

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки 15.03.01. Машиностроение
 Отделение школы Материаловедения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологического процесса изготовления корпуса электродвигателя

УДК: 621.81.002-214:621.313.13

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л41	Петрушов Владимир Сергеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Охотин Иван Сергеевич	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Проектирование технологического процесса и станочного приспособления»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Цыганков Роман Сергеевич			

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Мелик-Гайказян Мария Вигеновна	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Немцова Ольга Александровна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Запланированные результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P2	Применять глубокие знания в области современных технологий машиностроительного производства для решения междисциплинарных инженерных задач
P3	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с созданием и обработкой материалов и изделий, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов машиностроения
P4	Разрабатывать технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование и инструменты для обработки материалов и изделий, конкурентоспособных на мировом рынке машиностроительного производства
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных технологий обработки материалов, нанотехнологий, создания новых материалов в сложных и неопределенных условиях
<i>Универсальные компетенции</i>	
P11	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки 15.03.01. Машиностроение
 Отделение школы Материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Ефременков Е.А.

ЗАДАНИЕ **на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л41	Петрушову Владимиру Сергеевичу

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления корпуса электродвигателя	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	24.05.2019 №4816/0

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объект проектирования – деталь «Корпус электродвигателя» Исходными данными являются чертеж детали, годовая программа выпуска
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1. Проектирование технологического процесса. 2. Проектирование станочного приспособления. 3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. 4. Социальная ответственность. Заключение
Перечень графического материала	1. Чертеж детали «Корпус электродвигателя» 2. Размерная схема технологического процесса 3. Граф дерево 4. Технологическая оснастка 5. Спецификация

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Проектирование технологического процесса и станочного приспособления	Цыганков Роман Сергеевич
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Мелик-Гайказян Мария Вигеновна
Социальная ответственность	Немцова Ольга Александровна

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Охотин Иван Сергеевич	к.т.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л41	Петрушов Владимир Сергеевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕДИНЕНИЕ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л41	Петрушову Владимиру Сергеевичу

Школа	ИШНПТ	Отделение школы	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01.«Машиностроение»

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

1. Стоимость ресурсов: материально-технических, финансовых, информационных и человеческих.	Стоимость расходных материалов
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Коэффициенты для расчета заработной платы
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов.	- отчисления во внебюджетные фонды (30 %) - районный коэффициент 1.3

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Планирование и формирование сметы технического проекта.	Формирование плана и графика разработки: - определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; Формирование затрат на технические проектирование: - материальные затраты; - заработная плата (основная и дополнительная); - отчисления во внебюджетные фонды - накладные расходы.
2. Определение ресурсоэффективности проекта.	Определение эффективности технического проектирования.
3. Выбор ресурсосберегающего технологического процесса	Расчет стоимости заводского и разработанного технологического процесса. - затраты на основные материалы; - основная заработная плата рабочих; - отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления); - накладные расходы. Выбор ресурсосберегающего технологического процесса.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. График Ганта

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	11.03.2019
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Мелик-Гайказян Мария Вигеновна	к.э.н. доцент		11.03.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л41	Петрушов Владимир Сергеевич		11.03.2019

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
38Л41	Петрушову Владимиру Сергеевичу

ШКОЛА	ИШНПТ	Отделение	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Тема дипломной работы: Разработка технологического процесса изготовления корпуса электродвигателя.

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования и области его применения.	Деталь «Корпус электродвигателя» изготавливается в механическом цехе №2 предприятия АО НПП «Полус». На участке цеха используется следующее оборудование: токарно-винторезный станок 16К20Ф3, вертикальный обрабатывающий центр LITZ CV-2000B.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ ГОСТ 21752-76 ГОСТ 22269-76 ГОСТ 22613-77 ГОСТ 22614-77 ГОСТ 22615-77 ГОСТ 22902-78 ГОСТ 23000-78
2. Производственная безопасность 2.1. Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования: 2.2. Обоснование мероприятий по защите персонала предприятия от действия опасных и вредных факторов. – Основные требования к оборудованию.	Основными вредными факторами на рабочем месте являются: производственный шум, электромагнитное поле, несоответствие нормам микроклимата, освещенность. К числу опасных факторов следует отнести наличие - механические опасности; подвижные части производственного оборудования; острые кромки, заусенцы; электрический ток; повышенную степень пожароопасности.
3. Экологическая безопасность:	Наличие отходов (металлическая стружка, лампы, СОЖ, абразивная пыль, лом инструмента) потребовали разработки методов (способов) утилизации перечисленных отходов. Разработаны мероприятия предотвращения загрязнения окружающей среды.

4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.	Рассмотрена ситуация ЧС: несанкционированное проникновение на рабочее место. Предусмотрены мероприятия по обеспечению устойчивости работы производства.
---	--

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Немцова Ольга Александровна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
38Л41	Петрушов Владимир Сергеевич		.

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки 15.03.01. Машиностроение
 Уровень образования Бакалавр
 Отделение школы Материаловедения
 Период выполнения 2018/2019 учебный год

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
26.03.19	Проектирование технологического процесса	30
30.04.19	Проектирование станочного приспособления	30
22.05.19	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
20.05.19	Социальная ответственность	15
28.05.19	Оформление работы	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Цыганков Р.С.			

СОГЛАСОВАНО:

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

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 94 стр., 4 рис. , 35 табл., 11 источников. Ключевые слова: корпус, технологический процесс, оснастка, приспособление, размерный анализ, деталь. Объектом исследования при написании работы была деталь «Корпус электродвигателя» и технологический процесс ее изготовления.

Выпускная квалификационная работа состоит из 4-х разделов.

Во введении раскрывается актуальность исследования по выбранному направлению, цель и задачи исследования.

В разделе первом проектируется операционный технологический процесс изготовления детали. Определяется тип производства, разрабатывается маршрутная карта технологического процесса, рассчитываются технологические размеры, режимы резания и нормы времени.

В разделе втором проектируется специальное станочное приспособление, которое будет использовано для фрезерной и сверлильной операции.

В разделе третьем составлена смета технического проекта и определена ресурсосберегающая эффективность технического проекта.

В разделе четвертом рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места на механическом участке, промышленного предприятия по изготовления детали "Корпус электродвигателя".

Определения, обозначения, сокращения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями и сокращения:

Токарная обработка – это механическая обработка резанием наружных и внутренних поверхностей вращения, в том числе цилиндрических и конических, торцевание, отрезание, снятие фасок, прорезание каналов, нарезание внутренних и наружных резьб на токарных станках;

Фрезерная обработка – это механическая обработка резанием плоскостей, пазов, лысок, при которой режущий инструмент совершает вращательные движения, а обрабатываемая заготовка поступательное;

Технологический процесс – упорядоченная последовательность взаимосвязанных действий, выполняющихся с момента возникновения исходных данных до получения требуемого результата;

Допуск – разность между наибольшим и наименьшим предельными значениями параметров;

Станочное приспособление – устройство для базирования и закрепления заготовки при обработке на металлорежущем станке;

ЧПУ – числовое программное управление.

Оглавление

Введение.....	14
1. Проектирование технологического процесса	15
1.1 Назначение и конструкция детали. Анализ технологичности конструкции детали «Корпус электродвигателя».....	16
1.2 Определение типа производства и организационной формы работы.	17
1.3 Выбор исходной заготовки.	20
1.4 Проектирование маршрутного технологического процесса и операций детали «Корпус электродвигателя».....	21
1.5 Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовления детали «Корпус электродвигателя».....	24
1.5.1 Определение допусков на технологические размеры	24
1.5.2 Расчет осевых технологических размеров.....	26
1.5.3 Расчет диаметральных технологических размеров	32
1.6 Выбор оборудования.....	35
1.7 Расчет режимов и мощности резания	36
1.7.1 Токарная операция с ЧПУ	36
1.7.2 Фрезерная с ЧПУ	39
1.8 Нормирование технологического процесса	42
1.8.1 Расчет основного времени.....	42
1.8.2 Расчет вспомогательного времени	44
1.8.3 Расчет оперативного времени.....	44
1.8.4 Расчет времени на обслуживание рабочего места.....	45
1.8.5 Расчет времени на отдых.....	45
1.8.6 Определение подготовительно-заключительного времени.....	46
1.8.7 Расчет штучного времени.....	47
1.8.8 Расчет штучно-калькуляционного времени	47
2. Проектирование станочного приспособления	48
2.1 Техническое задание и разработка схемы приспособления.	48
2.2 Выбор базовой конструкции и описание работы приспособления.	48

2.3 Назначение технических требований на изготовление, эксплуатационную сборку приспособления.	49
2.4 Расчет точности приспособления	49
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение...	51
3.1 Планирование технического проектирования работ.....	51
3.1.1 Структура работ в рамках проектирования.....	51
3.1.2 Определение трудоемкости выполнения работ	52
3.1.3 Разработка проведения технического проектирования	53
3.2 Смета затрат на технический проект	56
3.2.1. Расчет материальных затрат технического проекта.....	56
3.2.2. Расчет полной заработной платы исполнителей темы.....	57
3.2.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	59
3.2.4 Накладные расходы.....	59
3.2.5 Формирование сметы затрат технического проекта	60
3.3 Определение ресурсоэффективности проекта	60
3.4. Выбор ресурсосберегающего технологического процесса	62
3.4.1. Расчет стоимости заводского и разработанного технологического процесса.....	62
4. Социальная ответственность.	66
4.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	67
4.1.1. Специальные правовые нормы трудового законодательства.....	67
4.1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	68
4.2. Производственная безопасность.....	70
4.2.1. Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования.....	70
4.2.1.1. Повышенный уровень шума.	71
4.2.1.2. Повышенный уровень вибрации	72
4.2.1.3. Электромагнитное поле	73
4.2.1.4. Недостаточная освещенность рабочей зоны.	74
4.2.1.5. Отклонение параметров микроклимата.....	75
4.2.1.6. Вредные вещества.	76

4.2.1.7. Механические опасности	78
4.2.1.8. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности заготовок.	78
4.2.1.9. Электроопасность.....	79
4.2.1.10. Пожаробезопасность.....	79
4.2.2. Обоснование мероприятий по защите персонала предприятия от действия опасных и вредных факторов.	81
4.3. Экологическая безопасность.....	83
4.3.1. Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду.	83
4.3.2. Обоснование мероприятий по защите окружающей среды.	83
4.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	83
4.4.1. Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на производстве при внедрении объекта исследований.....	83
4.4.2 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.	84
Заключение	86
Список использованных источников	87
Приложение А	89
Приложение Б	90
Приложение В.....	91
Приложение Г	92
Приложение Д.....	94

Введение

Машиностроение традиционно является ведущей отраслью экономики.

В современной технологии машиностроения развитие происходит по следующим направлениям:

- повышение возможностей, качества и экономичности средств технологического оснащения (высокопроизводительные станки, инструмент с повышенной стойкостью и т. д.);
- создание максимально эффективных маршрутов технологических процессов;
- использование эффективной системы управления и планирования производства;
- комплексная автоматизация производства, включающая в себя разработку конструкций изделий, технологическое проектирование, календарное планирование и др.

Цель данной работы – разработка технологического процесса изготовления детали «Корпус электродвигателя».

Для достижения поставленной цели, необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ технологичности конструкции;
- произвести выбор исходной заготовки;
- спроектировать технологический процесс обработки детали;
- рассчитать припуски операционных и исходных размеров заготовки;
- произвести размерный анализ технологического процесса;
- выбрать оборудование для обработки детали;
- рассчитать режимы обработки детали;
- выполнить нормирование технологического процесса.

Спроектированный технологический процесс должен удовлетворять требованиям экономичности изготовления детали.

