_Z + h + \rho_i;$$

Принимаем $R_Z = 100; h = 70;$

$$\rho_i = \rho_\phi + \rho_n;$$

Принимаем $\rho_\phi = 20; \rho_n = 50;$

$$z_{21\min} = R_Z + h + \rho_i = 100 + 70 + 20 + 50 = 240 \text{ мкм}$$



Определяем максимальный припуск $z_{21\max}$ из технологической размерной цепи:

$$z_{21\max} = z_{21\min} + TA_{21} + TA_{11} = 0,24 + 0,36 + 0,78 = 1,38 \text{ мм}$$

$$z_{21}^C = \frac{z_{21\max} + z_{21\min}}{2} = \frac{1,38 + 0,24}{2} = 0,81 \text{ мм}$$

Определяем минимальный припуск $z_{11\min}$ на обработку в продольном направлении

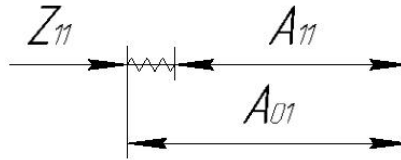
$$z_{11\min} = R_Z + h + \rho_i;$$

Принимаем $R_Z = 100; h = 70;$

$$\rho_i = \rho_\phi + \rho_n;$$

Принимаем $\rho_\phi = 20$; $\rho_n = 50$;

$$z_{11\min} = R_Z + h + \rho_i = 100 + 70 + 20 + 50 = 240 \text{ мкм}$$

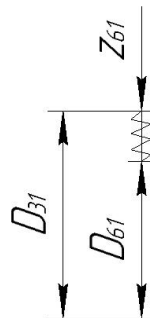


Определяем максимальный припуск $z_{11\max}$ из технологической размерной цепи:

$$z_{11\max} = z_{11\min} + TA_{11} + TA_{01} = 0,24 + 0,78 + 0,8 = 1,82 \text{ мм}$$

$$z_{11}^C = \frac{z_{11\max} + z_{11\min}}{2} = \frac{1,82 + 0,24}{2} = 1,03 \text{ мм}$$

Определяем минимальный припуск $z_{61\min}$ на обработку в диаметральном направлении:



$$z_{61\min} = 2(R_Z + h + \sqrt{\rho^2 + \varepsilon^2});$$

Принимаем $R_Z = 8$; $h = 18$; $\rho = 5$; $\varepsilon = 70$

$$z_{61\min} = 2(R_Z + h + \sqrt{\rho^2 + \varepsilon^2}) = 2(8 + 18 + \sqrt{5^2 + 70^2}) = 192 \text{ мкм}$$

$$z_{61\max} = TD_{61} + TD_{31} + z_{61\min} = 0,025 + 0,063 + 0,192 = 0,28 \text{ мм}$$

$$z_{61}^C = \frac{z_{61\max} + z_{61\min}}{2} = \frac{0,28 + 0,192}{2} = 0,236 \text{ мм}$$

Определяем минимальный припуск $z_{31\min}$ на обработку в диаметральном направлении:



$$z_{31\min} = 2(R_Z + h + \sqrt{\rho^2 + \varepsilon^2});$$

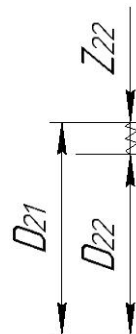
Принимаем $R_Z = 8; h = 18; \rho = 8; \varepsilon = 70$

$$z_{31\min} = 2(R_Z + h + \sqrt{\rho^2 + \varepsilon^2}) = 2(8 + 18 + \sqrt{8^2 + 70^2}) = 193 \text{ мкм};$$

$$z_{31\max} = TD_{31} + TD_{22} + z_{31\min} = 0,16 + 0,16 + 0,193 = 0,513 \text{ мм}$$

$$z_{31}^C = \frac{z_{31\max} + z_{31\min}}{2} = \frac{0,513 + 0,193}{2} = 0,353 \text{ мм}$$

Определяем минимальный припуск $z_{22\min}$ на обработку в диаметральной направлении:



$$z_{22\min} = 2(R_Z + h + \sqrt{\rho^2 + \varepsilon^2});$$

Принимаем $R_Z = 20; h = 25; \rho = 15; \varepsilon = 70$

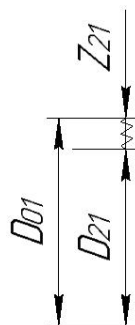
$$z_{22\min} = 2(R_Z + h + \sqrt{\rho^2 + \varepsilon^2}) = 2(20 + 25 + \sqrt{15^2 + 70^2}) = 233 \text{ мкм};$$

$$z_{22\max} = TD_{22} + TD_{21} + z_{22\min} = 0,16 + 0,16 + 0,233 = 0,553 \text{ мм}$$

$$z_{22}^C = \frac{z_{22\max} + z_{22\min}}{2} = \frac{0,553 + 0,233}{2} = 0,393 \text{ мм}$$

Определяем минимальный припуск $z_{21\min}$ на обработку в диаметральной

направлении:



$$z_{21\min} = 2(R_Z + h + \sqrt{\rho^2 + \varepsilon^2});$$

Принимаем $R_Z = 100; h = 70; \rho = 50; \varepsilon = 140$

$$z_{21\min} = 2(R_Z + h + \sqrt{\rho^2 + \varepsilon^2}) = 2(100 + 70 + \sqrt{50^2 + 140^2}) = 637 \text{ мкм};$$

$$z_{21\max} = TD_{01} + TD_{21} + z_{21\min} = 2,6 + 0,16 + 0,637 = 3,837 \text{ мм}$$

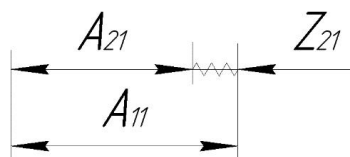
$$z_{21}^C = \frac{z_{21\max} + z_{21\min}}{2} = \frac{3,837 + 0,637}{2} = 2,237 \text{ мм}$$

1.7.4 Определяем технологические размеры

Рассатриваем размерные цепи с одним неизвестным технологическим размером и используем способ средних значений, в итоге определяем его номинальное значение и предельное отклонение.

1. Определяем из размерной цепи технологический размер A_{11} .

Для этого рассчитаем его среднее значение:

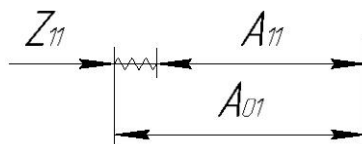


$$A_{11}^c = A_{21}^c + z_{21}^c = 12 + 0,81 = 12,81 \text{ мм}$$

Окончательно запишем $A_{11} = 12,81 \pm 0,36 \text{ мм}$.

2. Определяем из размерной цепи технологический размер A_{01} .

Для этого рассчитаем его среднее значение

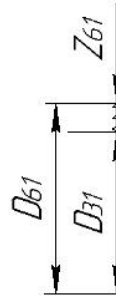


$$A_{01}^c = A_{11}^c + z_{11}^c = 12,81 + 1,03 = 13,84 \text{ мм}$$

Окончательно запишем $A_{01} = 13,84 \pm 0,16 \text{ мм}$.

3. Определяем из размерной цепи технологический размер D_{31} .

Для этого рассчитаем его среднее значение:



$$D_{31}^c = D_{61}^c + z_{61}^c = 150 + 0,236 = 150,236 \text{ мм}$$

Окончательно запишем $D_{31} = 150,236 \pm 0,0315 \text{ мм}$.

4. Определяем из размерной цепи технологический размер D_{22} .

Для этого рассчитаем его среднее значение:

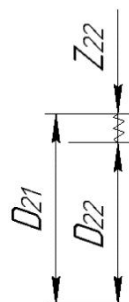


$$D_{22}^c = D_{31}^c + z_{31}^c = 150,236 + 0,353 = 150,589 \text{ мм}$$

Окончательно запишем $D_{22} = 150,589 \pm 0,08 \text{ мм}$.

5. Определяем из размерной цепи технологический размер D_{21} .

Для этого рассчитаем его среднее значение:

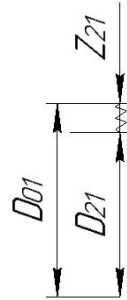


$$D_{21}^c = D_{22}^c + z_{22}^c = 150,589 + 0,393 = 150,982 \text{ мм}$$

Окончательно запишем $D_{21} = 150,982 \pm 0,08 \text{ мм}$.

6. Определим из размерной цепи технологический размер D_{01} .

Для этого рассчитаем его среднее значение



$$D_{01}^c = D_{21}^c + z_{21}^c = 150,982 + 2,237 = 153,219 \text{ мм}$$

Окончательно запишем $D_{01} = 153,219_{-2,5}^{+0,9} \text{ мм}$.

1.8 Выбор оборудования и технологической оснастки

Токарно-винторезный станок 16K20

Таблица 2

Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки над станиной	400 мм
Набольший диаметр обрабатываемой заготовки над суппортом	220 мм
Набольший диаметр прутка, проходящего через отверстие шпинделя	53 мм
Наибольшая длина обрабатываемой заготовки	740; 1000; 1400; 2000 мм
Частота вращения шпинделя	12,5–6000 об/мин.
Число скоростей шпинделя	22
Наибольшее перемещение суппорта: продольное поперечное	645 300
Мощность электродвигателя главного привода	11 кВт
Скорость быстрого перемещения суппорта: продольного поперечного	3800 мм/мин. 1900 мм/мин.
Число ступеней подачи	24
Подач суппорта продольных	0,05–2,8 мм/об
Подач суппорта поперечных	0,025–1,4 мм/об
Масса станка	2835 кг.
Габариты станка	2505×1190×1500 мм

Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16K20ФЗ

Таблица 3

Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки над станиной	400 мм
Набольший диаметр обрабатываемой заготовки над суппортом	220 мм
Набольший диаметр прутка, проходящего через отверстие шпинделя	53 мм

Наибольшая длина обрабатываемой заготовки	1000 мм
Частота вращения шпинделя	2,5–200 об/мин.
Число скоростей шпинделя	22
Наибольшее перемещение суппорта: продольное поперечное	900 мм 250 мм
Мощность электродвигателя главного привода	10 кВт
Скорость быстрого перемещения суппорта: продольного поперечного	4800 мм/мин. 2400 мм/мин.
Число ступеней подачи	б/с
Подача суппорта продольных	3–2000 мм/об
Подача суппорта поперечных	1,5–600 мм/об
Масса станка	3360 кг.
Габариты станка	1710×1750×4000 мм

Токарно-винторезный станок 16K20П

Таблица 4

Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки над станиной	400 мм
Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки над суппортом	220 мм
Наибольший диаметр прутка, проходящего через отверстие шпинделя	53 мм
Наибольшая длина обрабатываемой заготовки	740; 1000; 1400; 2000 мм
Частота вращения шпинделя	12,5–6000 об/мин.
Число скоростей шпинделя	22
Наибольшее перемещение суппорта: продольное поперечное	1935 мм 300 мм
Мощность электродвигателя главного привода	11 кВт
Скорость быстрого перемещения суппорта: продольного	3800 мм/мин.