1. Проектирование технологического процесса

Техническое задание

Разобрать технологический процесс изготовления детали «Корпус электродвигателя». Чертёж детали представлен на рис. 1.1. Годовая программа выпуска: 1000шт.

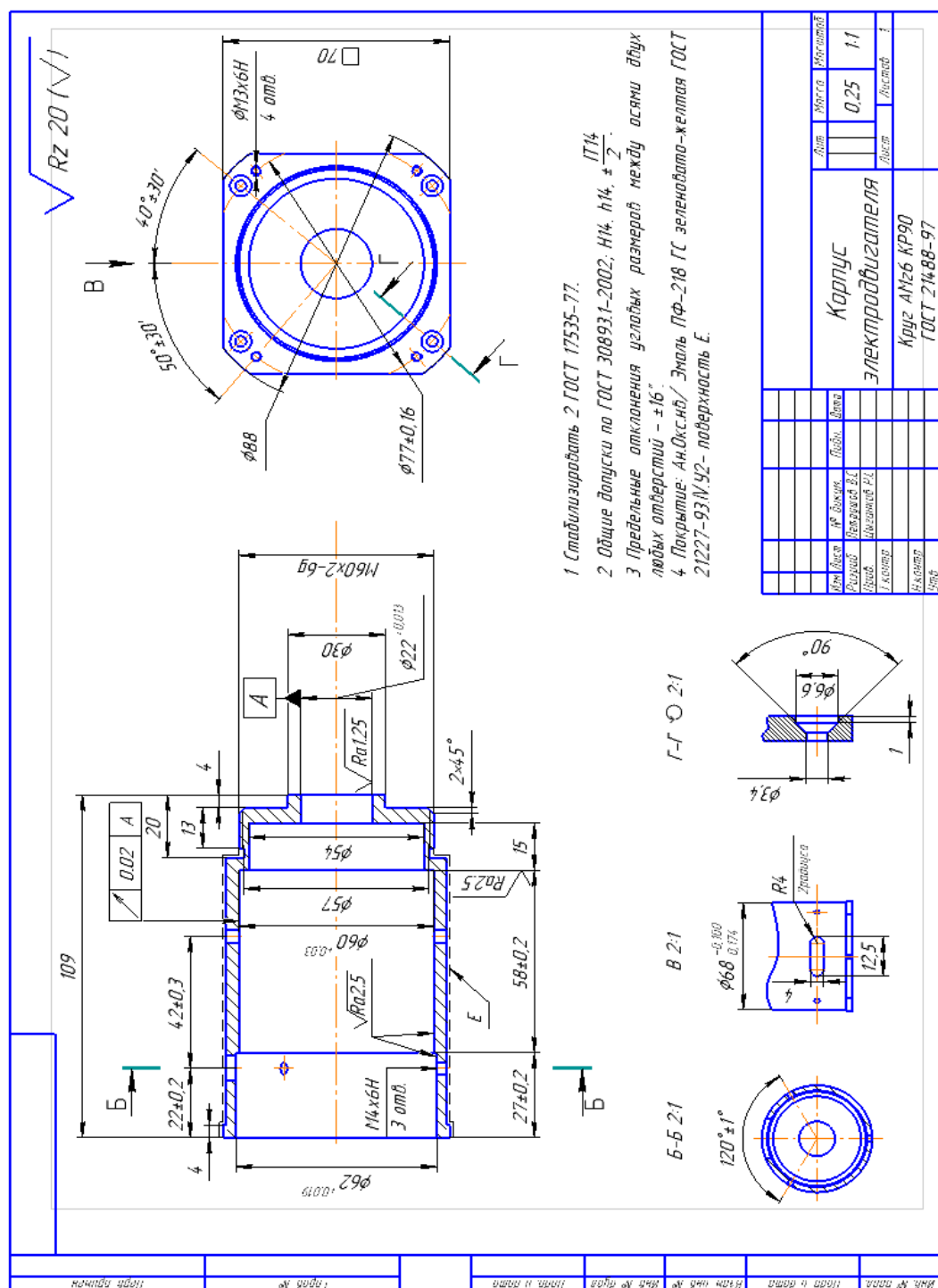


Рис.1.1 Чертеж детали «Корпус электродвигателя»

1.1 Назначение и конструкция детали. Анализ технологичности конструкции детали «Корпус электродвигателя».

Данная деталь относится к деталям типа «корпус». Корпусные детали предназначены для размещения в них сборочных единиц и деталей. Они должны обеспечивать постоянство точности относительного положения деталей и механизмов, как в статическом состоянии, так и при эксплуатации машины, поэтому обладают достаточной жесткостью. Дополнительно к корпусным деталям предъявляют требования по износостойкости, минимальным деформациям при переменной температуре, герметичности, удобству монтажа и демонтажа деталей.

Основные требования по точности: диаметры основных отверстий под подшипники выполняют с полем допуска H7 и $Ra = 1,6 \div 0,4$ мкм (иногда с полем допуска H6 и $Ra = 0,4 \div 0,2$ мкм).

Допуск соосности отверстий задают в пределах половины поля допуска на диаметр наименьшего отверстия, конусообразности и овальности не более 0,3-0,5 поля допуска на соответствующий диаметр.

Технологичные элементы:

- форма детали представляет собой тело вращения
- к обрабатываемым поверхностям имеется свободный подвод и отвод режущего и мерительного инструмента
- обеспечивается легкое удаление стружки
- имеется возможность вести обработку в универсальном трехкулачковом самоцентрирующемся патроне.
- заданную точность и шероховатость можно получить стандартным инструментом.

Подводя итог из всего вышеперечисленного деталь в целом можно считать технологичной.

1.2 Определение типа производства и организационной формы работы.

Тип производства определяется коэффициентом закрепления операций по формуле:

$$K_{з.о} = \frac{t_{\text{с}}}{T_{\text{ср}}} \quad (1.1)$$

$T_{\text{ср}}$ – среднее штучно-калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса, мин;

$t_{\text{в}}$ – такт выпуска детали, мин/шт.

$$t_{\text{с}} = \frac{\Phi_{\text{д}} \times 60}{N_{\text{р}}} \quad (1.2)$$

$\Phi_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд времени работы оборудования при двухсменной работе, ч;

$N_{\text{р}}=1000$ – годовой объем выпуска деталей, шт.

$$\Phi_{\text{д}} = \Phi_{\text{н}} \cdot \left(1 - \frac{K}{100}\right) \quad (1.3)$$

$\Phi_{\text{н}} = d \cdot t \cdot n$ – номинальный фонд работы оборудования при 2х сменном режиме, ч;

$K=3\%$ - коэффициент, учитывающий потери рабочего времени;

$d=247$ – число рабочих дней в 2018 году;

$t=12$ – продолжительность рабочей смены, ч;

$n=2$ – количество рабочих смен в день.

$$\Phi_{\text{д}} = 247 \cdot 12 \cdot \left(1 - \frac{3}{100}\right) = 2875 \text{ ч.}$$

$$t_{\text{с}} = \frac{2875 \cdot 60}{1000} = 172,5 \text{ мин.}$$

Определим среднее штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{\text{шт.к.и}}}{n} \quad (1.4)$$

$T_{\text{шт.к.и}}$ - штучно-калькуляционное время

n – количество основных операций.

Таблица 1.1 – Формулы для определения норм основного времени

Наименование перехода	Основное время обработки T_0 , мин
Отрезка	$0.011 \times D$
Черновая подрезка торца	$0.000037 \times (D^2 - d^2)$
Чистовая подрезка торца	$0.000052 \times (D^2 - d^2)$
Черновое точение	$0.000075 \times dl$
Чистовое точение	$0.00017 \times dl$
Растачивание отверстий на токарном станке	$0.00018 \times dl$
Черновое растачивание отверстий	$0.00020 \times dl$
Сверление отверстий	$0.00052 \times dl$
Зенкерование	$0.00021 \times dl$
Фрезерование	$0.0070 \times l$
d – диаметр обрабатываемой поверхности; l – длина обрабатываемой поверхности; D – диаметр обрабатываемого торца; (D-d) – разность наибольшего и наименьшего диаметров обрабатываемого торца.	

Расчет основного времени:

$$T_0 = 0,011 \cdot 90 = 0,99 \text{ мин.}$$

010 Токарная 1 переход

$$T_0 = 0,037 \cdot (90^2 - 0) + 0,075 \cdot 72 \cdot 109 + 0,52 \cdot 17 \cdot 117 \cdot 10^{-3} = 1,9 \text{ мин.}$$

010 Токарная 2 переход

$$T_0 = 0,037 \cdot (90^2 - 0) + 0,075 \cdot 89 \cdot 4 + 0,18 \cdot 50 \cdot 98,9 \cdot 10^{-3} = 1,77 \text{ мин.}$$

020 Токарная 1 переход

$$T_0 = 0,017 \cdot 89^2 + 0,17 \cdot 88 \cdot 38,5 + 0,18 \cdot 61,4 \cdot 27 + 0,18 \cdot 59,4 \cdot 58 + 0,18 \cdot 54 \cdot 15 + 0,18 \cdot 21,4 \cdot 11 \cdot 10^{-3} = 1,82 \text{ мин.}$$

020 Токарная 2 переход

$$T_0 = 0,017 \cdot 68^2 + 0,17 \cdot 68 \cdot 105 + 0,17 \cdot 60 \cdot 20 + 0,17 \cdot 30 \cdot 4 + 0,21 \cdot 60 \cdot 2 + 0,17 \cdot 60 \cdot 13 \cdot 10^{-3} = 1,68 \text{ мин.}$$

030 Фрезерная 1 переход

$$T_0 = 6 \cdot 51 + 4 \cdot 17 + (0,52 \cdot 3,4 \cdot 4,5) \cdot 6 \cdot 10^{-3} = 0,41 \text{ мин.}$$

030 Фрезерная 2 переход

$$T_O = 4 \cdot 280 + 0,52 \cdot 3,4 \cdot 5,5 \cdot 4 + 0,52 \cdot 2,4 \cdot 5,5 \cdot 4 \cdot 10^{-3} = 0,96 \text{ мин.}$$

050 Токарная

$$T_O = 0,18 \cdot 62 \cdot 27 + 0,18 \cdot 60 \cdot 58 + 0,18 \cdot 54 \cdot 15 + 0,18 \cdot 22 \cdot 9 \cdot 10^{-3} = 1,12 \text{ мин.}$$

Штучно – калькуляционное время i -ой основной операции, вычисляют по формуле:

$$T_{шт.к. i} = T_{oi} \cdot \varphi_{ki} \quad (1.5)$$

где: $\varphi_k = 2.14$ (токарные станки);

$\varphi_k = 1.84$ (фрезерные станки)

Таблица 1.2 – Результаты расчетов основного и штучно-калькуляционного времен

Операция	$\Sigma T_0, \text{мин}$	$\Sigma T_{шт.к.}, \text{мин}$
005 Заготовительная	0,99	0,99
010 Токарная с ЧПУ 1 переход	1,9	4,07
010 Токарная с ЧПУ 2 переход	1,77	3,8
020 Токарная с ЧПУ 1 переход	1,82	3,9
020 Токарная с ЧПУ 2 переход	1,68	3,6
030 Фрезерная с ЧПУ 1 переход	0,41	0,7
030 Фрезерная с ЧПУ 2 переход	0,96	2,05
050 Токарная	1,12	2,4

$$T_{cp} = \frac{0,99 + 4,07 + 3,8 + 3,9 + 3,6 + 0,7 + 2,05 + 2,4}{8} = 2,7 \text{ мин.}$$

$$K_{3,0} = \frac{172,5}{2,7} = 64$$

По значению коэффициента определяем тип производства при:

$K_{3,0} > 40$ - производство является единичным.