поперечного	1900 мм/мин.
Число ступеней подачи	24
Подач суппорта продольных	0,05–2,8 мм/об
Подач суппорта поперечных	0,025–1,4 мм/об
Масса станка	3685 кг.
Габариты станка	3795×1190×1500 мм

Вертикально-фрезерный консольный станок 6Т104

Таблица 5

Размер рабочей поверхности стола	630×160 мм
Наибольшее перемещение стола:	
продольное	400 мм
поперечное	160 мм
вертикальное	320 мм
Наибольший угол поворота шпиндельной головки	$\pm 45^\circ$
Число скоростей шпинделя	12
Частота вращения шпинделя	63–2800 об/мин.
Продольная и поперечная подача стола	11,2–500 мм/мин.
Мощность электродвигателя главного привода	2,2 кВт
Масса	830 кг
Габариты станка	1250×1205×1630 мм

Вертикально-сверлильный станок 2Н118

Таблица 6

Наибольший условный диаметр сверления в стали	18 мм
Размер рабочей поверхности стола	320×360 мм
Наибольшее расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности стола	650 мм
Вылет шпинделя	200 мм
Наибольший ход шпинделя	150 мм
Наибольшее вертикальное перемещение сверлильной	300 мм

головки стола	
Конус Морзе отверстия шпинделя	2
Число скоростей шпинделя	9
Частота вращения шпинделя	180–2800 об/мин.
Продольная и поперечная подача стола	11,2–500 мм/мин.
Мощность электродвигателя главного привода	1,5 кВт
Масса	450 кг
Габариты станка	870×590×2080 мм

Кругошлифовальный станок 3М151Ф2

Таблица 7

Наибольший размеры устанавливаемой заготовки: диаметр и длина	200 мм и 700 мм
Наибольший диаметр наружного шлифования	20–180мм
Наибольшая длина наружного шлифования	650 мм
Высота центров над столом	125 мм
Наибольшее продольное перемещение стола	700 мм
Угол поворота стола: по часовой стрелке Против часовой стрелки	6° 7°
Скорость автоматического перемещения стола	0,05–5 м/мин.
Конус Морзе шпинделя передней бабки и пиноли задней бабки	4;5
Частота вращения шпинделя заготовки с бесступенчатым регулированием	50–500 об/мин.
Наибольший размеры шлифовального круга: наружного диаметр высота	600 мм 80 мм
Частота вращения шпинделя шлифовального круга при наружном шлифовании	1590 об/мин.
Мощность электродвигателя привода главного движения	15,2 кВт
Масса	6500 кг
Габариты станка	5400×2400×2170 мм

1.9 Расчет и назначение режимов обработки

1.9.1 Токарная обработка(010)

1. Чистовая подрезка торца

Обрабатываемый материал сталь 45 ГОСТ 1050-88.

Глубина резания $t = z_{11} = 1 \text{ мм}$.

При чистовом точении припуск срезается за два прохода и более. На каждом последующем проходе следует назначать меньшую глубину резания, чем на предыдущем проходе.

Припуск z_{11} делим на два прохода $t_1 = 0,5 \text{ мм}$, $t_2 = 0,5 \text{ мм}$.

Подача при чистовом точении выбирают в зависимости от требуемых параметров шероховатости обработанной поверхности и радиуса при вершине резца (табл. 17) [4, с.367].

Назначаем подачу на подрезку торца: $S = 0,8 \text{ мм / об}$, шероховатость получаемая на данной операции $Rz = 20$.

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями (Табл. 3) [4, с.180] – Т15К6

Определяем скорость резания V (м/мин). При наружном поперечном точении рассчитывается по эмпирической формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v,$$

где C_v – коэффициент $C_v = 280$;

m, x, y – показатели степени $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,45$;

T – среднее значение стойкость при одно-инструментальной обработке 30 – 60 мин;

K_v – коэффициент является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки $K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{750} \right)^{1,0} = 1$ (Табл.3) [4. с.360],

состояние поверхности $K_{ПВ} = 1$ (Табл.5) [4. с361], материал инструмента и $K_{ИВ} = 1$ (Табл.6) [4. с361].

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ} = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{280}{30^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 1 = 175 \text{ м / мин } ;$$

Определяем чистоту вращения шпинделя:

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

где d – диаметр заготовки.

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 175}{3,14 \cdot 153} = 364,3 \text{ об / мин } ,$$

Принимаем частоту вращения $n = 350 \text{ об / мин } .$

Тогда

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 153 \cdot 350}{1000} = 168,1 \text{ м / мин } .$$

Определяем силы резания

$$P_{z,x,y} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p ;$$

где K_p – поправочный коэффициент представляет собой произведение ряда коэффициентов ($K_p = K_{mp} K_{\phi p} K_{\eta p} K_{\lambda p} K_{rp}$), учитывающие фактические условия резания.

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [с.362/374]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{750}{750} \right)^{0,75} = 1,0$$

$$K_{\phi p} = 0,89 ; K_{\eta p} = 1,1 ; K_{\lambda p} = 1,0 ; K_{rp} = 0,93$$

$$K_p = K_{mp} K_{\phi p} K_{\eta p} K_{\lambda p} K_{rp} = 1,0 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,91$$

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,5^{1,0} \cdot 0,8^{0,75} \cdot 168,1^{-0,15} \cdot 0,91 = 535,8 \text{ Н}$$

Определяем мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{535,8 \cdot 168,1}{1020 \cdot 60} = 1,47 \text{ кВт}$$

1. Черновое точение поверхности $\phi 138 \text{ мм}$.

Общая глубина резания $t = 5,5 \text{ мм}$, делим t на два прохода.

Тогда первый проход $t_1 = 3 \text{ мм}$, второй проход $t_2 = 2,5 \text{ мм}$.

Выбираем подачу равной $S = 0,8 \text{ мм / об}$ для чернового точения. (табл. 11) [3. с.364];

Определяем скорость резания V (м/мин). При наружном продольном точении рассчитывается по эмпирической формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v$$

где C_v – коэффициент $C_v = 280$;

m, x, y – показатели степени $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,45$;

T – среднее значение стойкости при одно-инструментальной обработке 30-60 мин;

K_v – коэффициент является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки $K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{750} \right)^{1,0} = 1$ (Табл.3) [4. с.360], состояние поверхности $K_{ПВ} = 1$ (Табл.5) [4. с361], материал инструмента и $K_{ИВ} = 1$ (Табл.6) [4. с361].

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ} = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

Для первого прохода:

$$V_1 = \frac{C_v}{T^m \cdot t_1^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{280}{30^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 1 = 133,8 \text{ м / мин};$$

Для второго прохода:

$$V_2 = \frac{C_v}{T^m \cdot t_2^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{280}{30^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 1 = 137,3 \text{ м / мин}$$

Определяем чистоту вращения шпинделя:

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

где d – диаметр заготовки.

Для первого прохода:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot V_1}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 133,8}{3,14 \cdot 138} = 308,8 \text{ об / мин},$$

Для второго прохода:

$$n_2 = \frac{1000 \cdot V_2}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 137,3}{3,14 \cdot 138} = 316,9 \text{ об / мин}$$

Для обоих прохода принимаем частоту вращения $n = 300 \text{ об / мин}$.

Тогда

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 138 \cdot 300}{1000} = 130 \text{ м / мин}.$$

Определяем силы резания

$$P_{z,x,y} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p;$$

где K_p – поправочный коэффициент представляет собой произведение ряда коэффициентов ($K_p = K_{mp} K_{\phi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}$), учитывающие фактические условия резания.

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [с.362/374]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{750}{750} \right)^{0,75} = 1,0$$

$$K_{\phi p} = 1,0; K_{\gamma p} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,0; K_{rp} = 0,93$$

$$K_p = K_{mp} K_{\phi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,93$$

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 3^{1,0} \cdot 0,8^{0,75} \cdot 130^{-0,15} \cdot 0,93 = 3412,6 \text{ Н}$$

Определяем мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{3412,6 \cdot 130}{1020 \cdot 60} = 7,25 \text{ кВт}$$

2. Точение фасок

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –Т15К6.

Глубина резания $t = 0,6 \text{ мм}$.

Подачу S назначаем по таблице 11 [с.364]. $S = 0,8 \text{ мм}$.

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v$$

где C_v – коэффициент $C_v = 280$;

m, x, y – показатели степени $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,45$;

T – среднее значение стойкость при одно-инструментальной обработке 30–60 мин;

K_v – коэффициент является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки $K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{750} \right)^{1,0} = 1$ (Табл.3) [4. с.360], состояние поверхности $K_{PV} = 1$ (Табл.5) [4. с361], материал инструмента и $K_{IV} = 1$ (Табл.6) [4. с361].

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

Тогда

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{280}{30^{0,2} \cdot 0,6^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 1 = 169,8 \text{ м / мин}$$

Определяем чистоту вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 169,8}{3,14 \cdot 153} = 353,4 \text{ об / мин},$$

Принимаем частоту вращения $n = 315 \text{ об / мин}$.

Таким образом

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 150 \cdot 315}{1000} = 148,4 \text{ м / мин}.$$

Определяем силы резания

$$P_{z,x,y} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p;$$

где K_p – поправочный коэффициент представляет собой произведение ряда коэффициентов ($K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}$), учитывающие фактические условия резания.

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [с.362/374]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{750}{750} \right)^{0,75} = 1,0$$

$$K_{\varphi p} = 1,0; K_{\gamma p} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,0; K_{rp} = 0,93$$

$$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,93$$

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,5^{1,0} \cdot 0,8^{0,75} \cdot 148,4^{-0,15} \cdot 0,93 = 557 H$$

Определяем мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{557 \cdot 148,4}{1020 \cdot 60} = 1,31 кВт$$

1.9.2 Токарная обработка (015)

1. Чистовая подрезка торца

Общая глубина резания $t = 0,81 мм$, делим t на два прохода.

Тогда первый проход $t = 0,5 мм$, второй проход $t_2 = 0,31 мм$.

Выбираем подачу равной $S = 0,8 мм / об$ для чернового точения. (таблица 11) [3. с.364];

Определяем скорость резания v (м/мин). При наружном продольном точении рассчитывается по эмпирической формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v$$

где C_v – коэффициент $C_v = 280$;

m, x, y – показатели степени $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,45$;

T – среднее значение стойкость при одно-инструментальной обработке 30-60 мин;

K_v – коэффициент является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки $K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{750} \right)^{1,0} = 1$ (Табл.3) [4. с.360], состояние поверхности $K_{ПВ} = 1$ (Табл.5) [4. с361], материал инструмента и $K_{ИВ} = 1$ (Табл.6) [4. с361].

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ} = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

Для первого прохода:

$$V_1 = \frac{C_v}{T^m \cdot t_1^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{280}{30^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 1 = 175,5 \text{ м / мин};$$

Для второго прохода:

$$V_2 = \frac{C_v}{T^m \cdot t_1^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{350}{30^{0,2} \cdot 0,31^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 1 = 188 \text{ м / мин}$$

Определяем чистоту вращения шпинделя:

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

где d – диаметр заготовки.

Для первого прохода:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot V_1}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 175,5}{3,14 \cdot 153} = 365,3 \text{ об / мин},$$

Для второго прохода:

$$n_2 = \frac{1000 \cdot V_2}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 188}{3,14 \cdot 153} = 391,3 \text{ об / мин}$$

Принимаем частоту вращения $n_1 = n_2 = 355 \text{ об / мин}$.

Тогда

$$V_1 = V_2 = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 153 \cdot 355}{1000} = 170,5 \text{ м / мин}.$$

Определяем силы резания:

$$P_{z,x,y} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p;$$

где K_p – поправочный коэффициент представляет собой произведение ряда коэффициентов ($K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}$), учитывающие фактические условия резания.

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [с.362/374]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{750}{750} \right)^{0,75} = 1,0$$

$$K_{\varphi p} = 0,89; K_{\gamma p} = 1,1; K_{\lambda p} = 1,0; K_{rp} = 0,93$$

$$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 1,0 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,91$$

$$P_{z1} = 10 \cdot C_p \cdot t_1^x \cdot S^y \cdot V_1^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,5^{1,0} \cdot 0,8^{0,75} \cdot 170,5^{-0,15} \cdot 0,91 = 534,6 \text{ Н}$$

$$P_{z2} = 10 \cdot C_p \cdot t_2^x \cdot S^y \cdot V_2^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,31^{1,0} \cdot 0,8^{0,75} \cdot 170,5^{-0,15} \cdot 0,91 = 331,5 \text{ Н}$$

Определяем мощность резания:

$$N_1 = \frac{P_z \cdot V_1}{1020 \cdot 60} = \frac{534,6 \cdot 170,5}{1020 \cdot 60} = 1,49 \text{ кВт}$$

$$N_2 = \frac{P_z \cdot V_1}{1020 \cdot 60} = \frac{331,5 \cdot 170,5}{1020 \cdot 60} = 0,92 \text{ кВт}$$

1. Черновое точение поверхности $\phi 151 \text{ мм}$

Общая глубина резания $t = 2,24 \text{ мм}$, делим t на два прохода.