Размер партии деталей:

$$П = \frac{Nr \cdot a}{\Phi_d} \quad (1.6)$$

где: a – количество дней запаса деталей на складе. Рекомендуется принимать $a=35$ – для средних деталей.

$$П = \frac{1000 \cdot 35}{2875} = 12 \text{ шт.}$$

1.3 Выбор исходной заготовки.

Сплавы алюминия с магнием именуются магниями. АМг6 - это магниевый сплав высокой пластичности, но средней прочности. Он обладает хорошей коррозионной стойкостью, хорошей обрабатываемостью резанием и хорошо обрабатывается давлением. Это один из самых лёгких сплавов алюминия с плотностью 2,65 г/см³.

Свойства материала АМг6.

Химический состав материала АМг6 описывается в ГОСТ 4784-97 и включает: до 93,68 % алюминия, 5,8-6,8 % магния и прочие примеси.

Таблицы 1.3 – Химический состав материала АМг6

Fe	Si	Mn	Ti	Al	Cu	Be	Mg	Zn	Примеси
до 0.4	до 0.4	0.5- 0.8	0.02- 0.1	91.1- 93.68	до 0.1	0.0002- 0.005	5.8- 6.8	до 0.2	Всего 0.1

С учетом технологических свойств материала детали (материал детали АМг6), её габаритов и массы, требований к механическим свойствам (особых требований нет), а также типом производства (единичным), выбираем в качестве исходной заготовки – круг Ø90 АМг6 КР90 ГОСТ 21488-97.

1.4 Проектирование маршрутного технологического процесса и операций детали «Корпус электродвигателя».

Таблица 1.4 – Технологический процесс изготовления

Номер		Вид обработки	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
Операции	Перехода			
005	1	Заготовительная	1. Отрезать заготовку $D_{01} \times A_{01}$ мм	
010	1	Токарная с ЧПУ	1. Подрезать торец в размер A_{11} мм. 2. Точить поверхность $D_{11} \times A_{12}$ мм. 3. Сверлить отверстие D_{12} мм.	
	2		1. Подрезать торец в р-р A_{21} мм. 2. Точить поверхность D_{21} мм. 3. Расточить отверстие $D_{22} \times A_{22}$ мм.	

Продолжение таблицы 1.4

015	1	Термическая	1. Отжиг Нагреть до температуры 310-330 °С, выдержать 2-4ч, охладить на воздухе.	
020	1	Токарная с ЧПУ	1. Подрезать торец в р-р A_{51}мм. 2. Точить поверхность D_{51}мм. 3. Расточить отверстие $D_{52} \times A_{52}$мм 4. Расточить отверстие $D_{53} \times A_{53}$ 5. Расточить отверстие $D_{54} \times A_{54}$мм 3. Расточить отверстие D_{55}мм	
	2		1. Подрезать торец в р-р A_{61}мм. 2. Точить поверхность $D_{61} \times A_{62}$мм. 3. Проточить поверхность D_{62} под $M60 \times 2-6g$ 4. Проточить канавку до $\varnothing 57$мм. 5. Нарезать резьбу $M60 \times 2-6g$ 6. Выполнить фаску A_{64}	
025	1	Контроль	1. Контролировать размеры по чертежу	

Продолжение таблицы 1.4

030	1	Вертикальный обрабатывающий центр с ЧПУ	1. Фрезеровать паз 25x8мм 2. Сверлить 6 отв. под М4-6Н A_{71} и A_{72} 3. Нарезать резьбу М4-6Н в 6 отв.	
	2		1. Фрезеровать $\square 70$мм. 2. Сверлить 4 отв. $\varnothing 3,4/6,6(90^\circ)$ 3. Сверлить 4 отв. под М3-6Н 4. Нарезать резьбу М3-6Н в 4 отв.	
035	1	Промывка	1. Промыть деталь	
040	1	Контроль	1. Контролировать размеры по чертежу	
045	1	Термическая	1. Отжиг стабилизирующий. Загрузить деталь в разогретую электропечь $T=95-105^\circ\text{C}$, выдержать 4-6ч, извлечь.	
050	1	Токарная с ЧПУ	1. Расточить отверстие $D_{81} \times A_{52}$мм 2. Расточить отверстие $D_{82} \times A_{53}$ 3. Расточить отверстие $D_{83} \times A_{54}$мм 4. Расточить отверстие D_{84}мм	

Продолжение таблицы 1.4

055	1	Слесарная	1. Снять заусенцы. 2. Притупить острые кромки.	
060	1	Промывка	1. Промыть деталь	
065	1	Контроль	1.Контролировать размеры по чертежу.	
070	1	Гальваническая	1. Выполнить покрытие детали согласно требований чертежа	
075	1	Покраска	1. Выполнить окрашивание согласно требованиям чертежа	
080	1	Контроль	1.Контролировать размеры по чертежу. 2.Контролировать покрытие	
085	1	Транспортировка	1.Транспорти-ровать деталь в ЦКС.	

1.5 Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовления детали «Корпус электродвигателя».

1.5.1 Определение допусков на технологические размеры

Допуски размеров исходной заготовки находятся по соответствующим стандартам и справочным материалам. Допуски размеров, получаемых на операциях механической обработки, определяются с использованием таблиц точности. Эти таблицы включают в себя статические данные по погрешностям размеров заготовок, обрабатываемых на различных металлорежущих станках.

Величина допуска непосредственно зависит от вида и метода обработки, используемого оборудования, числа рабочих ходов и размера обрабатываемой поверхности.

Чертеж размерной схемы технологического процесса приведен в Приложении В.

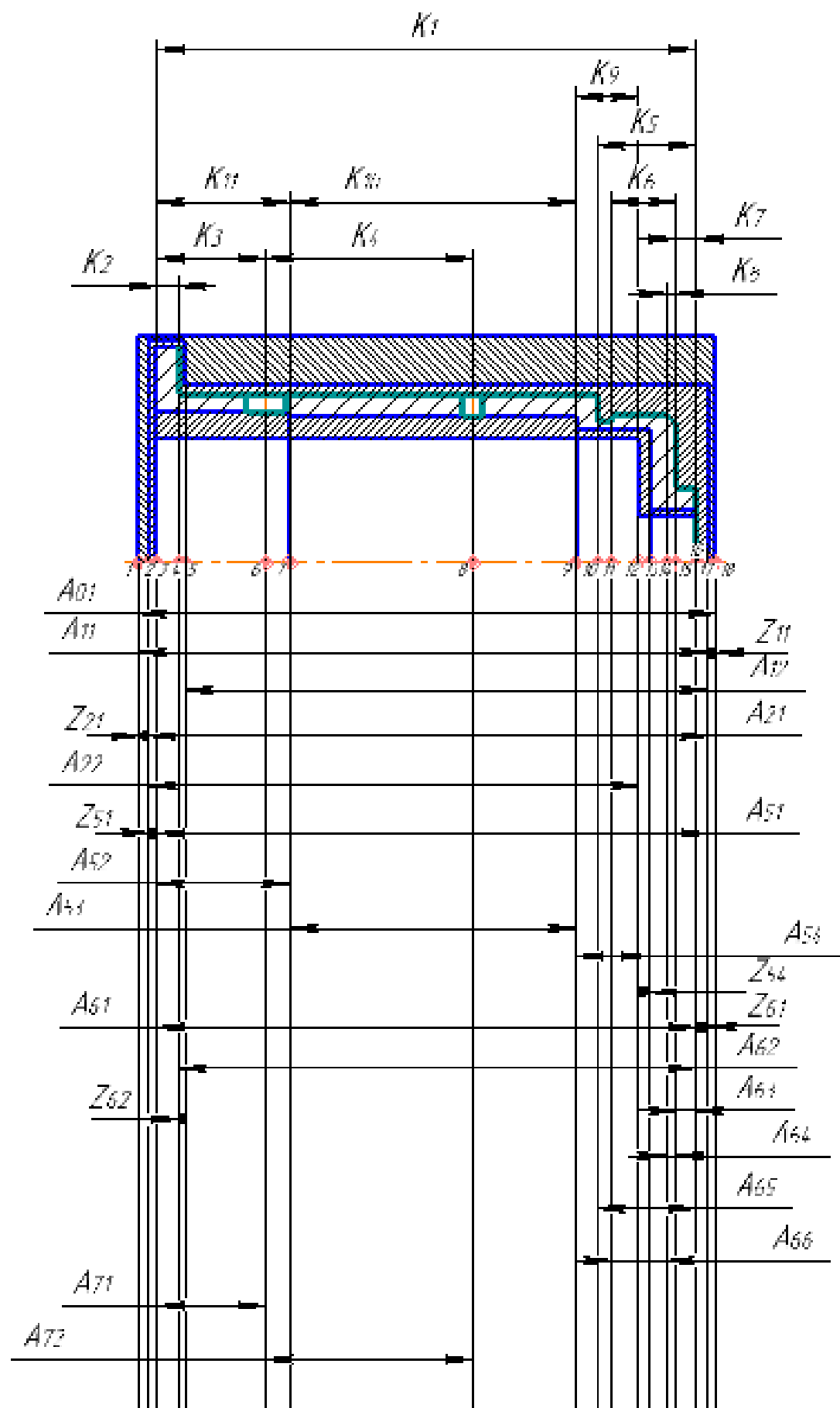


Рисунок 1.2 – Размерная схема осевых размеров технологического процесса

Допуски на конструкторские
осевые размеры:

$$TK_1 = 0,87 \text{ мм}$$

$$TK_2 = 0,3 \text{ мм}$$

$$TK_3 = 0,4 \text{ мм}$$

$$TK_4 = 0,6 \text{ мм}$$

$$TK_5 = 0,52 \text{ мм}$$

$$TK_6 = 0,43 \text{ мм}$$

$$TK_7 = 0,3 \text{ мм}$$

$$TK_8 = 0,25 \text{ мм}$$

$$TK_9 = 0,6 \text{ мм}$$

$$TK_{10} = 0,4 \text{ мм}$$

$$TK_{11} = 0,4 \text{ мм}$$

Допуски на конструкторские
диаметральные размеры:

$$TK_1 = 0,87 \text{ мм}$$

$$TK_2 = 0,27 \text{ мм}$$

$$TK_3 = 0,1 \text{ мм}$$

$$TK_4 = 0,52 \text{ мм}$$

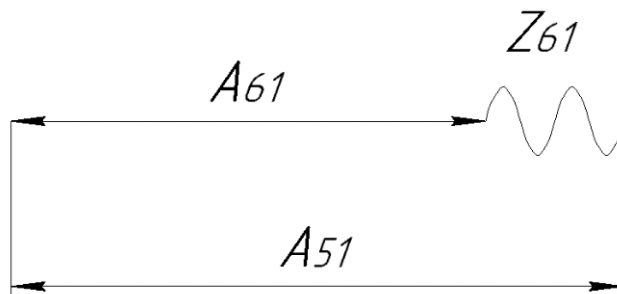
$$TK_5 = 0,74 \text{ мм}$$

$$TK_6 = 0,03 \text{ мм}$$

$$TK_7 = 0,019 \text{ мм}$$

$$TK_8 = 0,013 \text{ мм}$$

1.5.2 Расчет осевых технологических размеров



$$Z_{61}^{\min} = 0,2 \text{ мм}$$

$$A_{61} = 109_{-0,87} \text{ мм}$$

$$TA_{51} = 0,22 \text{ мм}$$

$$Z_{61} = A_{51}^{cp} - A_{61}^{cp} \text{ мм}$$

$$A_{61}^{cp} = 109 - \frac{TA_{61}}{2} = 109 - 0,435 = 108,565 \text{ мм}$$

$$TZ_{cp} = 0,87 + 0,22 = 1,09 \text{ мм}$$

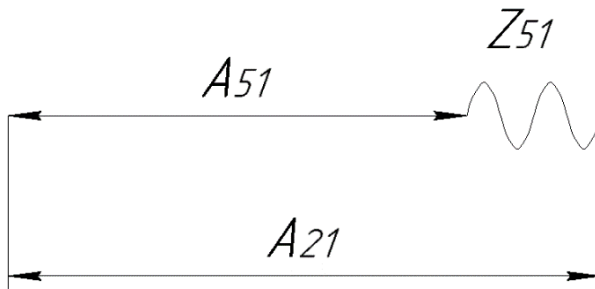
$$Z_{61}^{cp} = Z_{61}^{\min} + \frac{TZ_{cp}}{2} = 0,2 + 0,545 = 0,745 \text{ MM}$$