Тогда первый проход $t = 1,24 \text{ мм}$, второй проход $t_2 = 1 \text{ мм}$.

Выбираем подачу равной $S = 0,8 \text{ мм / об}$ для чернового точения. (таблица 11) [3. с.364];

Определяем скорость резания v (м/мин). При наружном продольном точении рассчитывается по эмпирической формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v$$

где C_v – коэффициент $C_v = 280$;

m, x, y – показатели степени $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,45$;

T – среднее значение стойкость при одно-инструментальной обработке 30-60 мин;

K_v – коэффициент является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки $K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{750} \right)^{1,0} = 1$ (Табл.3) [4. с.360], состояние поверхности $K_{PV} = 1$ (Табл.5) [4. с361], материал инструмента и $K_{IV} = 1$ (Табл.6) [4. с361].

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

Для первого прохода:

$$V_1 = \frac{C_v}{T^m \cdot t_1^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{280}{30^{0,2} \cdot 1,24^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 1 = 152,9 \text{ м / мин} ;$$

Для второго прохода:

$$V_2 = \frac{C_v}{T^m \cdot t_1^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{280}{30^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,9^{0,2}} \cdot 1 = 157,9 \text{ м / мин}$$

Определяем чистоту вращения шпинделя:

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

Для первого прохода:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot V_1}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 152,9}{3,14 \cdot 151} = 322,5 \text{ об / мин} ,$$

Для второго прохода:

$$n_2 = \frac{1000 \cdot V_2}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 157,9}{3,14 \cdot 151} = 333 \text{ об / мин}$$

Принимаем частоту вращения $n_1 = n_2 = 315 \text{ об / мин} .$

Тогда

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 151 \cdot 315}{1000} = 149,4 \text{ м / мин} .$$

Определяем силы резания:

$$P_{z,x,y} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p ;$$

где K_p – поправочный коэффициент представляет собой произведение ряда коэффициентов ($K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}$), учитывающие фактические условия резания.

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [с.362/374]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{750}{750} \right)^{0,75} = 1,0$$

$$K_{\varphi p} = 1,0; K_{\gamma p} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,0; K_{rp} = 0,93$$

$$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,93$$

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1,24^{1,0} \cdot 0,8^{0,75} \cdot 149,4^{-0,15} \cdot 0,93 = 1381,3H$$

Определяем мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1381,3 \cdot 149,4}{1020 \cdot 60} = 3,37 кВт$$

2. Чистовое точение поверхности $\phi 150 мм$

Общая глубина резания $t = 0,393 мм$. Выбираем подачу равной $S = 0,32 мм / об$ для чернового точения. (таблица 14) [3. с.364];

Определяем скорость резания v (м/мин). При наружном продольном точении рассчитывается по эмпирической формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v$$

где C_v – коэффициент $C_v = 350$;

m, x, y – показатели степени $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,20$;

T – среднее значение стойкость при одно-инструментальной обработке 30-60 мин;

K_v – коэффициент является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки $K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{750} \right)^{1,0} = 1$ (Табл.3) [4. с.360],

состояние поверхности $K_{HV} = 1$ (Табл.5) [4. с361], материал инструмента и $K_{HV} = 1$ (Табл.6) [4. с361].

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{HV} \cdot K_{HV} = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{350}{30^{0,2} \cdot 0,393^{0,15} \cdot 0,32^{0,2}} \cdot 1 = 255,4 \text{ м / мин};$$

Определяем чистоту вращения шпинделя:

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

где d – диаметр заготовки.

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 255,4}{3,14 \cdot 150} = 542,3 \text{ об / мин}$$

Принимаем частоту вращения $n = 500 \text{ об / мин}$.

Тогда

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 151 \cdot 500}{1000} = 237,1 \text{ м / мин}.$$

Определяем силы резания:

$$P_{z,x,y} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p;$$

где K_p – поправочный коэффициент представляет собой произведение ряда коэффициентов ($K_p = K_{mp} K_{\phi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}$), учитывающие фактические условия резания.

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [с.362/374]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{750}{750} \right)^{0,75} = 1,0$$

$$K_{\phi p} = 1,0; K_{\gamma p} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,0; K_{rp} = 1,0$$

$$K_p = K_{mp} K_{\phi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,0$$

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,393^{1,0} \cdot 0,32^{0,75} \cdot 237,1^{-0,15} \cdot 1,0 = 220,7 \text{ Н}$$

Определяем мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{220,7 \cdot 237,1}{1020 \cdot 60} = 0,86 \text{ кВт}$$

3. Точение фасок

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] – T15K6.

Глубина резания $t = 0,6 \text{ мм}$.

Подачу S назначаем по таблице 11 [с.364]. $S = 0,8 \text{ мм}$.

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v$$

где C_v – коэффициент $C_v = 280$;

m, x, y – показатели степени $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,45$;

T – среднее значение стойкости при одно-инструментальной обработке 30–60 мин;

K_v – коэффициент является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки $K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{750} \right)^{1,0} = 1$ (Табл.3) [4. с.360], состояние поверхности $K_{PV} = 1$ (Табл.5) [4. с.361], материал инструмента и $K_{IV} = 1$ (Табл.6) [4. с.361].

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

Тогда

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{280}{30^{0,2} \cdot 0,6^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 1 = 169,8 \text{ м / мин}$$

Определяем чистоту вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 169,8}{3,14 \cdot 150} = 360,5 \text{ об / мин},$$

Принимаем частоту вращения $n = 355 \text{ об / мин}$.

Таким образом

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 150 \cdot 355}{1000} = 167,2 \text{ м / мин} .$$

Определяем силы резания

$$P_{z,x,y} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p ;$$

где K_p – поправочный коэффициент представляет собой произведение ряда коэффициентов ($K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}$), учитывающие фактические условия резания.

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [с.362/374]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{750}{750} \right)^{0,75} = 1,0$$

$$K_{\varphi p} = 1,0 ; K_{\gamma p} = 1,0 ; K_{\lambda p} = 1,0 ; K_{rp} = 0,93$$

$$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,93$$

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,5^{1,0} \cdot 0,8^{0,75} \cdot 167,2^{-0,15} \cdot 0,93 = 547,5 \text{ Н}$$

Определяем мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{547,5 \cdot 167,2}{1020 \cdot 60} = 1,5 \text{ кВт}$$

4. Точение канавки до $\phi 144 \text{ мм}$

Общая глубина резания $t = 3 \text{ мм}$. Выбираем подачу равной $S = 0,2 \text{ мм / об}$ для чернового точения. (таблица 12) [3. с.364];

Определяем скорость резания v (м/мин). При наружном продольном точении рассчитывается по эмпирической формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v$$

где C_v – коэффициент $C_v = 47$;

m, y – показатели степени $m = 0,20$; $y = 0,80$;

T – среднее значение стойкость при одно-инструментальной обработке 30-60 мин;

K_v – коэффициент является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки $K_{MV}=1,7$ (Табл.4) [4. с.360], состояние поверхности $K_{PV}=1$ (Табл.5) [4. с361], материал инструмента и $K_{IV}=1$ (Табл.6) [4. с361].

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 1,7 \cdot 1 \cdot 1 = 1,7$$

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{47}{30^{0,2} \cdot 0,2^{0,8}} \cdot 1,7 = 146,6 \text{ м / мин} ;$$

Определяем чистоту вращения шпинделя:

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

где d – диаметр заготовки.

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 146,6}{3,14 \cdot 144} = 324,2 \text{ об / мин}$$

Принимаем частоту вращения $n = 315 \text{ об / мин} .$

Тогда

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 144 \cdot 315}{1000} = 142,4 \text{ м / мин} .$$

5. Точение скругления

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –Т15К6.

Глубина резания $t = A_{25} = A_{26} = 0,2 \text{ мм}.$

Подачу S назначаем по таблице 11 [с.364]. $S = 0,8 \text{ мм / об} .$

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v$$

где C_v – коэффициент $C_v = 280$;

m, x, y – показатели степени $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,45$;

T – среднее значение стойкость при одно-инструментальной обработке 30–60 мин;

K_v – коэффициент является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки $K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{750} \right)^{1,0} = 1$ (Табл.3) [4. с.360], состояние поверхности $K_{ПВ} = 1$ (Табл.5) [4. с.361], материал инструмента и $K_{ИВ} = 1$ (Табл.6) [4. с.361].

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ} = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

Тогда

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{280}{30^{0,2} \cdot 0,2^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 1 = 200,9 \text{ м / мин}$$

Определяем чистоту вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 200,9}{3,14 \cdot 150} = 426,6 \text{ об / мин},$$

Принимаем частоту вращения $n = 400 \text{ об / мин}$.

Таким образом

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 150 \cdot 400}{1000} = 188,4 \text{ м / мин}.$$

Определяем силы резания

$$P_{z,x,y} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p;$$

где K_p – поправочный коэффициент представляет собой произведение ряда коэффициентов ($K_p = K_{mp} K_{\phi p} K_{\eta p} K_{\lambda p} K_{rp}$), учитывающие фактические условия резания.

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [с.362/374]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{750}{750} \right)^{0,75} = 1,0$$

$$K_{\phi p} = 1,0; K_{\eta p} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,0; K_{rp} = 0,93$$

$$K_p = K_{mp} K_{\phi p} K_{\eta p} K_{\lambda p} K_{rp} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,93$$

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,2^{1,0} \cdot 0,8^{0,75} \cdot 188,4^{-0,15} \cdot 0,93 = 215,2 \text{ Н}$$

Определяем мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{215,2 \cdot 188,4}{1020 \cdot 60} = 0,66 \text{ кВт}$$

1.9.3 Токарная обработка (020)

1. Чистовое точение поверхность до $\phi 150 \text{ мм}$

Общая глубина резания $t = 0,353 \text{ мм}$. Выбираем подачу равной $S = 0,32 \text{ мм / об}$ для чернового точения. (таблица 14) [3. с.364];

Определяем скорость резания V (м/мин). При наружном продольном точении рассчитывается по эмпирической формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v$$

где C_v – коэффициент $C_v = 350$;

m, x, y – показатели степени $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,20$;

T – среднее значение стойкости при одно-инструментальной обработке 30-60 мин;

K_v – коэффициент является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки $K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{750} \right)^{1,0} = 1$ (Табл.3) [4. с.360], состояние поверхности $K_{ПВ} = 1$ (Табл.5) [4. с.361], материал инструмента и $K_{ИВ} = 1$ (Табл.6) [4. с.361].

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ} = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{350}{30^{0,2} \cdot 0,353^{0,15} \cdot 0,32^{0,2}} \cdot 1 = 260,7 \text{ м / мин};$$

Определяем чистоту вращения шпинделя:

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

где d – диаметр заготовки.

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 260,7}{3,14 \cdot 150} = 553,5 \text{ об / мин}$$

Принимаем частоту вращения $n = 500 \text{ об/мин}$.

Тогда

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 150 \cdot 500}{1000} = 235,5 \text{ м/мин}.$$

Определяем силы резания:

$$P_{z,x,y} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p;$$

где K_p – поправочный коэффициент представляет собой произведение ряда коэффициентов ($K_p = K_{mp} K_{\phi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}$), учитывающие фактические условия резания.

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [с.362/374]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{750}{750} \right)^{0,75} = 1,0$$

$$K_{\phi p} = 1,0; K_{\gamma p} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,0; K_{rp} = 1,0$$

$$K_p = K_{mp} K_{\phi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,0$$

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,353^{1,0} \cdot 0,32^{0,75} \cdot 235,5^{-0,15} \cdot 1,0 = 198 \text{ Н}$$

Определяем мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{198 \cdot 235,5}{1020 \cdot 60} = 0,76 \text{ кВт}$$

1.9.4 Фрезерная обработка (025)

Фрезерование отверстий

Глубина резания $t = 2 \text{ мм}$.

Подача на зуб $S_z = 0,18 \text{ мм/об}$ (табл. 75), [4. с. 403].