$$A_{51}^{cp} = A_{61}^{cp} + Z_{61}^{cp} = 108,56 + 0,745 = 109,3 \text{ MM}$$

$$A_{51}^{\max} = A_{51}^{cp} + \frac{TA_{51}}{2} = 109,3 + 0,11 = 109,41 \text{ MM}$$

$$A_{51} = 109,5_{-0,22} \text{ MM}$$

$$Z_{61} = 109,5_{-0,22} - 109_{-0,87} = 0,5_{-0,22}^{+0,87} \text{ MM}$$



$$Z_{51}^{\min} = 0,2 \text{ MM}$$

$$A_{51} = 109,5_{-0,22} \text{ MM}$$

$$TA_{21} = 0,22 \text{ MM}$$

$$Z_{51} = A_{21}^{cp} - A_{51}^{cp} \text{ MM}$$

$$A_{51}^{cp} = 109,5 - \frac{TA_{51}}{2} = 109,5 - 0,11 = 109,39 \text{ MM}$$

$$TZ_{cp} = 0,22 + 0,22 = 0,44 \text{ MM}$$

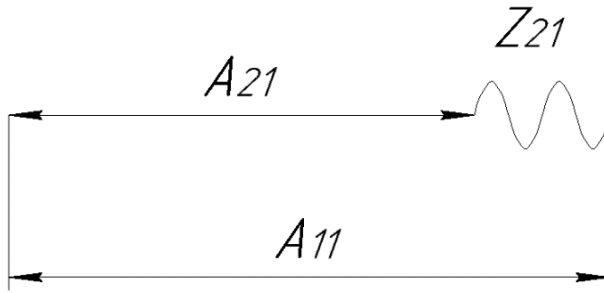
$$Z_{51}^{cp} = Z_{51}^{\min} + \frac{TZ_{cp}}{2} = 0,2 + 0,22 = 0,42 \text{ MM}$$

$$A_{21}^{cp} = A_{51}^{cp} + Z_{51}^{cp} = 109,39 + 0,42 = 109,81 \text{ MM}$$

$$A_{21}^{\max} = A_{21}^{cp} + \frac{TA_{51}}{2} = 109,81 + 0,11 = 109,92 \text{ MM}$$

$$A_{21} = 110_{-0,22} \text{ MM}$$

$$Z_{51} = 110_{-0,22} - 109,5_{-0,22} = 0,5 \pm 0,22 \text{ MM}$$



$$Z_{21}^{\min} = 0,4 \text{ MM}$$

$$A_{21} = 110_{-0,22} \text{ MM}$$

$$TA_{11} = 0,3 \text{ MM}$$

$$Z_{21} = A_{11}^{cp} - A_{21}^{cp} \text{ MM}$$

$$A_{21}^{cp} = 110 - \frac{TA_{21}}{2} = 110 - 0,15 = 109,85 \text{ MM}$$

$$TZ_{cp} = 0,22 + 0,3 = 0,52 \text{ MM}$$

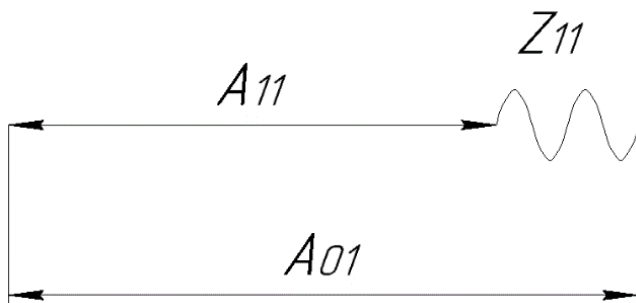
$$Z_{21}^{cp} = Z_{21}^{\min} + \frac{TZ_{cp}}{2} = 0,4 + 0,26 = 0,66 \text{ MM}$$

$$A_{11}^{cp} = A_{21}^{cp} + Z_{21}^{cp} = 109,85 + 0,66 = 110,51 \text{ MM}$$

$$A_{11}^{\max} = A_{11}^{cp} + \frac{TA_{21}}{2} = 110,51 + 0,11 = 110,62 \text{ MM}$$

$$A_{11} = 110,7_{-0,3} \text{ MM}$$

$$Z_{21} = 110,7_{-0,3} - 110_{-0,22} = 0,7_{-0,3}^{+0,22} \text{ MM}$$



$$Z_{11}^{\min} = 0,4 \text{ MM}$$

$$A_{11} = 110,7_{-0,3} \text{ MM}$$

$$TA_{01} = 0,3 \text{ MM}$$

$$Z_{11} = A_{01}^{cp} - A_{11}^{cp} \text{ MM}$$

$$A_{11}^{cp} = 110,7 - \frac{TA_{11}}{2} = 110,7 - 0,15 = 110,55 \text{ MM}$$

$$TZ_{cp} = 0,3 + 0,3 = 0,6 \text{ MM}$$

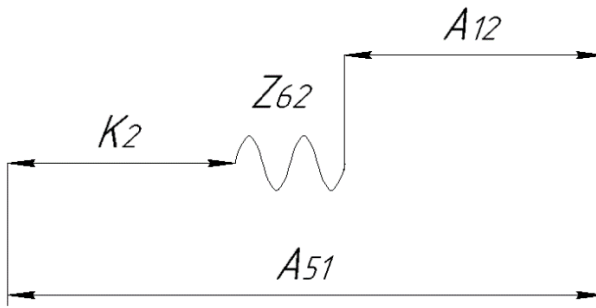
$$Z_{11}^{cp} = Z_{11}^{\min} + \frac{TZ_{cp}}{2} = 0,4 + 0,3 = 0,7 \text{ MM}$$

$$A_{01}^{cp} = A_{11}^{cp} + Z_{11}^{cp} = 110,55 + 0,7 = 111,25 \text{ MM}$$

$$A_{01}^{\max} = A_{01}^{cp} + \frac{TA_{11}}{2} = 111,25 + 0,15 = 111,4 \text{ MM}$$

$$A_{01} = 111,4_{-0,3} \text{ MM}$$

$$Z_{11} = 111,4_{-0,3} - 110,7_{-0,3} = 0,7 \pm 0,3 \text{ MM}$$



$$Z_{62}^{\min} = 0,4 \text{ MM}$$

$$A_{51} = 109,5_{-0,22} \text{ MM}$$

$$K_2 = 4 \pm 0,15 \text{ MM}$$

$$TA_{12} = 0,6 \text{ MM}$$

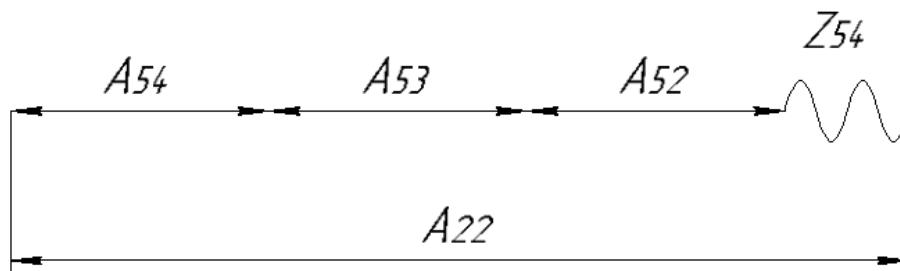
$$Z_{62}^{cp} = \frac{Z_{62}^{\min} + Z_{62}^{\max}}{2} = \frac{Z_{62}^{\min} + (Z_{62}^{\min} + TA_{12} + TK_2 + TA_{51})}{2}$$

$$Z_{62}^{cp} = \frac{0,4 + (0,4 + 0,6 + 0,3 + 0,22)}{2} = 0,96 \text{ MM}$$

$$A_{51}^{cp} = K_2^{cp} + A_{12}^{cp} + Z_{62}^{cp}$$

$$A_{12}^{cp} = A_{51}^{cp} - (K_2^{cp} + Z_{62}^{cp}) = 109,39 - (4 + 0,96) = 104,43 \text{ MM}$$

$$A_{12} = 104,5 \pm 0,3 \text{ MM}$$



$$Z_{54}^{\min} = 0,2 \text{ мм}$$

$$A_{54} = 15 \pm 0,3 \text{ мм}$$

$$A_{53} = 58 \pm 0,2 \text{ мм}$$

$$A_{52} = 27 \pm 0,2 \text{ мм}$$

$$K_2 = 4 \pm 0,15 \text{ мм}$$

$$TA_{22} = 0,4 \text{ мм}$$

$$Z_{54}^{cp} = \frac{Z_{54}^{\min} + Z_{54}^{\max}}{2} = \frac{Z_{54}^{\min} + (Z_{54}^{\min} + TA_{54} + TA_{53} + TA_{52} + TA_{22})}{2}$$

$$Z_{54}^{cp} = \frac{0,2 + (0,2 + 0,6 + 0,4 + 0,4 + 0,4)}{2} = 1,1 \text{ мм}$$

$$A_{22}^{cp} = A_{54}^{cp} + A_{53}^{cp} + A_{52}^{cp} + Z_{54}^{cp}$$

$$A_{22}^{cp} = 1,1 + 15 + 58 + 27 = 101,1 \text{ мм}$$

$$A_{22} = 101_{-0,2}^{+0,4} \text{ мм}$$

Граф дерево технологических размерных цепей представлен на рисунке 1.3 и в Приложении В.

1.5.3 Расчет диаметральных технологических размеров

Таблица 1.5 Расчет припусков на обработку поверхности $\varnothing 88_{-0,87}^{+1,5}$

Технологические операции и переходы обработки поверхностей	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{\min}$, мкм	Расчетный размер, мм	Допуск δ , мкм
	Rz	T	ρ	ε			
Наружный $\varnothing 88_{-0,87}^{+1,5}$							
Заготовка	200	300	327	-		89,3	2200
Точение: -черновое	120	120	20	-	1654	87,65	1400
-чистовое	30	30	13	-	520	87,13	870

$$D_{01} = 90_{-0,7}^{+1,5} \text{ мм}$$

$$D_{21} = 88_{-0,35}^{+1,05} \text{ мм}$$

$$D_{51} = K_1 = 88_{-0,87} \text{ мм}$$

Таблица 1.6 Расчет припусков на обработку поверхности $\varnothing 68_{-0,174}^{+1,1}$

Технологические операции и переходы обработки поверхностей	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{\min}$, мкм	Расчетный размер, мм	Допуск δ , мкм
	Rz	T	ρ	ε			
Наружный $\varnothing 68_{-0,174}^{+1,1}$							
Заготовка	200	300	327	-		70	1200
Точение: -черновое	120	120	20	-	1654	68,35	740
-чистовое	30	30	13	-	520	67,826	74

$$D_{11} = 68_{+0,35}^{+1,1} \text{ мм}$$

$$D_{63} = K_2 = 68_{-0,174}^{+1,1} \text{ мм}$$

Таблица 1.7 Расчет припусков на обработку поверхности Ø 59,8_{-0,1}

Технологические операции и переходы обработки поверхностей	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск 2Zmin, мкм	Расчетный размер, мм	Допуск δ, мкм
	Rz	T	ρ	ε			
Наружный под М60х2-6g Ø59,8-0,1							
Заготовка	120	120	20	-		60,7	4600
Точение: -черновое	120	120	12	-	520	60,2	740
-чистовое	30	30	12	-	482	59,7	100

Таблица 1.8 Расчет припусков на обработку поверхности Ø 30_{-0,52}

Технологические операции и переходы обработки поверхностей	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск 2Zmin, мкм	Расчетный размер, мм	Допуск δ, мкм
	Rz	T	ρ	ε			
Наружный Ø30 _{-0,52}							
Заготовка	120	120	12	-		30,7	3300
Точение: -черновое	120	120	0,07	-	482	30,22	520
-чистовое	30	30	0,05	-	480	29,74	520

$$D_{13} = 30^{+0,74}_{+0,22} \text{ мм}$$

$$D_{63} = K_4 = 68^{-0,1}_{-0,174} \text{ мм}$$

Таблица 1.9 Расчет припусков на обработку поверхности Ø 54 ± 0,37

Технологические операции и переходы обработки поверхностей	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск 2Zmin, мкм	Расчетный размер, мм	Допуск δ, мкм
	Rz	T	ρ	ε			
Внутренний Ø54±0,37							
Заготовка	50	70	300	-		52,25	3000
Точение: -черновое	120	120	18	-	860	53,11	740
-чистовое	30	30	12	-	516	53,63	740

$$D_{22} = 53^{+0,85}_{+0,11} \text{ мм}$$

$$D_{54} = K_5 = 54 \pm 0,37 \text{ мм}$$

Таблица 1.10 Расчет припусков на обработку поверхности Ø 60^{+0,03}

Технологические операции и переходы обработки поверхностей	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск 2Zmin, мкм	Расчетный размер, мм	Допуск δ , мкм
	Rz	T	ρ	ε			
Внутренний Ø 60 ^{+0,03}							
Заготовка	30	30	12	-		59,78	300
Растачивание: -чистовое	20	20	0,72	-	144	59,92	74
-тонкое	10	10	0,48	-	81,5	60	30

$$D_{53} = 60_{-0,08} \text{ мм}$$

$$D_{54} = K_6 = 60^{+0,03} \text{ мм}$$

Таблица 1.11 Расчет припусков на обработку поверхности Ø 62^{+0,019}

Технологические операции и переходы обработки поверхностей	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск 2Zmin, мкм	Расчетный размер, мм	Допуск δ , мкм
	Rz	T	ρ	ε			
Внутренний Ø 62 ^{+0,019}							
Заготовка	20	20	0,72	-		61,84	74
Растачивание: -чистовое	20	20	0,04	-	81,44	61,92	30
-тонкое	10	10	0,03	-	80,08	62	19

$$D_{52} = 61,9^{+0,02}_{-0,01} \text{ мм}$$

$$D_{81} = K_7 = 62^{+0,019} \text{ мм}$$

Таблица 1.12 Расчет припусков на обработку поверхности Ø 22^{+0,013}

Технологические операции и переходы обработки поверхностей	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск 2Zmin, мкм	Расчетный размер, мм	Допуск δ , мкм
	Rz	T	ρ	ε			
Внутренний Ø 22 ^{+0,013}							
Заготовка	20	20	0,72	-		21,84	74
Растачивание: -чистовое	20	20	0,04	-	81,44	21,92	30
-тонкое	10	10	0,03	-	80,08	22	13

$$D_{64} = 21,9^{+0,02}_{-0,01} \text{ мм}$$

$$D_{84} = K_8 = 22^{+0,013} \text{ мм}$$

1.6 Выбор оборудования

При назначении режимов резания следует учитывать вид обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал заготовки, тип и состояние станка.

Используемые станки и необходимые технические характеристики:

Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16K20Ф3

Диаметр обработки, мм	500
Наибольшая длина обработки, мм	1000
Пределы частот вращения шпинделя, об/мин	2500
Мощность электродвигателя главного движения, кВт	11
Размер инструментов, мм	25x25
Диаметр расточной оправки, мм	60
Тип ЧПУ	2P22

2P22- оснащен главным приводом КЕМРОН и приводом подачи КЕМТОК по оси Z и X.

Фрезерный станок с ЧПУ LITZ 2000

Перемещение по оси X,Y,Z,мм	2000/900/800
Характеристики шпинделя, кВт/об/мин	15/15-8000
Максимальная нагрузка на стол, кг	3000
Хвостовик инструмента	BT50
Тип ЧПУ	Siemens

1.7 Расчет режимов и мощности резания

При назначении режимов резания следует учитывать вид обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал заготовки, тип и состояние станка.

1.7.1 Токарная операция с ЧПУ

Инструмент:

Резец для контурного точения со сменными пластинами SANDVIC.

Державка токарная с креплением типа S (закрепление пластин винтом).

С углом в плане 95°. Для продольного точения и обрезки торца. SCLCR 2525M12

$h=25\text{мм}$, $b=25\text{мм}$, $l_1=150\text{мм}$, $l_2=26$, $f=32$.

Геометрические параметры режущей части: пластина сменная

CCGX 12.04.04-Al $\varphi = 80^\circ$; $\varphi_1 = 10^\circ$; $\alpha = 7^\circ$; $\lambda = 7^\circ$; $r = 0.4$

Глубина резания

$t = 4.3\text{мм}$

Подача

$S_0 = 0.51\text{мм / об}$

[4, табл. 14, стр. 268]

Скорость главного движения резания

$$V = \frac{C_v}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_v, \text{ м/мин} \quad (1.7)$$

где $T = 60\text{мин}$ – период стойкости инструмента;

t – глубина резания;

$C_v = 328$ – постоянный коэффициент;

$m=0.28$, $x=0.12$, $y=0.5$ – показатели степени; [4, табл. 17, стр.270]

K_v - общий поправочный коэффициент на скорость резания учитывающий фактические условия резания.

Поправочные коэффициенты:

$K_m=1$ – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки [4, табл. 4, стр. 263]

$K_n=0.9$ – коэффициент, учитывающий состояние поверхности [4, табл.5, стр.263]

$K_u=2.5$ – коэффициент, учитывающий материал инструмента [4,табл.6, стр.263]

$K_\phi = 0.7; K_{\phi 1}=1; K_r = 0,94$ [4, табл. 18, стр. 271]

Общий поправочный коэффициент на скорость резания

$K_v = K_m \times K_n \times K_u \times K_\phi \times K_{\phi 1} \times K_r$ - при обычной обработке.

$$K_v = 1 \times 0.9 \times 2.5 \times 0.7 \times 1 \times 0.94 = 1.48$$

$$V = \frac{328}{60^{0.28} \times 4.3^{0.12} \times 0.51^{0.5}} \times 1.48 = 181 \text{ м / мин}$$

Расчетное число частоты вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 181}{3,14 \cdot 380} = 151 \text{ об / мин} \text{ принимаем } 150 \text{ об/мин.}$$

Фактическая скорость резания

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 \times 380 \times 150}{1000} = 179 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Сила резания

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times S_o^y \times V^n \times K_p, H$$

Значения коэффициентов и показателей степеней формулы;

$$C_p = 40 \quad X = 1 \quad Y = 0.75 \quad n = 0$$

Соответствующие поправочные коэффициенты:

$K_m = 1.5$ – коэффициент на характеристику механических свойств обрабатываемого материала [4, табл. 10, стр. 265]

$K_\gamma = 1$ – коэффициент на передний угол γ

$K_\phi = 1.08$ – коэффициент на главный угол в плане

$K_\lambda = 1$ – коэффициент на угол наклона режущей кромки [4, табл.23, стр.275]

$$K_p = 1.5 \times 1 \times 1.08 \times 1 = 1.62$$

$$P_z = 10 \times 40 \times 4.3^1 \times 0.51^{0.75} \times 179^0 \times 1.62 = 1680 H = 1680 \text{ кгс}$$

Мощность, затрачиваемая на резание

$$N = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60} \text{ кВт} \quad (1.8)$$

$$N_{рез} = \frac{1680 \times 179}{1020 \times 60} = 4.92 \text{ кВт}$$

$$N_{шт} = 11 \times 0.75 = 8.25 \text{ кВт}$$

Проверяем достаточно ли мощность станка

$N_{рез} < N_{шт}$ – условие обработки соблюдено

Таблица 1.13 – Результаты расчета режимов резания

Операция	Переход	Число рабочих ходов	Подача S, мм/об	Частота вращения шпинделя n, об/мин	Скорость резания V, м/мин	Мощность затраченная на резание N, кВт < N _{шт}
010 Токарная с ЧПУ	1	1	0.5	150	179	4.92
		2	0.5	170	202	2.3
		3	0.5	250	295	0.8
	2	1	0.5	150	179	4.92
		2	0.5	170	202	2.3
		3	0.5	250	295	0.8
020 Токарная с ЧПУ	1	1	0.5	170	200	2.2
		2	0.5	160	190	4.7
		3	0.4	190	220	2.8
		4	0.5	190	203	2.3
		5	0.3	280	296	0.8
		6	0.4	190	220	2.8
	2	1	0.5	170	200	2.2
		2	0.5	160	190	4.7
		3	0.4	190	220	2.8
		4	0.5	190	203	2.3
		5	0.3	280	296	0.8
		6	0.4	190	220	2.8
055 Токарная с ЧПУ	1	1	0.5	150	179	4.92
		2	0.5	170	202	2.3
		3	0.5	250	295	0.8
		4	0.5	150	179	4.92

1.7.2 Фрезерная с ЧПУ

$D = 20\text{мм}$ – Диаметр фрезы

$Z = 3$ – число зубьев

$t = 5\text{мм}$ – глубина фрезерования

$B = 1\text{мм}$ – ширина фрезерования

$S_z = 0.12\text{ мм/зуб}$ по каталогу

Расчет скорости резания

$$V = \frac{C_v \times D^q}{T^m \times t^x \times S_z^y \times B^u \times Z^p} \times K_v, \text{ м / мин} \quad (1.9)$$

T – стойкость инструмента, мин

$T=80$

Общий поправочный коэффициент

$$K_v = K_{mv} \times K_{nv} \times K_{uv} = 1 \times 0.9 \times 1 = 0.9$$

Значение коэффициентов C_v, q, x, y, u, p, t берем из таблицы

$$C_v = 185.5; q = 0.45; x = 0.3; y = 0.2; u = 0.1; p = 0.1; t = 0.33;$$

$$V = \frac{185.5 \times 20^{0.45}}{80^{0.33} \times 15^{0.3} \times 0.12^{0.2} \times 1^{0.1} \times 3^{0.1}} = 102.2 \text{ м / мин}$$

Частота вращения шпинделя

$$n_{расч} = \frac{1000 \times V}{\pi D} = \frac{1000 \times 102.2}{3.14 \times 20} = 1627 \text{ об / мин}$$

Принимаем $n_{пр} = 1600 \leq n_{расч}$

Сила резания:

Окружная сила

$$P_z = \frac{10 \times C_p \times t^x \times S_z^y \times B^u \times Z}{D^q \times n^w} \times K_{mp} \quad (1.10)$$

Значение коэффициентов C_p, x, y, u, q, w берем из таблицы

$$C_p = 22.6, x = 0.86, y = 0.72, u = 1, q = 0.86, w = 0$$

$$P_z = \frac{10 \times 22.6 \times 15^{0.86} \times 0.12^{0.72} \times 1^1 \times 3}{20^{0.86} \times 1600^0} \times 1 = 114.1 \text{ Н}$$

Эффективность мощностью резания

$$N_E = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60} = \frac{114.1 \times 102.2}{61200} = 0.19 \text{ кВт}$$