Определяем скорость резания V м/мин – окружная скорость фрезы:

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

Где C_v – коэффициент $C_v = 68,5 \text{ мм}$;

$D = 18 \text{ мм}$ – диаметр фрезы;

S_z – подача на зуб;

$z = 4$ – число зубьев;

$B = 30$ – рабочая глубина фрезы;

m, x, y, q, u – показатели степени $m = 0,2$; $x = 0,3$; $y = 0,2$; $q = 0,25$; $p = 0,1$; $u = 0,1$.

T – среднее значение стойкости при одно-инструментальной обработке 60 мин;

K_v – коэффициент является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки $K_{MV} = 1$, состояние поверхности $K_{PV} = 1$, материал инструмента $K_{IV} = 1$.

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} \cdot K_v = \frac{68,5 \cdot 18^{0,25}}{60^{0,2} \cdot 2^{0,3} \cdot 0,18^{0,2} \cdot 30^{0,1} \cdot 4^{0,1}} = 44,23 \text{ м / мин}$$

Определяем частоту вращения шпинделя по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 44,23}{3,14 \cdot 18} = 782,6 \text{ об / мин}$$

Принимаем частоту вращения шпинделя $n = 710 \text{ об / мин}$.

Тогда

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 18 \cdot 710}{1000} = 40,13 \text{ м / мин}$$

Сила резание:

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^n z}{D^q n^w} K_{MP} = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 2^{0,86} \cdot 0,18^{0,72} \cdot 30^{1,0} \cdot 4}{18^{0,86} \cdot 710^{0,1}} = 1865,1 \text{ Н}$$

Крутящий момент на шпинделе:

$$M_z = \frac{P \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{1865,1 \cdot 18}{200} = 167,9 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1865,1 \cdot 40,13}{1020 \cdot 60} = 1,2 \text{ кВт}$$

1.9.5 Сверлильная обработка (030)

1. Сверление отверстий $\phi 8,5 \text{ мм}$.

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] – Р6М5.

При сверлении глубина резания определяется по формуле:

$$t = 0,5D = 0,5 \cdot 8,5 = 4,25 \text{ мм};$$

Подачу назначаем по таблице 35 [3, с.381]. $S = 0,2 \text{ мм / об}$.

Скорость резания определяем по формуле:

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

где C_v – коэффициент равен $C_v = 7$;

q, y, m – показатели степеней $q = 0,40$; $y = 0,70$; $m = 0,20$;

T – среднее значение стойкости сверл, для быстрорежущей стали $T = 25 \text{ мин}$.

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактическое условия резания: K_{MV} – коэффициент на обрабатываемость материала, (табл. 3), [4. с. 360]; K_{HV} – коэффициент, учитывающий инструментальный материал, (табл. 6), [4. с. 361]; K_{IV} – коэффициент, учитывающий глубину сверления, (табл. 41), [4. с. 385].

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{HV} \cdot K_{IV} = 0,85 \cdot 1 \cdot 1 = 0,85$$

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v = \frac{7 \cdot 8,5^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,2^{0,7}} \cdot 0,85 = 22,7 \text{ м / мин}$$

Определяем частоту вращения инструмента:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 22,7}{3,14 \cdot 8,5} = 851 \text{ об / мин}$$

Определяем крутящий момент и осевую силу по формуле:

$$M_{KP} = 10 C_M D^q S^y K_P = 10 \cdot 0,0345 \cdot 8,5^2 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 1 = 6,88 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

где – $C_M = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$ – определены по таблице 42 [4, с. 385].

$$P_o = 10 C_P D^q S^y K_P = 10 \cdot 68 \cdot 8,5^1 \cdot 0,2^{0,7} \cdot 1 = 1873,5 \text{ Н}$$

где – $C_P = 68$; $q = 1,0$; $y = 0,8$ – определены по таблице 42 [4, с. 385].

Определяем мощность резания по формуле:

$$N_e = \frac{M_{кр} n}{9750} = \frac{6,88 \cdot 851}{9750} = 0,6 \text{ кВт}.$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,6}{0,75} = 0,8 \text{ кВт}.$$

Мощность электродвигателей Вертикально-сверлильного станка 2Н118:

$$N_{СТ} = 1,5 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности: $N_{пр} = 0,8 \text{ кВт} \leq N_{СТ} = 1,5 \text{ кВт}$

2. Зенкование фасок

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] – Р6М5.

При сверлении глубина резания определяется по формуле:

$$t = 0,5(D - d) = 0,5 \cdot (11 - 8,5) = 1,25 \text{ мм}$$

Подачу назначаем по таблице 36 [3, с.382]. $S = 0,5 \text{ мм / об}$

Скорость резания определяем по формуле:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S^y} K_v$$

где C_v – коэффициент равен $C_v = 16,3$;

q, x, y, m – показатели степеней $q = 0,30$; $x = 0,30$; $y = 0,50$; $m = 0,30$;

T – среднее значение стойкости сверл, для быстрорежущей стали.

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактическое условия резания: K_{MV} – коэффициент на обрабатываемость материала, (табл. 3), [4. с. 360]; K_{HV} – коэффициент, учитывающий инструментальный материал, (табл. 6), [4. с. 361]; K_{IV} – коэффициент, учитывающий глубину сверления, (табл. 41), [4. с. 385].

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{HV} \cdot K_{IV} = 0,85 \cdot 1 \cdot 1 = 0,85$$

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{16,3 \cdot 10^{0,3}}{1 \cdot 1,25^{0,3} \cdot 0,5^{0,5}} \cdot 0,85 = 23 \text{ м / мин}$$

Определяем частоту вращения инструмента:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 23}{3,14 \cdot 10} = 731,8 \text{ об / мин}$$

Определяем крутящий момент и осевую силу по формуле:

$$M_{KP} = 10 C_M D^q t^x S^y K_P = 10 \cdot 0,09 \cdot 10^1 \cdot 1,25^{0,9} \cdot 0,5^{0,8} \cdot 1 = 6,3 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

где – $C_M = 0,09$; $q = 1,0$; $x = 0,90$; $y = 0,8$ – определены по таблице 42 [4, с. 385].

Определяем мощность резания по формуле:

$$N_e = \frac{M_{KP} n}{9750} = \frac{6,3 \cdot 731,8}{9750} = 0,47 \text{ кВт}.$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,47}{0,75} = 0,63 \text{ кВт}.$$

Мощность электродвигателей Вертикально-сверлильного станка 2Н118:

$$N_{CT} = 1,5 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{np} = 0,63 \text{ кВт} \leq N_{CT} = 1,5 \text{ кВт}$$

1.9.6 Шлифовальная обработка(035)

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [3, с. 337] – Титаннстый электрокорунд 37А.

Глубина шлифования $t = 0,236 \text{ мм}$

Продольная подачу назначаем по таблице 130 [3, с.438].

$$S = 0,3B = 0,3 \cdot 20 = 6 \text{ мм / об}$$

где B – ширина шлифовального круга, мм.

Скорость круга $v_K = 30 \text{ м / с}$ и скорость заготовки $v_3 = 15 \text{ м / мин}$. назначаем по таблице 130 [3, с.438].

Эффективная мощность при шлифовании периферией круга с продольной подачей $N = C_N v_3^r t^x S^y d^q$.

где d – диаметр шлифования, мм;

b – ширина шлифования.

Значение коэффициента $C_N = 2,2$ и показателей степени $r = 0,5$, $x = 0,5$, $y=0,55$ в формуле приведены в таблице 131[3, с.438].

$$N = C_N v_3^r t^x S^y = 2,2 \cdot 15^{0,5} \cdot 0,236^{0,5} \cdot 6^{0,55} = 11,1 \text{ кВт}$$

1.10 Нормирование технологического процесса

Норма времени на выполнение станочной операции H_{BP} состоит из нормы подготовительно–заключительного времени $t_{н.з.}$ и нормы штучного времени $T_{ш}$ и определяется по формуле:

$$H_{BP} = T_{ш} + \frac{t_{н.з.}}{q}, \text{ мин}$$

Для единичного и мелкосерийного типа производства норма штучного времени $T_{ш}$ при пользование настоящими нормативами определяется путем суммирования времени на установку и снятие детали и неполного штучного времени на обработку поверхностей с учетом числа проходов по формуле:

$$T_{ш} = [t_{в.у} + (t_{н.ш1} \cdot i_1 + t_{н.ш2} \cdot i_2 + \dots + t_{н.шn} \cdot i_n)] \cdot K_{t_{ш}} \cdot K, \text{ мин}$$

где $T_{ш}$ – норма штучного времени, мин.;

$t_{в.у}$ – норматив вспомогательного времени на установку и снятие детали;

$t_{н.ш}$ – неполное штучное время на обработку поверхности, мин.;

i – число проходов;

$K_{t_{ш}}$ – коэффициент к норме штучного времени в зависимости от партии деталей в единичном и мелкосерийном производстве;

q – число деталей в партии;

K – коэффициент на штучное время в зависимости от числа обслуживаемых станков;

1.10.1 Для токарной операции

Подготовительно–заключительное время определяется по карте 2. По технологическому процессу работа выполняется в три технологические установки. Подготовительно–заключительное время на наладку простой сложности принимается $t_{н.з.} = 7 \text{ мин.}$

Время на установку и снятие детали определяется по карте 6. При установке и снятии заготовки массой 1 кг. в центрах без хомутика время на установку и снятие детали $t_{е.у} = 0,25 \text{ мин.}$

Неполное штучное время на обработку:

Таблица 8

Содержание работы	Шероховатость обработки	Длина обработки l , мм	Глубина резания t , мм	Табличное время, мин.	Номер карты
Установить и снять деталь				0,25	6
1. Подрезать пов. в р-р 153	Rz 80	1	1	0,85	34
2. Точение пов. до 138	Rz 80	5,5	5,5	0,9	34
3. Точение фаски в р-р 153	Rz 80	0,6	0,6	0,3	73
Переустановить				0,25	6
1. Подрезать пов. в р-р 153	Rz 80	0,81	0,81	0,85	34
2. Точение пов. до 150	Rz 80	12	2,237	0,8	34
3. Точение пов. до 150	Rz 40	12	0,393	1,25	41
4. Точение фаски в р-р 150	Rz 80	0,6	0,6	0,3	73
5. Точение канавки	Ra 2,5	4,4	3	1,0	50
6. Точение фаски в р-р 150	Rz 80	0,2	0,2	-	73
Переустановить				0,25	6
1. Точение пов. до 150	Ra 2,5	12	0,353	1,55	42
Итого	8,55				

$$T_{\text{ш}} = 8,55 \cdot 1 \cdot 1 = 8,55 \text{ мин.}$$

$$H_{\text{БР}} = T_{\text{ш}} + \frac{t_{\text{н.з}}}{q} = 8,55 + \frac{7}{5} = 9,95 \text{ мин.}$$

1.10.2 Для фрезерной операции

Подготовительно–заключительное время определяется по карте 2. При установке детали на столе с креплением болтами и планками и простой наладке с одной фрезой подготовительно–заключительное время принимается $t_{\text{н.з.}} = 8 \text{ мин.}$

Время на установку и снятие детали определяется по карте 3. При установке и снятии заготовки массой 1 кг. на столе с креплением болтами и планками с выверкой в одной плоскости с точностью выверки 1,0 мм время на установку и снятие детали принимается $t_{\text{в.у}} = 1,4 \text{ мин.}$

Обработка отверстия $\phi 18 \text{ мм}$ производится за 1 рабочий ход. При обработке на станке мощность 10 кВт, диаметр фрезы 18 мм, глубина резания 2 мм принимается неполное штучное время на обработку $t_{\text{н.ш}} = 1,6 \text{ мин.}$, карта 29.