Фрезерная с ЧПУ (Сверление)

Сверлить 5 отверстия

Инструмент: сверло-метчик М4

Определяем глубину резания

$$t = \frac{D}{2} = \frac{4.2}{2} = 2.1 \text{ мм}$$

Назначаем подачу

$$S_o = 0.15 \text{ мм / об}$$

Коэффициент для более высокого качества $K_{os}=0.5$

$$S_o = 0.15 \times 0.5 = 0.075 \text{ мм / об}$$

Определяем скорость резания

$$V = \frac{C_v \times D^q}{T^m \times S^y} K_v \quad (1.11)$$

Коэффициенты берем по таблице

$$C_v = 36.3 \quad q = 0.25 \quad y = 0.55 \quad m = 0.125$$

$$K_v = K_m \times K_u \times K_l = 1.2 \times 1 \times 0.7 = 0.84$$

$$K_m = 1.2$$

$$K_u = 1$$

$$K_l = 0.7$$

$$V = \frac{36.3 \times 4.2^{0.25}}{15^{0.125} \times 0.075^{0.55}} \times 0.84 = 154.5 \text{ м / мин}$$

Число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi D} = \frac{1000 \times 154.5}{3.14 \times 4.2} = 1600 \text{ об / мин}$$

Определяем крутящий момент

$$M_{кр} = 10 \times C_m \times D^q \times S^y \times K_p \quad (1.12)$$

$$C_m = 0,005 \quad q = 2 \quad y = 0.8$$

$$K_p = K_{mp} = 1,5$$

$$M_{кр} = 10 \times 0.005 \times 4.2^2 \times 0.075^{0.8} \times 1.5 = 0.16 \text{ Нм}$$

Определяем мощность, затраченную на резание

$$N = \frac{M_{кр} \times n}{9750} = \frac{0.16 \times 1600}{9750} = 0.02 \text{ кВт}$$

Таблицы 1.14 Результаты расчета режимов резания

Операция	Переход	Число рабочих ходов	Подача S, мм/об	Частота вращения шпинделя n, об/мин	Скорость резания V, м/мин	Мощность затраченная на резание N, кВт < N _{шп}
030 Фрезерно-сверлильная	1	1	0.5	200	230	1.4
		6	0.4	220	250	0.9
	2	1	0.5	200	230	1.4
		4	0.4	220	250	0.9
		4	0,4	220	250	0,9

1.8 Нормирование технологического процесса

1.8.1 Расчет основного времени

Основное время – время, затрачиваемое на движение инструмента на рабочей подаче.

Расчет основного времени производят на основании следующей зависимости [8]:

$$t_o = \frac{Li}{Sn} \quad (1.13)$$

где L – расчётная длина обработки, мм;

i - число рабочих ходов;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

S – подача, мм/об (мм/мин).

Расчетную длину обработки определяют, как:

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3 \quad (1.14)$$

здесь l – размер детали на данном переходе, мм;

l_1 – величина подвода инструмента, мм;

l_2 – величина врезания инструмента, мм.

l_3 – величина перебега инструмента, мм.

Величины подвода и перебега для токарной, сверлильной и фрезерной принимаем равной 1мм, для заготовительной и слесарной операции данный параметр принимаем равным 0.

Величина врезания инструмента в каждом конкретном случае определяется как:

$$l_2 = \frac{t}{tg\varphi} \quad (1.15)$$

где t – глубина резания, мм;

φ - угол в плане.

Определяем основное время

$$T_o = \frac{L \times i}{n \varnothing \times S_o} = \frac{30.38 \times 1}{150 \times 0.51} = 0.66 \text{ мин}$$

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3 = 26 + 2 + 0.38 + 2 = 30.38 \text{ мм}$$

$$l = \frac{D - d}{2} = 26 \text{ мм} .$$

Остальные результаты операций приведем в таблице 1.15

Таблица 1.15 Основное время операций.

№ операции	№ перехода	Число рабочих ходов	Основное время
010	1	1	0.3
		2	0,59
		3	1,03
	2	1	0.3
		2	0,58
		3	0,89
020	1	1	0.13
		2	0.58
		3	0,29
		4	0.62
		5	0.15
		6	0,04
	2	1	0,08
		2	1,2
		3	0,2
		4	0,02
		5	0,025
		6	0,13
	3	1	0.37
		6	0.05
030	2	1	1,12
		4	0,04
		4	0,03
		4	0,03
055	1	1	0,3
		2	0,63
		3	0,15
		4	0,04

1.8.2 Расчет вспомогательного времени

$$t_{\text{в}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{изм}} \quad (1.16)$$

Где $t_{\text{уст}}$ - время на установку и снятие детали;

$t_{\text{упр}}$ - время на управление станком;

$t_{\text{изм}}$ - время измерения детали.

010 Токарная с ЧПУ

$$t_{\text{в}} = t_{\text{упр}} + t_{\text{уст}} = 0.41 + 0.23 = 0.64 \text{ мин}$$

020 Токарная с ЧПУ

$$t_{\text{в}} = t_{\text{упр}} + t_{\text{уст}} = 0.41 + 0.23 = 0.64 \text{ мин}$$

030 Фрезерно-сверлильная

$$t_{\text{в}} = t_{\text{упр}} + t_{\text{уст}} = 0.41 + 0.23 = 0.64 \text{ мин}$$

060 Токарная с ЧПУ

$$t_{\text{в}} = t_{\text{упр}} + t_{\text{уст}} = 0.41 + 0.23 = 0.64 \text{ мин}$$

1.8.3 Расчет оперативного времени

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{очн}} + t_{\text{в}} \quad (1.17)$$

010 Токарная с ЧПУ

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{очн}} + t_{\text{в}} = 7.87 + 0.64 = 8.51 \text{ мин}$$

020 Токарная с ЧПУ

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{очн}} + t_{\text{в}} = 7.5 + 0.64 = 8.14 \text{ мин}$$

030 Фрезерно-сверлильная

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{очн}} + t_{\text{в}} = 2.75 + 0.64 = 3.39 \text{ мин}$$

060 Токарная с ЧПУ

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{очн}} + t_{\text{в}} = 2.4 + 0.64 = 3.04 \text{ мин}$$

1.8.4 Расчет времени на обслуживание рабочего места

$$t_{обс} = a \times t_{он} \quad (1.18)$$

1. Токарная операция с ЧПУ

$$t_{обс} = a \times t_{он} = 0.03 \times 8,51 = 0.26 \text{ мин}$$

2. Токарная с ЧПУ

$$t_{обс} = a \times t_{он} = 0.03 \times 8,14 = 0.24 \text{ мин}$$

3. Фрезерно-сверлильная

$$t_{обс} = a \times t_{он} = 0.03 \times 3,39 = 0,1 \text{ мин}$$

4. Токарная с ЧПУ

$$t_{обс} = a \times t_{он} = 0.03 \times 3,04 = 0.09 \text{ мин}$$

1.8.5 Расчет времени на отдых

$$t_{отд} = \beta \times t_{он} \quad (1.19)$$

1. Токарная с ЧПУ

$$t_{отд} = \beta \times t_{он} = 0.04 \times 8,51 = 0.34 \text{ мин}$$

2. Токарная с ЧПУ

$$t_{отд} = \beta \times t_{он} = 0.04 \times 8,14 = 0.32 \text{ мин}$$

3. Фрезерно-сверлильная

$$t_{отд} = \beta \times t_{он} = 0.04 \times 3,39 = 0.14 \text{ мин}$$

4. Токарная с ЧПУ

$$t_{отд} = \beta \times t_{он} = 0.04 \times 3,04 = 0,12 \text{ мин}$$

1.8.6 Определение подготовительно-заключительного времени.

$$t_{ПЗ} = t_{ПЗ1} + t_{ПЗ2} + t_{ПЗ3} \quad (1.20)$$

$t_{ПЗ1}$ – время на получение наряда, чертежа, технологической документации. На ознакомление с документами и осмотр заготовки затрачивается 4 мин; на инструктаж мастера – 2 мин; на установку рабочих органов станка или зажимного приспособления по двум координатам в нулевое положение – 4 мин; итого на комплекс приемов – 10 мин. В соответствии с руководящим материалом Оргстанкпрома принята единая норма для всех станков с ЧПУ.

1. Токарная с ЧПУ

$$t_{ПЗ2} = 12 \text{ мин.}$$

$$t_{ПЗ3} = 5,4 \text{ мин} \quad \text{время на взятие пробной стружки}$$

$$t_{ПЗ} = 12 + 10 + 5,4 = 27,4 \text{ мин.}$$

2. Токарная с ЧПУ

$$t_{нз} = t_{нз1} \times t_{нз2} \times t_{нз3}$$

$$t_{нз1} = 10 \text{ мин}$$

$$t_{нз2} = 12 \text{ мин}$$

$$t_{нз3} = 5,4 \text{ мин}$$

$$t_{нз} = 10 + 12 + 5,4 = 27,4 \text{ мин}$$

3. Фрезерно-сверлильная

$$t_{нз} = t_{нз1} \times t_{нз2} \times t_{нз3}$$

$$t_{нз1} = 10 \text{ мин}$$

$$t_{нз2} = 12 \text{ мин}$$

$$t_{нз3} = 6 \text{ мин} \quad \text{на установку инструмента}$$

$$t_{нз} = 10 + 12 + 6 = 28 \text{ мин}$$

4. Токарная с ЧПУ

$$t_{nz} = t_{nz1} \times t_{nz2} \times t_{nz3}$$

$$t_{nz1} = 10 \text{ мин}$$

$$t_{nz2} = 12 \text{ мин}$$

$$t_{nz3} = 5.4 \text{ мин}$$

$$t_{nz} = 10 + 12 + 5.4 = 27.4 \text{ мин}$$

1.8.7 Расчет штучного времени

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{\epsilon} + t_{обс} + t_{отд} \quad (1.21)$$

1. Токарная с ЧПУ

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{\epsilon} + t_{обс} + t_{отд} = 7,87 + 0.64 + 0.26 + 0.34 = 9,1 \text{ мин}$$

2. Токарная с ЧПУ

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{\epsilon} + t_{обс} + t_{отд} = 7,5 + 0.64 + 0.24 + 0.32 = 8,7 \text{ мин}$$

3. Фрезерно-сверлильная

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{\epsilon} + t_{обс} + t_{отд} = 2,75 + 0.64 + 0,1 + 0,14 = 3,63 \text{ мин}$$

4. Токарная с ЧПУ

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{\epsilon} + t_{обс} + t_{отд} = 2,4 + 0.64 + 0.09 + 0.12 = 2,67 \text{ мин}$$

1.8.8 Расчет штучно-калькуляционного времени

$$t_{шт.к} = \Sigma t_{шт} + \frac{\Sigma t_{nz}}{N} \quad (1.22)$$

$$\Sigma t_{шт} = 9,1 + 8,7 + 3,63 + 2,67 = 24,1 \text{ мин}$$

$$\Sigma t_{nz} = 27.4 + 27.4 + 27.4 + 28 = 110,2 \text{ мин}$$

$$t_{шт.к} = 24,1 + \frac{110,2}{1000} = 24,2 \text{ мин}$$

2. Проектирование станочного приспособления

2.1 Техническое задание и разработка схемы приспособления.

Требуется спроектировать станочное приспособление для операции сверления отверстий под резьбу и нарезание резьбы м4-6Н, фрезерования паза 25х8мм на вертикальном обрабатывающем центре LITZ CV-2000В в условиях единичного производства.

Спроектируем приспособление, оправка цилиндрическая, устанавливаемая на 4ю ось станка. Приспособление позволит точно и быстро производить механическую обработку, сократить время за закрепление и переустановку детали.

2.2 Выбор базовой конструкции и описание работы приспособления.

Конструкция технологической оснастки приведена на рисунке 2.1.

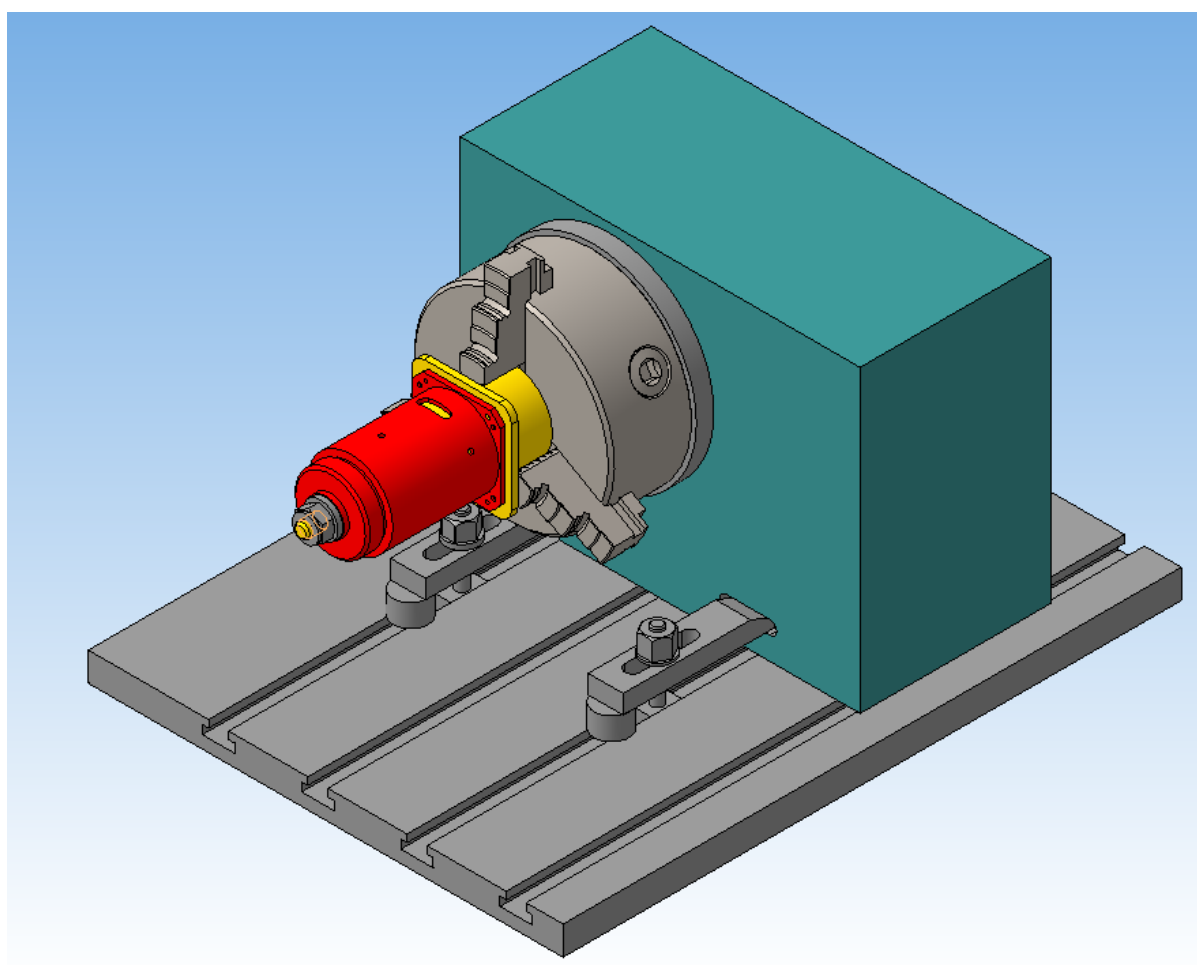


Рисунок 2.1 – 3D-модель технологической оснастки

Приспособление состоит из механизма поворотной оси 1 (четвертая координата, 4-я ось) для станка ЧПУ предназначена для поворота деталей на различные углы при обработке, который устанавливается на стол станка и крепиться 4-мя прижимами 4. На поворотный механизм крепиться оправка 2 при помощи 3-х кулачкового патрона. На оправку устанавливается деталь «Корпус электродвигателя» и закрепляется гайкой М12 7.

Таким образом, при использовании данного приспособления уменьшается время на установку и переустановку детали. Обработка паза и всех отверстий происходит за 1 установ.

2.3 Назначение технических требований на изготовление, эксплуатационную сборку приспособления.

1. Радиальное биение посадочного места не более 0,05мм.
2. Отклонение от перпендикулярности торца оправки не более 0,05мм.
3. Перед установкой детали убедиться в отсутствии зарезаний и стружки на поверхности оправки.
4. Наличие заусенцов и выбоин на поверхности оправки недопустимо.
5. Подвижные части приспособления должны перемещаться свободно без заеданий.
6. Резьбовые соединения периодически покрывать смазкой ВНИИНП-225 ГОСТ 26191-84.

2.4 Расчет точности приспособления

На точность обработки влияет ряд технологических факторов, вызывающих общую погрешность обработки ε_0 , которая не должна превышать допуск δ выполняемого размера при обработке заготовки, т.е.

$$\varepsilon_0 \leq \delta$$

Определим необходимую точность приспособления, исходя из формулы

$$\varepsilon_{np} \leq \delta - k_r \sqrt{(k_{T1} \times \varepsilon_{\delta})^2 + \varepsilon_s^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_n^2 + \varepsilon_u^2 + (k_{T2} \times \omega)^2}$$

где $\delta = 0,15$ мм - допуск выполняемого размера

$k_T = 1.2$ - коэффициент, учитывающий отклонение рассеяние значений составляющих велечин от закона нормального распределения.

$k_{T1} = 0.8$ - коэффициент, учитывающий уменьшение предельного значения погрешности базирования при работе на настроенных станках

$k_{T2} = 0.6$ - коэффициент, учитывающий долю погрешности обработки в суммарной погрешности, вызываемой факторами, не зависящими от приспособления

$\varepsilon_\delta = 0$ - погрешность базирования заготовки в приспособлении

$\varepsilon_\gamma = 0.05$ мм - погрешность закрепления заготовки, возникающая в результате действия сил зажима

$\varepsilon_y = 0$ - погрешность установки приспособления на станке

$\varepsilon_n = 0.01$ мм - погрешность положения заготовки, возникающая в результате износа установочных элементов приспособления

$\varepsilon_u = 0.005$ мм - погрешность от перекоса (смещения) инструмента

$\omega = 0.14$ - экономическая точность обработки фрезерованием по 9 классу точности.

$$\varepsilon_{np} \leq 0,16 - 1,2 \sqrt{(0,8 \cdot 0)^2 + 0,05^2 + 0,01^2 + 0,005^2 + (0,6 \cdot 0,14)^2} = 0,04 \text{ мм}$$

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

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Цель данного раздела – определение экономической целесообразности разработки технологического процесса детали «Корпус». Оценка ресурсоэффективности проекта.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- произвести планирование технического проектирования работ;
- структурировать работу в рамках технического проекта;
- определить трудоемкость выполненной работы и разработать график проведения исследования;
- рассчитать смету технического проекта.

-определить ресурсную (ресурсосберегающую) эффективность исследования.

3.1 Планирование технического проектирования работ

Планирование необходимых для осуществления проекта работ осуществляется в следующей последовательности:

- определение структуры работ в рамках проектирования;
- определение трудоёмкости выполнения работ;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения технического проекта.

3.1.1 Структура работ в рамках проектирования

Планирование ВКР включает в себя: обсуждение проблематики выбранной темы, цели работы, вопросы, которые должны быть проработаны, составления перечня работ, необходимых к выполнению, определение участников и построения графика проведения работ.

Таблица 3.1 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Подготовительный этап	1	Выбор научного руководителя ВКР	Студент
	2	Составление и утверждение темы ВКР	Руководитель, Студент
	3	Составление календарного плана-графика выполнения ВКР	Руководитель
	4	Подбор и изучение литературы по техническому проектированию	Студент
Основной этап	5	Выполнение технологической части работы	Студент
	6	Согласование выполненной технологической части с научным руководителем	Руководитель Студент
	7	Выполнение конструкторской части	Студент
	8	Согласование выполненной конструкторской части с научным руководителем	Руководитель, Студент
Заключительный этап	9	Выполнение других частей работы	Студент
	10	Подведение итогов, оформление работы по стандарту	Студент

3.1.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников технического проектирования.

Трудоемкость выполнения технического проектирования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к.

зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула [11]:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (3.1)$$

где: $t_{ожі}$ – 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.

3.1.3 Разработка проведения техничекого проектирования

Таблица 3.2 - Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Исполнители	Трудоемкость работ			Длительность работ в рабочих днях, T_{pi}
		$t_{\min}$, чел-дни	$t_{\max}$, чел-дни	$t_{ожі}$, чел-дни	
Составление и утверждение темы ВКР	Научный руководитель, Студент	1	3	2	1
					1
Составление календарного плана-графика выполнения ВКР	Научный руководитель	1	1	1	1

Продолжение таблицы 3.2

Выполнение конструкторской части	Студент	7	12	9	9
Подбор и изучение литературы по техническому проектированию	Студент	10	15	12	12
Выполнение технологической части работы	Студент	10	12	11	11
Согласование выполненной технологической части с научным руководителем	Научный руководитель,	5	7	6	3
	Студент				3
Выполнение конструкторской части	Студент	7	12	9	9
Согласование выполненной конструкторской части с научным руководителем	Научный руководитель,	13	15	14	7
	Студент				7
Выполнение других разделов	Студент	18	19	18	18
Подведение итогов.	Студент	2	5	3	3

На основе таблицы 3.2 строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках ВКР с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени ВКР.

Таблица 3.3 - Календарный план-график проведения ВКР

№ работ	Вид работ	Исполнители	Колво дней, Ткі	Продолжительность выполнения работ, календарные дни														
				Февраль			Март			Апрель			Май			Июнь		
				2019			2019			2019			2019			2019		
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
1	Составление и утверждение темы ВКР	Научный руководитель, Студент	1	■														
			1	■														
2	Составление календарного плана-графика выполнения ВКР	Научный руководитель.	1	■														
3	Подбор и изучение литературы по техническому проектированию	Студент	12			▬												
4	Выполнение технологической части работы	Студент	11				▬											
5	Согласование выполненной технологической части с научным руководителем	Научный руководитель, студент	3				■											
			3				▬											
6	Выполнение конструкторской части	Студент	9						▬									
7	Согласование выполненной конструкторской части с научным руководителем	Научный руководитель, студент	7							■								
			7						▬									
8	Выполнение других разделов	Студент	18									▬						
9	Подведение итогов.	Студент	3											▬				



- Студент.



– Научный руководитель

По календарному плану-графику проведения ВКР видно, что начало работы было в первой половине февраля. По графику видно, что выполнение технологической части работы и выполнение других разделов самые

продолжительные части проекта. Такие работы, составление и утверждение темы ВКР, согласование выполненной технологической части с научным руководителем, согласование выполненной конструкторской части с научным руководителем, выполнялись двумя исполнителями. Окончание работы в первой декаде июня.

3.2 Смета затрат на технический проект

При планировании сметы технического проекта должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования сметы технического проекта используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты;
- полная заработная плата исполнителей технического проекта;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

3.2.1. Расчет материальных затрат технического проекта

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле [11]:

$$Z_m = \sum_{i=1}^m \Pi_i \cdot N_{\text{расх}i}, \quad (3.2)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении технического проекта;

$N_{\text{расх}i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении технического проекта;

Π_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов.