Определение нормы времени:

Таблица 9

Содержание работы	Глубина резания, мм	Количество отверстий	Табличное время t , мин.	Номер карты
Установить и снять деталь			1,4	3
Фрезерование отверстия в р-р 18	2	3	1,6×3	29
Итого			6,2	

$$T_{\text{ш}} = 6,2 \cdot 1,1 \cdot 1 = 6,82 \text{ мин.}$$

$$H_{\text{БР}} = T_{\text{ш}} + \frac{t_{\text{н.з}}}{q} = 6,82 + \frac{8}{5} = 8,42 \text{ мин.}$$

1.10.3 Для сверлильной операции

Подготовительно–заключительное время определяется по карте 2. По технологическому процессу работа выполняется за одну установку без замены

установочных приспособлений подготовительно–заключительное время принимается $t_{н.з.} = 6 \text{ мин.}$

Определение нормы времени:

Таблица 10

Содержание работы	Параметры шероховатости	Глубина резания t , мм, до	Диаметр обрабатываемой пов. D , мм, до	Время по карте, мин	Номер карты
Установить и снять деталь				0,78	3
1. Сверлить отверстия	Rz 80	10	10	0,21×3	15
2. Зенковать фаску	Ra 2,5	2,5	10	0,52×3	17
Итого				2,97	

$$T_{ш} = 2,97 \cdot 1 \cdot 1 = 2,97 \text{ мин.}$$

$$H_{BP} = T_{ш} + \frac{t_{н.з.}}{q} = 2,97 + \frac{6}{5} = 4,17 \text{ мин.}$$

1.10.4 Для шлифовальной операции

Подготовительно–заключительное время определяется по карте 4. По технологическому процессу работа выполняется за одну установку без замены установочных приспособлений и шлифовального круга подготовительно–заключительное время принимается $t_{н.з.} = 5 \text{ мин.}$

Определение нормы времени:

Таблица 11

Содержание работы	Параметры шероховатости	Глубина резания t , мм, до	Диаметр обрабатываемой пов. D , мм, до	Время по карте, мин	Номер карты
Установить и снять деталь				0,42	5

Шлифовать поверхность р- р до 150	Ra 2,5	0,255	150	3,34	6
Итого				3,76	

$$T_{ш} = 3,76 \cdot 1 \cdot 1 = 3,76 \text{ мин.}$$

$$H_{BP} = T_{ш} + \frac{t_{н.з}}{q} = 3,76 + \frac{5}{5} = 4,76 \text{ мин.}$$

2. Конструкторский раздел

2.1 Анализ исходных данных и разработка технического задания на проектирование станочного приспособления.

Техническое задание на проектирование специальных средств технологического оснащения разрабатывается в соответствии с ГОСТ 15.001-73[9, с. 175].

Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице 12.

таблица 12

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Приспособление для установки и закрепления детали “крышка” на вертикально-сверлильном станке марки 2Н118.
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечивать: точную установку и надежное закрепление заготовки “крышка” с целью получения необходимой точности размеров; удобство установки, закрепления и снятие заготовки.
Технические (тактико-технологические) требования	Тип производства – мелкосерийный Программа выпуска – 5000 шт. в год Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать станку 2Н118.
Документация подлежащая разработке	Пояснительная записка (раздел – конструкторская часть), чертежи общего вида для технического проекта специального приспособления, спецификация.

2.2 Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления.

Имея технические решения и исходные данные, представленные в техническом задании, приступаем к проектированию приспособлению.

Цель данного раздела - создать работоспособную, экономичную в изготовлении и отвечающую всем требованиям конструкцию приспособления.

Перед разработкой принципиальной схема и перед компоновкой приспособления, необходимо определить относительно каких поверхностей заготовки будет происходить ее фиксация во время обработки на станке.

На рисунке 5 представлена схема базирования при установке заготовки в приспособлении.

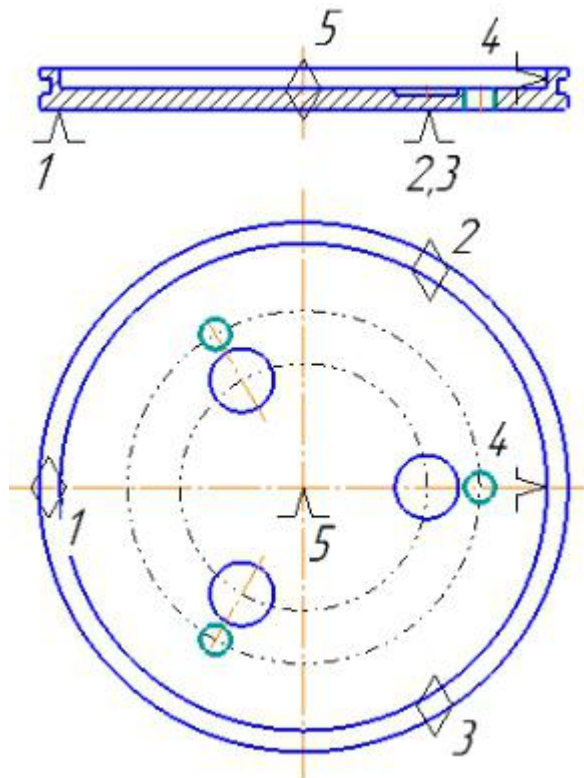


Рис. 5. Схема базирования

На рисунке 6 представлена компоновка приспособления.

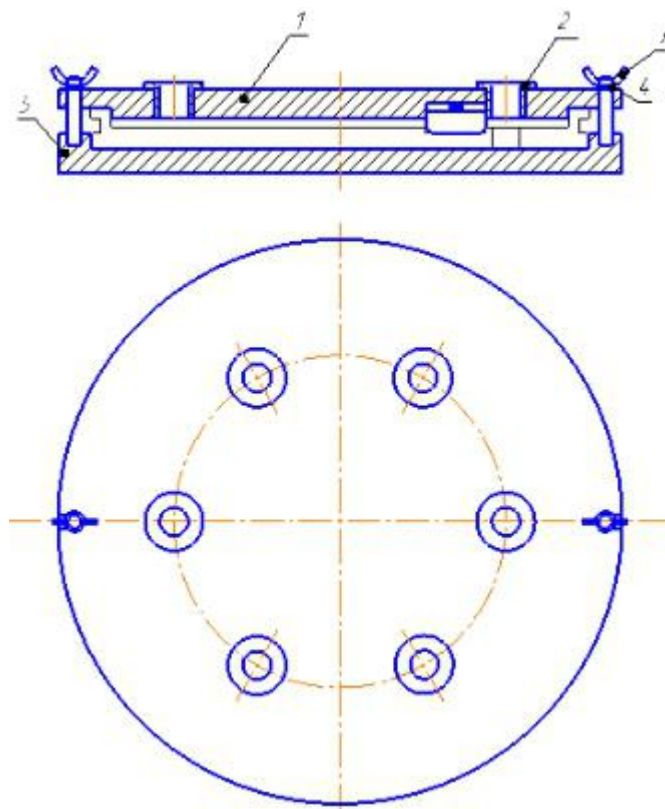


Рис. 6. Компоновка приспособления

2.3 Описание конструкции и работы приспособления.

Приспособление применяется для точной установки и надежного закрепления заготовки при ее обработке на вертикально-сверлильном станке модели 2Н118.

Приспособление состоит из основания 5, который устанавливается на стол станка, кондукторной плиты 1, которую накладывают на детали. Кондукторная плита и основание закреплены при помощи крепежного винта 1 и шайбы 4. В кондукторной плите установлены втулки 2 с целью направления сверл. Затем вводят сверло и сверлят отверстие.

2.4 Определение необходимой силы зажима

Исходя из режимов резания, рассчитанных для операции 30, запишем значения окружной силы резания и момента резания.

Рассчитываем крутящий момент по формуле:

$$M_{kp} = 10C_m D^q t^x S^y K_p$$

Коэффициенты $C_m = 0,0345$, $q = 2$, $y = 0,8$, $K_p = 0,85$, (табл. 32) [3. с. 281].

$$M_{kp} = 10C_m D^q S^y K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 8,5^2 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 0,85 = 5,85 H \cdot м$$

Рассчитываем момент трения:

$$M_{TP} > K \cdot M_{kp} = 2 \cdot 5,85 = 11,7 H \cdot м$$

Рассчитываем силу трения:

$$F_{TP} = M_{TP} \cdot R = 11,7 \cdot 0,14 = 1,6 H$$

Сила зажима:

$$P > \frac{F_{TP}}{\mu} = \frac{1,6}{0,023} = 71,2 H$$

2.5 Расчет точности приспособления

На точность обработки влияет ряд технологических факторов, вызывающих общую погрешность обработки ε_o , которая не должна превышать допуск δ выполняемого размера при обработке заготовки, т.е. $\varepsilon_o \leq \delta$.

Определим необходимую точность приспособления, исходя из формулы, изложенной в [4, с. 85]:

$$\varepsilon_{np} \leq \delta - k_T \sqrt{(k_{T_1} \cdot \varepsilon_\delta)^2 + \varepsilon_z^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_u^2 + (k_{T_2} \cdot \omega)^2}$$

где $\delta = 0,36 мм$ – допуск выполняемого размера;

$k_T = 1,2$ – коэффициент, учитывающий отклонение рассеяния значений составляющих величин от закона нормального распределения, [4, с. 85];

$k_{T_1} = 0,8$ – коэффициент, учитывающий уменьшение предельного значения погрешности базирования при работе на настроенных станках, [4, с. 85];

$k_{T_2} = 0,6$ – коэффициент, учитывающий долю погрешности обработки в суммарной погрешности, вызываемой факторами, не зависящими от приспособления, [4, с. 85];

$\varepsilon_\delta = 0$ – погрешность базирования заготовки в приспособлении;

$\varepsilon_z = 0,05 \text{ мм}$ – погрешность закрепления заготовки, возникающая в результате действия сил зажима, (табл. п4.) [4, с. 210];

$\varepsilon_y = 0$ – погрешность установки приспособления на станке;

$\varepsilon_n = 0,01 \text{ мм}$ – погрешность положения заготовки, возникающая в результате износа установочных элементов приспособления;

$\varepsilon_u = 0,005 \text{ мм}$ – погрешность от перекоса (смещения) инструмента;

$\omega = 0,12$ – экономическая точность обработки для сверления.

$$\varepsilon_{np} \leq 0,36 - 1,2 \sqrt{(0,8 \cdot 0)^2 + 0,05^2 + 0,01^2 + 0,005^2 + (0,6 \cdot 0,12)^2} = 0,25 \text{ мм}$$

Расчет точности показывает, что данное приспособление обеспечивает заданную точность при обработке заготовки.

Раздел 3

«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Л15А	Лю Вэй

Институт	ИШНПТ	Кафедра	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Машиностроение

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Научные статьи и публикации, человеческие ресурсы, компьютер, ставка для расчета отчислений во внебюджетные фонды – 20% от фонда оплаты труда, нормативно – правовая документация.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Данная научно-исследовательская работа финансируется за счет средств государственного бюджета и по характеру получаемых результатов относится к поисковым работам
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Перечень этапов, работ и распределение исполнителей, календарный план-график проведения НИОКР по теме.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет материальных затрат НИИ, расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л15А	Лю Вэй		

3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурс эффективности и ресурсосбережения.

3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

В ходе работы разрабатывали ТП детали крышка. Крышка – деталь, которая предназначена для закрытия корпуса от внешней среды, а также. Объем выпуска продукции 5000 шт. в год. Исходя из этого, потенциальными потребителями результатов наших исследования будут машиностроительные предприятия, находящиеся в любой области Российской Федерации, оборудование которых позволяет производить обработку металлов резанием

3.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Для достижения поставленной цели необходимо произвести анализ конкурентных технических решений. Для этого составим таблицу, на основе которой дадим оценку конкурентоспособности данной детали.

Таблица 13

Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		B_{ϕ}	B_{K1}	B_{K2}	K_{ϕ}	K_{K1}	K_{K2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,01	3	1	1	0,03	0,01	0,01
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,2	5	4	3	1	0,8	0,6
3. Помехоустойчивость	0,02	2	1	1	0,04	0,02	0,02
4. Энергоэкономичность	0,01	6	4	4	0,06	0,04	0,04
5. Надежность	0,2	4	2	4	0,8	0,4	0,8
6. Уровень шума	0,01	3	1	2	0,03	0,01	0,02
7. Безопасность	0,1	5	2	4	0,5	0,2	0,4
8. Потребность в ресурсах памяти	0	1	1	1	0	0	0
9. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,01	4	3	5	0,04	0,03	0,05
10. Простота эксплуатации	0,1	3	1	3	0,03	0,01	0,03
11. Качество интеллектуального интерфейса	0	1	1	1	0	0	0
12. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0	1	1	1	0	0	0

Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,1	2	2	2	0,2	0,1	0,1
2. Уровень проникновения на рынок	0,01	2	2	1	0,02	0,02	0,01
3. Цена	0,01	2	1	2	0,02	0,01	0,02
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	3	3	2	0,03	0,03	0,02
5. Послепродажное обслуживание	0,04	3	3	1	0,12	0,12	0,04
6. Финансирование научной разработки	0,02	1	1	1	0,02	0,02	0,02
7. Срок выхода на рынок	0,01	2	2	1	0,02	0,02	0,02
8. Наличие сертификации разработки	0,05	5	4	2	0,25	0,2	0,1
Итого	1	55	40	43	3,83	2,41	2,53

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Разработка:

$$K = \sum B_i \cdot B_i = 55 \cdot 3,83 = 210,65$$

Конкуренты:

$$K_1 = \sum B_i \cdot B_i = 40 \cdot 2,41 = 96,4$$

$$K_2 = \sum B_i \cdot B_i = 43 \cdot 2,53 = 108,79$$

Проведя анализ выяснили, что производство детали при полученной конкурентоспособности имеет смысл. Цена детали с данными характеристиками лежит в пределах нормы. Разработка выполнялась в соответствии со стандартами ЕСТПП.

3.1.3 Оценка конкурентоспособности проекта по технологии QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение

целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

В основе технологии QuaD лежит нахождение средневзвешенной величины следующих групп показателей:

1) Показатели оценки коммерческого потенциала разработки:

- влияние нового продукта на результаты деятельности компании;
- перспективность рынка;
- пригодность для продажи;
- перспективы конструирования и производства;
- финансовая эффективность.
- правовая защищенность и др.

2) Показатели оценки качества разработки:

- динамический диапазон;
- вес;
- ремонтпригодность;
- энергоэффективность;
- долговечность;
- эргономичность;
- унифицированность;
- уровень материалоемкости разработки и др.

Показатели оценки качества и перспективности новой разработки подбираются исходя из выбранного объекта исследования с учетом его технических и экономических особенностей разработки, создания и коммерциализации.

Для упрощения процедуры проведения QuaD рекомендуется оценку проводить в табличной форме (табл. 14).

В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по стобалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Таблица 14 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	
Показатели оценки качества разработки					
1. Энергоэффективность	0,03	90	100	0,9	0,0270
2. Производительность	0,05	75	100	0,75	0,0375
3. Надежность	0,05	70	100	0,70	0,0350
4. Уровень шума	0,02	80	100	0,80	0,0160
5. Коэффициент брака	0,04	2	100	0,02	0,0008
6. Качество	0,05	45	100	0,45	0,0225
7. Безопасность	0,07	95	100	0,95	0,0665
8. Ритмичность	0,04	70	100	0,70	0,0280
9. Трудоемкость	0,04	60	100	0,60	0,0240
10. Простота производства	0,06	70	100	0,70	0,0420
11. Гибкость	0,05	70	100	0,70	0,0350
12. Объем	0,05	60	100	0,60	0,0300
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
13. Конкурентоспособность продукта	0,06	50	100	0,50	0,0300
14. Уровень проникновения на рынок	0,07	60	100	0,60	0,0420
15. Перспективность рынка	0,07	30	100	0,30	0,0210
16. Цена	0,07	25	100	0,25	0,0175
17. Послепродажное обслуживание	0,04	20	100	0,20	0,0080
18. Финансовая эффективность научной разработки	0,05	80	100	0,80	0,0400
19. Срок выхода на рынок	0,04	50	100	0,50	0,0200
20. Наличие сертификации разработки	0,05	100	100	1	0,0500
Итого	1	1202	2000	12,02	0,5928

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$П_{ср} = \sum B_i \cdot Б_i, \quad (1)$$

где $П_{ср}$ – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Значение P_{cp} позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Если значение показателя P_{cp} получилось от 100 до 80, то такая разработка считается перспективной. Если от 79 до 60 – то перспективность выше среднего. Если от 59 до 40 – то перспективность средняя. Если от 39 до 20 – то перспективность ниже среднего. Если 19 и ниже – то перспективность крайне низкая.

По результатам оценки качества и перспективности делается вывод об объемах инвестирования в текущую разработку и направлениях ее дальнейшего улучшения.

Технология может использоваться при проведении различных маркетинговых исследований, существенно снижая их трудоемкость и повышая точность и достоверность результатов.

Таким образом, перспективность разработки средняя.

3.1.4 SWOT-анализ

SWOT – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT- анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Для того, что бы найти сильные и слабые стороны, плазменного метода переработки и методов-конкурентов проведем SWOT–анализ.

Таблица 15 – Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта:	Слабые стороны научно-исследовательского проекта:
	С1. Наличие бюджетного финансирования. С2. Наличие опытного руководителя С3. Использование современного оборудования С4. Наличие современного программного продукта С5. Актуальность проекта С6. Использование УП	Сл1. Быстрое развитие новых технологий; Сл2. Высокая стоимость оборудования; Сл3. Отсутствие квалифицированного персонала; Сл4. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца.

В1. Сотрудничество с зарубежными профессорами в этой области; В2. Повышение стоимости конкурентных разработок.	- Возможность, создания партнерских отношений с рядом ведущих предприятий для совместного исследования в области обработки металлов давлением; - При наличии вышеперечисленных достоинств мы имеем большой потенциал для получения деталей с высокими эксплуатационными свойствами.	- Повышение цен на металлообрабатывающее оборудование; - Сотрудничество с зарубежными профессорами и повышение квалификации персонала.
У1. Появление новых технологий У2. Введение дополнительных государственных требований и сертификации программы.	- Повышение квалификации персонала т.к. тема актуальна и есть современное оборудование.	- Расширение области применения за счет развития новых технологий.

Таблица 16 – Интерактивная матрица возможностей сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта							
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5	C6
	B1	—	+	+	+	+	+
	B2	+	+	+	+	+	+

Таблица 17 – Интерактивная матрица возможностей слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта					
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	B1	—	—	—	+
	B2	+	—	+	—

Таблица 18 – Интерактивная матрица угроз сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта							
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5	C6
	У1	—	—	—	+	+	+
	У2	+	—	—	—	—	+

Таблица 19 – Интерактивная матрица угроз слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта					
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	B1	+	+	+	+
	B2	—	+	—	—

3.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Выше были рассмотрены и использованы методы, которые позволяют выявить и предложить возможные альтернативы проведения исследования и доработки результатов. К их числу относятся технология QuaD, оценка конкурентных инженерных решений, SWOT-анализ. К ним можно добавить ФСА-анализ, метод Кано. Если разработка находится на перечисленных стадиях жизненного цикла нового продукта, можно предложить не менее трех основных вариантов совершенствования разработки или основных направлений научного исследования. В противном случае, если разработка не относится к вышеописанным стадиям, рекомендуется использовать морфологический подход.

Морфологический подход:

1. Точная формулировка проблемы исследования.
2. Раскрытие всех важных морфологических характеристик объекта исследования.
3. Раскрытие возможных вариантов по каждой характеристике.
4. Выбор наиболее желательных функционально конкретных решений.

Таблица 20 – Морфологическая матрица для детали крышка

	1	2	3	4
А. Визуализация результатов	График	Формулы	Числовая информация	Текстовая информация
Б. Длительность расчета, мин	60	45	180	>240
В. Обеспечение эксплуатационных свойств	Оценка технологичности	Анализ с помощью CAD-CAM систем	Размерный анализ	Выбор и расчет режимов резания

Представим несколько вариантов решения технической задачи:

1. A1B2B2;

Данный вариант предполагает анализ с помощью CAD-CAM систем посредством построения графических моделей детали, что занимает не менее 45 минут, в зависимости от геометрической сложности детали.

2. A4B3B1;

Второй вариант решений предполагает использование текстовой информации для оценки технологичности, а точнее использование различных справочных материалов, примеров и опыта специалистов для оценки технологичности конструкции детали.

3. A2B4B4;

Выбор и расчёт режимов резания вплотную связано с использованием формул. На реализацию данного решения потребуется большое количество времени более 240 минут.

3.3 Планирование научно-исследовательских работ

3.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке: определение структуры работ в рамках научного исследования; определение участников каждой работы; установление продолжительности работ; построение графика проведения научных исследований.

Составим перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проведем распределение исполнителей по видам работ.

Таблица 21 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя	$t_{\min i}$	$t_{\max i}$	$t_{OЖi}$	t_{Pi}
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы, Студент-дипломник	1	2	1	0,5

Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель темы, Студент-дипломник	5	10	7	3,5
	3	Проведение патентных исследований	Студент-дипломник	14	21	12,4	12,4
	4	Выбор направления исследований	Руководитель, Студент-дипломник	2	6	3,6	1,8
	5	Календарное планирование работ по теме	Студент-дипломник	1	3	1,8	1,8
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент-дипломник	7	14	9,8	9,8
	7	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Студент-дипломник	7	14	9,8	9,8
	8	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическим и исследованиям и	Руководитель, Студент-дипломник	7	14	9,8	4,9
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель	5	10	7	7
	10	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель	7	13	10	10
Проведение ОКР							
Разработка технической документации и проектирование	11	Разработка блок-схемы, принципиальной схемы	Руководитель, Студент-дипломник	5	10	7	3,5
	12	Выбор и расчет конструкции	Руководитель, Студент-дипломник	7	13	10	5
	13	Оценка эффективности производства и применения	Руководитель, Студент-дипломник	3	5	4	2

		проектируемого изделия					
Изготовление и испытание макета (опытного образца)	14	Конструирование и изготовление макета (опытного образца)	Студент-дипломник	5	10	7	7
	15	Лабораторные испытания макета	Студент-дипломник	2	4	3	3
Оформление отчета, по НИР (комплекта документации по ОКР)	16	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Студент-дипломник	3	5	4	4
	17	Оформление патента	Руководитель, Студент-дипломник	7	14	9,8	4,9
	18	Размещение рекламы	Студент-дипломник	5	7	5,8	5,8

3.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Определение трудоемкость выполнения каждого этапа. Теоретические материал для выполнения этого пункта представлен в лекционном разделе "Определение трудоемкости выполнения НИОКР.

Трудоемкость выполнения НИОКР оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости работ 1-ой используется следующая формула:

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \text{ чел.-дн.},$$

где $t_{ож\ i}$ — ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

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

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

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{Pi} = \frac{t_{OЖi}}{Ч_i},$$

Где T_{Pi} — продолжительность одной работы, раб. ди.;

$t_{OЖi}$ — ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-ли.:

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

Результаты смотреть в таблице.

3.3.3 Разработка графика проведения научного исследования

Необходимо построить диаграмму Ганта.

Таблица 22– Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№	Содержание работ	Должность исполнителя	$t_{OЖi}$	февраль				марта				апрель				май				июнь			
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы, Студент-дипломник	1	■	■																		
2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель темы, Студент-дипломник	7		■	■	■																
3	Проведение патентных исследований	Студент-дипломник	12,4				■	■	■	■													
4	Выбор направления исследований	Руководитель, Студент-	3,6						■	■	■												

κ_m — коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Для остальных позиций произведем аналогичный расчет.

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 23.

Таблица 23 – Материальные затраты

Материалы и оборудование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, Зм, руб.
Бумага	шт.	1000	1,5	1500
Итого	1500			

3.4.2. Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

Таблица 24 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для технологических работ

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
	Исп.1	Исп.1	Исп.1	Исп.1
1	Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16K20Ф3	1	400	400
2	Вертикально-фрезерный консольный станок 6Т104	1	100	100
3	Вертикально-сверлильный станок 2Н118	1	50	50
4	Кругошлифовальный станок 3М151Ф2	1	2700	2700
Итого: 3250тыс. Руб.				

Затраты на амортизацию оборудования рассчитываются по формуле:

$$З_{об} = (Ц \cdot F_{\phi}) / (F_H \cdot F_{CC})$$

где Ц – цена оборудования, руб.;

F_H – номинальный фонд времени (рабочее время в году), ч.

$$F_H = 300 \text{ дней} = 7200 \text{ ч.};$$

F_{CC} – срок службы оборудования, год;

F_{ϕ} – фактическое время занятости оборудования, ч.;

Вычисленная амортизация оборудования представлена в таблице 25.

Таблица 25 – Амортизационные расчеты

№ п/п	Наименование оборудования	Цена единицы оборудования, тыс. руб.	F_{CC} , год	F_{ϕ} , ч	$З_{об}$, тыс. руб.
1	Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16K20Ф3	400	10	3600	20
2	Вертикально-фрезерный консольный станок 6Т104	100	10	1200	1,7
3	Вертикально-сверлильный станок 2Н118	50	10	1800	1,25
4	Кругошлифовальный станок 3М151Ф2	2700	10	3600	135
Итого: 157950 Руб.					

Затраты на амортизацию оборудования составят – 157950 руб.

3.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Заработная плата работников, непосредственно занятых выполнением НТИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп}$$

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

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $З_{осн}$).

Основная заработная плата ($З_{осн}$) руководителя рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p$$

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

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 8);

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

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

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

$М$ – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. Дня $М = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. Дней $М = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

$F_{д}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научнотехнического персонала, раб. дн. (табл. 26).

Таблица 26 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней	52	52
- выходные дни	14	14
- праздничные дни		
Потери рабочего времени	48	48
- отпуск	0	0
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	252	252

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{м} = З_{ТС} \cdot (1 + \kappa_{np} + \kappa_{д}) \cdot \kappa_{p}$$

где $З_{ТС}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

κ_{np} – премиальный коэффициент, равный 0,3;

$\kappa_{д}$ – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение 74 сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15- 20 % от $З_{ТС}$);

κ_{p} – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчёт основной заработной платы приведён в табл. 27.

Таблица 27 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$Z_{ТС}$, руб.	κ_{np}	κ_D	κ_p	Z_M , руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб. Дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	26300	0,3	0,2	1,3	51285	2136,8	38	81201,25
Студент	1750	0,3	0,2	1,3	3412,5	140,8	106,6	15009,28
Итого 96210,53								

3.4.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = \kappa_{доп} \cdot Z_{осн}$$

где $\kappa_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Руководитель: $Z_{доп} = \kappa_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,12 \cdot 81201,25 = 9744,15 \text{ руб.}$

Студент: $Z_{доп} = \kappa_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,12 \cdot 15009,28 = 1801 \text{ руб.}$

Итого: 11 545,3 руб.

3.4.5 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение 125 материалов и т.д. В нашем случае подсчитаем затраты электроэнергии.

Одно ставочный тариф на электроэнергию 3,10 руб. за 1 кВт/час.

Таблица 28 – Затраты на электроэнергию

№	Наименование оборудования	Мощность, кВт/час	Время эксплуатации, час	Расход электроэнергии, руб.
1	Компьютер	1	1700	5270
Итого 5270				

3.4.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основной для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции. Определение бюджета затрат на НИР приведет в таблице 17.

Таблица 29 – Расчет бюджета затрат НИР

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты НИР	1500	Пункт 3.4.1
2. Расчет амортизации	157950	Пункт 3.4.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей проекта	96210,53	Пункт 3.4.3
4. Отчисления во внебюджетные фонды	11545,3	Пункт 3.4.4
5. Накладные расходы	5270	Пункт 3.4.5
Бюджет затрат НИР	272475,83	Сумма пун. 1-5

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

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{финр}^{испi} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}} = \frac{272475}{300000} = 0,91$$

где $I_{финр}^{испi}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

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

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

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

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

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

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (табл. 30).

Таблица 30 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования/ критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп. 2
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5	5
2.Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	4	5
3.Помехоустойчивость	0,1	2	4
4. Энергосбережение	0,2	5	5
5. Надежность	0,25	5	5
6. Материалоемкость	0,2	5	4
	1	4,55	4,7

$$l_{p-исн1} = 0,1 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 + 0,1 \cdot 2 + 0,2 \cdot 5 + 0,25 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 = 4,55$$

$$l_{p-исн2} = 0,1 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 + 0,1 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,25 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 = 4,7$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($l_{иснi}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исн1} = \frac{I_{p-исн1}}{I_{иснi}^{финр}} = \frac{4,55}{0,91} = 5$$

$$I_{исн2} = \frac{I_{p-исн2}}{I_{иснi}^{финр}} = \frac{4,7}{0,91} = 5,16$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{cp}$):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исн1}}{I_{исн2}} = \frac{5}{5,16} = 0,969$$

Таблица 31 – Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Исп. 1	Исп. 2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,91	0,91
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,55	4,7
3	Интегральный показатель эффективности	5	5,16
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,969	0,969

Из значений интегральных показателей эффективности позволяет выбрать более эффективный вариант решения поставленной в бакалаврской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

Заключение

В связи с ростом количества предприятий машиностроительной отрасли необходимо производить продукцию, которая будет удовлетворять запросы современного потребителя, как в плане цены, так и качества. Для определения оптимального варианта производятся необходимые процедуры, с помощью которых проверяется и обосновывается целесообразность и эффективность данного решения с разных сторон. В результате SWOT-анализа были проанализированы сильные и слабые стороны, а также угрозы и возможности проекты.

В ходе работы выяснили, что разработка конкурентоспособна и перспективна, так как средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки более 80. Все расчеты выполнены в теории, на практике не проверялись, потому как технологический процесс был разработан, но в производстве не реализован. Бюджет НИР составил 272475,83 руб. с учетом дорогостоящего металлообрабатывающего оборудования. Основная заработная плата – 96 210,53 руб., дополнительная – 11 545,3 руб. Накладные расходы - 5270 руб.

РАЗДЕЛ 4 «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Л15А	Лю Вэй

Институт	ИШНПТ	Кафедра	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Машиностроение

Тема ВКР:

Разработка технологии изготовления детали «Крышка»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и область ее применения.	Технологический процесс изготовления детали Область применения: предприятия машиностроения
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	1. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. 2. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 3. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. 4. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. 5. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. 6. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление. 7. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования. 8. ГОСТ 12.2.037-78. Техника пожарная. Требования безопасности. 9. СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение".
2. Производственная безопасность: 2.1 Анализ выявленных опасных и вредных факторов 2.2 Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Вредные факторы: - отклонение параметров микроклимата в помещении; - повышенный уровень шума; - отсутствие или недостаток естественного света; - недостаточная освещенность рабочей зоны; Опасные факторы: - возможность поражения электрическим током;
3. Экологическая безопасность:	- вредные выбросы.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	- пожары.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Белоенко Е.В.	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л15А	Лю Вэй		

ВВЕДЕНИЕ

В данном разделе рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места для изготовления детали «Крышка» в соответствии с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды.

Задачей данного раздела является выявление и анализ вредных и опасных факторов труда инженера-технолога, и разработка мер защиты от них, оценка условий труда микроклимата рабочей среды.

Безопасность человека обеспечивается отсутствием недопустимого риска, связанного с причинением вреда жизни или здоровью, в процессе трудовой деятельности.

Безопасность жизнедеятельности человека определяется характером труда, его организацией, взаимоотношениями, существующими в трудовых коллективах, организацией рабочих мест, наличием опасных и вредных факторов в среде обитания, таких как свет, звук, излучения, природные явления.

В условиях производственной деятельности безопасность работника обеспечивается либо исключением воздействия на него опасного и вредного факторов производственной среды и трудового процесса, либо ограничением их уровней нормативными значениями.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Правовой основой законодательства в области обеспечения безопасности жизнедеятельности, в том числе и в техносфере, является Конституция и трудовой кодекс — Основной закон государства. Законы и иные правовые акты, принимаемые в Российской Федерации, не должны ей противоречить.

Другими источниками права в области обеспечения безопасности жизнедеятельности в техносфере являются: федеральные законы; указы Президента Российской Федерации; постановления Правительства Российской Федерации; приказы, директивы, инструкции, наставления и другие нормативные акты министерств и ведомств; правовые акты субъектов Российской Федерации и 89 муниципальных образований (указы, постановления): приказы (распоряжения) руководителей организаций (учреждений, объектов).

Для реализации требований законов необходимо принятие подзаконных актов, определяющих порядок их исполнения. Подзаконными актами исполнения могут быть постановления Правительства Российской Федерации и правительств субъектов Российской Федерации, а также постановления специально уполномоченных органов в области управления безопасностью жизнедеятельности, в частности, об утверждении разного рода положений и правил.

Для осуществления практической деятельности в области обеспечения безопасности жизнедеятельности в техносфере необходимы нормативы и правила ведения соответствующих работ, позволяющие их обеспечить. Это прежде всего государственные стандарты и санитарные нормы и правила.

4.2 Производственная безопасность

4.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Возможные опасные и вредные факторы перечислены в таблице 32.

Таблица 32 - Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разрабо тка	Изготов ление	Эксплу тация	
1.Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	1. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны [12]. 2. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений [13]. 3. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий [14]. 4. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки [15]. 5. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты [16]. 6. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление [17]. 7. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования [18]. 8. ГОСТ 12.2.037-78. Техника пожарная. Требования безопасности [19]. 9. СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение" [20].
2. Превышение уровня шума		+	+	
3.Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	+	
4.Недостаточная освещенность рабочей зоны		+	+	
5.Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	+	

1.Отклонение показателей микроклимата

Параметры микроклимата в производственном помещении на ООО «НПР» установлены в соответствии СанПиН 2.2.4.548-96 в следующих пределах: температура воздуха в тёплое время года от +19 до +24, в холодное время года

от + 17 до +23, относительная влажность не более 60%, скорость движения воздуха не более 0,2 м/с.

Под микроклиматом производственной среды согласно ГОСТ 12. 1.005 - 88. ССБТ. понимают сочетание температуры, относительной влажности воздуха и интенсивности теплового излучения. Перечисленные параметры оказывают огромное влияние на функциональную деятельность человека, его самочувствие, здоровье, надежность работы.

Работы делятся на три категории тяжести на основе общих энерго- затрат организма. Работа, относящаяся к инженерам - разработчикам, относится к категории легких работ. Допустимые значения микроклимата для этого случая даны в таблице 33.

Таблица 33 – Требования к микроклимату

Период года	Категория работы	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Зима	Средняя	21–23	40–60	0,1
Лето	Средняя	22–24	50–60	0,2

Помещение, где находятся рабочие места, соответствуют данным нормам.

Помещение, его размеры (площадь, объем) должны в первую очередь соответствовать количеству рабочих и размещенному в нем оборудованию.

Для обеспечения нормальных условий труда санитарные нормы СанПиН 2.2.4.548-96 устанавливают, что на одного рабочего должно приходиться 4,5 м² площади помещения и 20 м³ объема воздуха.

Мероприятия по поддержанию микроклимата:

- установка стационарных и мобильных пунктов обогрева.
- установка и ремонт систем вентиляции и кондиционирования воздуха.

2. Превышение уровня шума

Источником шума при производстве детали «крышка» является станки.

Производственное оборудование и инструменты, создающие в процессе эксплуатации шум, необходимо конструировать в соответствии с требованиями

этого стандарта и снабжать паспортом с указанием спектра излучаемой звуковой мощности, определяемой по ГОСТ 12. 1. 003 - 83 ССБТ.

Мероприятия по устранению повышенного уровня шума:

- правильная организация труда и отдыха;
- ликвидация шума в источнике его возникновения путем своевременного устранения неисправности технологического оборудования; применение звукопоглощающих материалов в конструкциях шумящих механизмов и оборудования;
- облицовка помещений (потолка и стен в небольших помещениях) звукоизолирующими и звукопоглощающими материалами;
- применение индивидуальных средств защиты органов слуха - наушников, вкладышей, шлемов (ГОСТ 12. 4. 011-89 ССБТ).

Основные источники шума технологическое оборудование в основных производственных цехах, металлообрабатывающие станки основного и вспомогательного производств.

Максимальная шумовая характеристика станков от 87 до 92 дБ А в соответствии с ГОСТ12.1.003-76. Индекс изоляции шума ограждением составляет 60,4 дБА. Уровень шума около наружной стены здания составляет 31,6 дБА. Поэтому расчет снижения уровня шума на расстоянии проводить нецелесообразно.

3. Отсутствие или недостаток естественного света

При работе на станках недостаточная освещенность рабочего места и производственного помещения в целом приводит к ослаблению зрения и общей утомляемости рабочего.

Освещенность рабочего места должна быть согласно СНиП 23-05-95 в пределах 150 - 300 лк. Обеспечить это требование естественным освещением практически невозможно, поэтому должно применяться комбинированное освещение.

Мероприятия по устранению недостаточной освещенности:

- улучшение условий, создаваемых искусственным освещением;

- анализ степени загрязнения стекол в светопроемах, их чистка и последующие контрольные измерения КЕО;
- в случае наличия в помещении зон с достаточным и недостаточным естественным освещением изменение расположения рабочих мест с их перемещением в зону с достаточным естественным освещением;
- косметический ремонт помещения с использованием светлых отделочных материалов и последующие контрольные измерения КЕО.

4. Недостаточная освещенность рабочей зоны

Недостаточная освещенность рабочей зоны и производственных помещений. Система освещения в цехе должна включать в себя общее и местное освещение. Величина минимальной освещенности должна составлять 200 лк согласно СНиП II - 4-95. В нашем случае освещенность цеха комбинированная - сочетание общего освещения с местным источником света на рабочем месте. При устройстве освещения следует помнить, что оно нормируется и по показателям яркости рабочей поверхности. Поверхности, отражающие свет, не должны производить слепящего действия на человека. Наиболее благоприятно для человека естественное освещение. Физиологами установлено, что при естественном освещении производительность труда рабочих на 10% выше чем при искусственном.

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда.

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

Основные причинами воздействия тока на человека являются: случайные проникновения или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям; появление напряжения на металлических частях оборудования в результате повреждения изоляции.

Устанавливает предельно допустимые уровни (ПДУ) напряжений и токов ГОСТ 12.1. 038-82 ССБТ .

Согласно Правила устройства электроустановок производственное помещение участка относится к категории помещений с повышенной опасности, т.к. в нашем помещении присутствуют такие факторы, как токопроводящий пол, так как он железобетонный, и токопроводящая пыль. Проблема токопроводящих полов решается оборудованием рабочих мест деревянными плитами (решетками). А токопроводящая пыль устраняется с помощью устройств местной вытяжной вентиляции.

Мероприятия по защите от поражения электрическим током:

- обеспечение недоступности токоведущих частей, находящихся под напряжением путем надежной изоляции, вывешивание плакатов и знаков и т.д.;
- электрическое разделение сети;
- применение специальных электрозащитных средств;
- безопасная эксплуатация электроустановок.

В нашем случае производство «крышка» осуществляется на металлорежущих станках. А так как каждый металлорежущий станок имеет электропривод, все вышеперечисленные меры защиты от поражения электрическим током должны применяться на каждом рабочем месте.

4.2.2 Обоснование мероприятий по снижению воздействия

Меры защиты от опасных и вредных факторов производства делятся на технические и организационные.

1. При защите от внешнего облучения, возникающего при работе с дисплеем, проводятся следующие мероприятия:

- согласно СанПиН 2.2.2.542-96 для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранения здоровья на протяжении рабочей смены должны устанавливаться регламентированные перерывы – при 8-часовом рабочем дне продолжительностью 15 минут через каждый час работы;
- дисплей устанавливается таким образом, чтобы от экрана до оператора было не менее 60-70 см;

- должны использоваться дисплеи со встроенными защитными экранами.

В кабинете мониторы расположены по периметру задней поверхностью к стенам, все мониторы расположены на отдельных столах. Поэтому можно считать, что расположение компьютеров удовлетворяет требованиям СанПиН.

Для мониторов рекомендуется следующее дооснащение:

- Защитный фильтр для экрана, ослабляющий переменное электрическое и электростатическое поля;
- Для одиночных ПЭВМ или их однорядном расположении – специальное защитное покрытие на переднюю панель и боковые стенки;
- При многорядном расположении ПЭВМ, если соседние рабочие места располагаются близко друг к другу (на расстоянии 1,2...2,5 м) – защитное покрытие задней и боковых стенок, монтирование специальных экранирующих панелей с задней и боковых сторон монитора, установка перегородок между различными пользователями.

2. Мероприятия по обеспечению электробезопасности:

- зануление корпусов всех установок через нулевой провод;
- покрытие металлических поверхностей инструментов надежной изоляцией;
- организация безопасной эксплуатации оборудования;
- недоступность токоведущих частей.

3. Мероприятия по организации рабочих мест:

- Вместо канцелярских столов необходим специальный стол с опорой для левой руки, с местом для размещения текстов программ, с регулируемой по высоте клавиатурой и дисплеем;

При проектировании письменного стола должны быть учтены следующие требования: высота рабочей поверхности стола рекомендуется в пределах 680-800 мм. Высота рабочей поверхности, на которую устанавливается клавиатура, должна быть 650 мм. Рабочий стол должен быть шириной не менее 700 мм и длиной не менее 1400 мм. Должно иметься пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной - не менее 500мм, глубиной на уровне колен - не менее

450мм и на уровне вытянутых ног - не менее 650мм по ГОСТу 12.2.033-78 ССБТ [6];

Вместо бытового стула – мягкое кресло с удобной опорой для поясницы, мягким сиденьем и спинкой, с регулировкой сиденья по высоте, в соответствии с СанПиН 2.2.2. 542-96;

4.3 Экологическая безопасность

Основными источниками загрязнения атмосферы при изготовлении детали «Крышка» являются сталеплавильные и чугуноплавильные агрегаты мартеновских, электроплавильных, конверторных и литейных цехов, а также топочные устройства печей и котельных всех назначений.

В литейном производстве воздух загрязняется пылью, окисью углерода, много пыли образуется при работе землеподготовительного отделения, а также при транспортировке формовочной земли, заполнении землей опок и т.д.

Разнообразными, в том числе вредными для здоровья человека загрязнениями сопровождаются процессы пайки и сварки.

При работе металлорежущего оборудования с применением смазочно-охлаждающих жидкостей (эмульсий, масел) воздух загрязняется аэрозолями этих веществ. При обработке заготовок абразивным инструментом выделяется абразивная пыль.

Защита от вредных выбросов

Для защиты окружающей среды от вредного воздействия выбросов промышленных предприятий можно применять следующие меры:

1. полный переход к безотходным и малоотходным технологиям и производствам;
2. совершенствование технологических процессов и разработка нового оборудования с меньшим уровнем выбросов примесей и отходов в окружающую среду;
3. экологическая экспертиза всех видов производств и промышленной продукции;
4. замена токсичных отходов на нетоксичные;

5. замена не утилизируемых отходов на утилизируемые;
6. последствия промышленного загрязнения окружающей среды.

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Пожары на машиностроительных предприятиях представляют большую опасность для работников и могут причинить огромный материальный ущерб. Вопросы обеспечения пожарной безопасности производственных зданий и сооружений имеют большое значение и регламентируются государственными постановлениями и указами.

Пожаром называется неконтролируемое горение вне специального очага, наносящего материальный ущерб. Согласно ГОСТ 12. 1.004 - 91 ССБТ понятие пожарная безопасность означает состояние объекта, при котором с установленной вероятностью исключается возможность возникновения и развития пожара и воздействия на людей опасных факторов пожара, а также обеспечивается защита материальных ценностей.

Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

- а) халатное неосторожное обращение с огнем (курение, оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);
- б) самовоспламенение и самовозгорание веществ.

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Для устранения причин возникновения пожаров в помещении цеха должны проводиться следующие мероприятия:

- а) сотрудники предприятия должны пройти противопожарный инструктаж;
- б) сотрудники обязаны знать расположение средств пожаротушения и уметь ими пользоваться;
- в) необходимо обеспечить правильный тепловой и электрический режим работы оборудования;

г) пожарный инвентарь и первичные средства пожаротушения должны содержаться в исправном состоянии и находиться на видном и легко доступном месте.

Вывод

В данном разделе ВКР рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места на механическом участке по изготовлению детали «Крышка», в соответствии с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды.

Основной целью данного раздела являлось создание оптимальных норм для улучшения условий труда, обеспечения производственной безопасности человека, повышения его производительности, сохранения работоспособности в процессе деятельности, а также охраны окружающей среды.

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

При проектировании технологического процесса было уделено внимание и охране окружающей среды, а в частности, организации безотходного производства. Также учитывалась возможность чрезвычайных ситуаций.

Заключение

В данной выпускной квалификационной работе был спроектирован и разработан технологический процесс механической обработки детали «крышка».

В ходе проектирования был составлен технологический процесс для мелкосерийного производства 5000 штук в год. Кроме того, был составлен размерный анализ и граф технологических размерных цепей с целью облегчения технологического процесса.

В работе был выбран оптимальный вид заготовки, режимы резания и нормы времени.

Были спроектировано и рассчитано станочное приспособление, описан его принцип работы и сборки.

В ходе работы были проанализированы сильные и слабые стороны, а также угрозы и возможности проекта, кроме того, была выяснена разработка конкурентоспособна и перспективна.

Были рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места на механическом участке по изготовлению детали «Крышка», созданы оптимальные нормы для улучшения условий труда, обеспечена производственная безопасность человека, повышена его производительность, а также охраны окружающей среды.

Список литературы

1. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: учеб. пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2006. – 99 с.
2. Горбачев А.Ф., Шкерд В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Мн.: Выш. школа, 1983. – 256 с.
3. Дальский. А.М., Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Суслов А.Г. Справочник технолога – машиностроения. В 2-х т. – 5-е изд., исправл. – М.: Машиностроение–1, 2003 г. 944 с. ил.
4. Марков Н.Н., Сацердотов П.А., Кайнер Г.Б. Методические указания: выбор универсальных средств измерений линейных размеров до 500 мм (по применению ГОСТ 8.051–81) 1986. – 84 с.
5. Юревский С.А., Романова С.Ю., Рафальский В. П., Ли О. К., Шашкова Н.Д. Общемашиностроительные укрупненные нормативы времени на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Единичное, мелкосерийное и среднесерийное производство. Москва экономика. 150014. 1988. – с. 148.
6. И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина З.В. Криницына / Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие. Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.
7. Кузьмина Е.А, Кузьмин А.М. Методы поиска новых идей и решений "Методы менеджмента качества" №1 2003 г.
8. Основы функционально-стоимостного анализа: Учебное пособие / Под ред. М.Г. Карпунина и Б.И. Майданчика. - М.: Энергия, 1980. - 175 с.
9. Скворцов Ю.В. Организационно-экономические вопросы в дипломном проектировании: Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 2006. – 399 с.
10. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы магистра, специалиста и бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ/Сост.

Е.Н. Пашков, И.Л. Мезенцева – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2019. – 24 с.

11. Безопасность тмспр жизнедеятельности. / Под подрезать ред. Н.А. Белова - М.: значеия Знание, 2000 - 364с.

12. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. [Электронный ресурс] / Консорциум Кодекс. Электрон. Дан. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901862250>

13. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Консорциум Кодекс. Электрон. Дан. - Режим доступа: <https://base.garant.ru/4173106/>

14. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. Консорциум Кодекс. Электрон. Дан. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901859404>

15. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Консорциум Кодекс. Электрон. Дан. - Режим доступа: <https://base.garant.ru/4174553/>

16. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. Консорциум Кодекс. Электрон. Дан. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200080203>

17. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление. Консорциум Кодекс. Электрон. Дан. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/5200289>

18. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования. Консорциум Кодекс. Электрон. Дан. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/9051953>

19. ГОСТ 12.2.037-78. Техника пожарная. Требования безопасности. Консорциум Кодекс. Электрон. Дан. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200012062>

20. СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение".
Консорциум Кодекс. Электрон. Дан. - Режим доступа:
<http://docs.cntd.ru/document/871001026>