К материальным затратам можно отнести: бумага, ручки, корректор, USB-накопитель, блокнот, степлер, скобы для степлера.

Материальные затраты, необходимые для данной работы, указаны в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы (Z_m), руб.
Бумага	Лист	150	2,5	375
Ручка	Шт.	4	15	60
USB накопитель	М/бит	1	350	350
Степлер	Шт.	1	85	85
Скобы для степлера	Упаковка	2	10	20
Блокнот	Шт	1	100	100
Корректор	Шт	1	55	55
Итого:				1045

3.2.2. Расчет полной заработной платы исполнителей темы

Полная заработная плата включает основную и дополнительную заработную плату и определяется как [11]:

$$Z_{полн} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (3.3)$$

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

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) исполнителя рассчитывается исходя из трудоемкости работ и квалифицированных исполнителей по следующей формуле [11]:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p, \quad (3.4)$$

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

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

T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дн.;

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле [11]:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{тс}} + Z_{\text{допл}} + Z_{\text{р.к.}}}{F_{\text{д}}}, \quad (3.5)$$

где $Z_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.

$Z_{\text{допл}}$ – доплаты и надбавки, руб.;

$Z_{\text{р.к.}}$ – районная доплата, руб.;

$F_{\text{д}}$ – количество рабочих дней в месяце (26 при 6-дневной рабочей неделе, 22 при 5-дневной рабочей неделе), раб. дн.

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$Z_{\text{тс}}$, руб.	$Z_{\text{допл}}$, руб.	$Z_{\text{р.к.}}$, руб.	$Z_{\text{м}}$, руб.	$Z_{\text{дн}}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$, руб.
Руководитель	23250	2200	7639	33089	1273	12	15276
Студент	2344	350	808	3502	135	64	8640
Итого $Z_{\text{осн}}$, руб.							23916

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле [11]:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} \quad (3.6)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12). Расчёт полной заработной платы приведён в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Расчет полной заработной платы

Исполнители	$k_{\text{доп}}$	$Z_{\text{осн}}$, руб.	$Z_{\text{доп}}$, руб.	$Z_{\text{полн}}$, руб.
Руководитель	0,15	15276	2290	17566
Студент	0,12	8640	1037	9677
Итого $Z_{\text{осн}}$, руб.		23916	3327	27243

3.2.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы [11] :

$$З_{\text{внеб}} = K_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (3.7)$$

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

Таблица 3.7 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	$З_{\text{осн}}, \text{руб.}$	$З_{\text{доп}}, \text{руб.}$	$K_{\text{внеб}}, \text{руб.}$	$З_{\text{внеб}}, \text{руб.}$
Руководитель	15276	2290	0,30	5270
Студент	8640	1037	0,30	2903
Итого:	8173			

3.2.4 Накладные расходы

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

Величина коэффициента накладных расходов принимается в размере 16%.

3.2.5 Формирование сметы затрат технического проекта

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

Определение бюджета затрат на технический проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 3.8

Таблица 3.8 - Расчет сметы затрат технического проекта

Наименование	Сумма, руб.	Доля, %
Материальные расходы	1045	2,4
Полная заработная плата	27243	62,8
Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	8173	18,8
Накладные расходы	6945	16
Итого:	43406	100

3.3 Определение ресурсоэффективности проекта

Определение ресурсоэффективности проекта можно оценить с помощью интегрального критерия ресурсоэффективности по формуле[11]:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i \quad (3.8)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент разработки;

b_i – балльная оценка разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

Оценку характеристик проекта проведем на основе критериев, соответствующих требованиям к разработанному технологическому процессу детали «Корпус». Критерии ресурсоэффективности и их количественные характеристики приведены в таблице 3.9.

Таблица 3.9 - Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии оценки	Весовой коэффициент	Балльная оценка разработки
1.Повышение производительности труда пользователя	0,40	5
2.Удобство в эксплуатации	0,30	5
3. Энергосбережение	0,18	4
4. Надежность	0,12	4
Итого:	1,00	18

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности технического проекта составит:

$$I_{pi} = 0,4 \cdot 5 + 0,3 \cdot 5 + 0,18 \cdot 4 + 0,12 \cdot 4 = 4,78$$

Показатель ресурсоэффективности проекта имеет достаточно высокое значение (по 5-балльной шкале), что говорит об эффективности использования технического проекта.

3.4. Выбор ресурсосберегающего технологического процесса

В процессе сравнения затрат на заводской и разработанный технологический процесс используется следующая группировка затрат по статьям:

- затраты на основные материалы за вычетом отходов;
- основная заработная плата производственных рабочих;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

3.4.1. Расчет стоимости заводского и разработанного технологического процесса.

Цена материала одного изделия составляет [11]:

$$C_m = g_n \cdot C_M \quad (3.9)$$

g_n – норма расхода материала, кг;

C_M – стоимость материала, руб/кг.

1) $C_m = 2,03 \cdot 290 = 588,7$ руб. – заводской тех.процесс.

2) $C_m = 1,83 \cdot 290 = 530,7$ руб. – разработанный тех.процесс.

Реализуемые отходы определяются по формуле [11]:

$$C_{отхQ} = (g_n - g) \cdot C_{отх} \quad (3.10)$$

Где: g – вес изделия;

$C_{отх}$ – цена отходов;

Цена отходов на одно изделие [11]:

$$C_{отх} = (g_n - g) \cdot C_{отх} \cdot Q$$

1) $C_{отх} = (2,03 - 0,25) \cdot 70 = 124,6$ руб. – заводской тех.процесс.

2) $C_{отх} = (1,83 - 0,25) \cdot 70 = 110,6$ руб. – разработанный тех.процесс.

Затраты на основные материалы за вычетом отходов на единицу изделия составят [11]:

$$C_m^I = C_m - C_{отх} \quad (3.11)$$

1) $C_m^I = 588,7 - 124,6 = 464,1$ руб. – заводской тех.процесс.

2) $C_m^I = 530,7 - 110,6 = 420,1$ руб. – разработанный тех.процесс.

Основная заработная плата производственных рабочих на изделие.

Информация предоставлена планово-экономическим отделом АО НПЦ «Полюс».

1) $C_3 = 63,2$ руб. – заводской тех.процесс.

2) $C_3 = 53,14$ руб. – разработанный тех.процесс.

Таблица 3.10- Заработная плата производственных рабочих на изделие

№	Наименование операций согласно технологического процесса	Профессия рабочего	Разряд работ	Норма времени на операцию t, час	Часовые тарифные ставки, руб.	Сдельные расценки (СР), руб.
2	Токарная с ЧПУ	Токарь	3	0,151	92,4	13,95
4	Токарная с ЧПУ	Токарная	4	0,145	104,44	15,14
5	Фрезерно-сверлильная	Фрезировщик	5	0,061	111,16	6,78
7	Токарная с ЧПУ	Токарь	5	0,045	111,16	5,01
Итого:						40,88

С учетом районного коэффициента для г.Томска 1.3:

$$C_3 = 40,88 \cdot 1,3 = 53,14 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата, не связанная с производством.

Оплата труда полагающаяся по закону за не проработанное время, составляет 12 % от основной заработной платы.

Дополнительная заработная плата на единицу изделия составит [11]:

$$C_{дон} = C_3 \cdot K_{дон} \quad (3.12)$$

1) $C_{дон} = 63,2 \cdot 0,12 = 7,58$ руб. – заводской тех.процесс.

2) $C_{дон} = 53,14 \cdot 0,12 = 6,37$ руб. – разработанный тех.процесс.

Отчисления на социальные цели на одно изделие определяются следующей зависимостью [11]:

$$C_{соц} = (C_з + C_{доп}) \cdot K_{соц} \quad (3.13)$$

Где: $K_{соц}$ – коэффициент единого социального налога ($K_{соц}=30\%$);

Отчисления на социальные цели на одно изделие составят:

- 1) $C_{соц} = (63,2 + 7,85) \cdot 0,3 = 21,23$ руб. – заводской тех.процесс.
- 2) $C_{соц} = (53,14 + 6,37) \cdot 0,3 = 17,85$ руб. – разработанный тех.процесс.

Прямые затраты составят [11]:

$$C_{п} = C_{м} + C_з + C_{соц} \quad (3.14)$$

- 1) $C_{п} = 464,1 + 70,78 + 21,23 = 556,11$ руб. – заводской тех.процесс.
- 2) $C_{п} = 420,1 + 59,51 + 17,85 = 497,46$ руб. – разработанный тех.процесс.

Общепроизводственные расходы составляют 30% от основной заработной платы [11]:

$$C_{пр} = C_з \cdot 30\% \quad (3.15)$$

- 1) $C_{пр} = 70,78 \cdot 0,3 = 21,23$ руб. – заводской тех.процесс.
- 2) $C_{пр} = 59,51 \cdot 0,3 = 17,85$ руб. – разработанный тех.процесс.

Производственная себестоимость включает в себя прямые затраты и общепроизводственные расходы [11]:

$$C_{о.пр.} = C_{п} + C_{пр} \quad (3.16)$$

- 1) $C_{о.пр.} = 556,11 + 21,23 = 577,34$ руб. – заводской тех.процесс.
- 2) $C_{о.пр.} = 497,46 + 17,85 = 515,31$ руб. – разработанный тех.процесс.

Общезаводские расходы составляют 10% от основной зарплаты [11]:

$$C_{о.з.} = C_з \cdot 10\% \quad (3.17)$$

- 1) $C_{о.з.} = 70,78 \cdot 0,1 = 7,08$ руб. – заводской тех.процесс.
- 2) $C_{о.з.} = 59,51 \cdot 0,1 = 5,95$ руб. – разработанный тех.процесс.

Внеплановые расходы составляют 0,9% от производственной себестоимости [11]:

$$C_{вн} = C_{о.пр} \cdot 0,9\% \quad (3.18)$$

1) $C_{\text{вн}} = 577,34 \cdot 0,009 = 5,19$ руб. – заводской тех.процесс.

2) $C_{\text{вн}} = 515,31 \cdot 0,009 = 4,63$ руб. – разработанный тех.процесс.

Таблица 3.11 Затраты на производство единицы продукции

№	Наименование статей затрат	Величина затрат, руб.		Экономия, руб.	Структура затрат, %
		заводской тех. процесс	разработанный тех. процесс		
1	Затраты на сырье и материалы	464,1	420,1	-44	79,9
2	Полная зарплата рабочих	70,78	59,51	-11,27	11,3
3	Отчисления на социальные нужды	21,23	17,85	-3,38	3,4
4	Накладные расходы	33,5	28,43	-5,07	5,4
	Итого:	589,61	525,89	-63,72	100

Определим экономическую эффективность предлагаемого варианта тех. процесса:

Годовая программа выпуска 1000 шт.

Годовая экономия предлагаемого варианта тех. процесса относительно существующего варианта с учетом годового объема выпуска:

$$\mathcal{E} = (C_c - C_{\text{п}}) \times N = (589,61 - 525,89) \times 1000 = 63720 \text{ руб/год.}$$

В предлагаемом технологическом процессе снижена стоимость детали, за счет уменьшения нормы расхода материала и введением специального приспособления. Использование кондуктора позволило сократить время обработки детали. Как следствие, снижены такие статьи расходов как заработная плата и отчисления на социальное страхование.

На основании вышеперечисленного можно считать, что экономически технологический процесс эффективен.

4. Социальная ответственность.

Целью раздела «Социальная ответственность» является выявление и анализ вредных и опасных факторов, имеющих место на объекте, и разработка мер по снижению воздействия этих факторов на персонал, а также принятие проектных решений, исключающих несчастные случаи в производстве и снижение вредных воздействий на окружающую среду.

При этом необходимо следовать правилам, нормам, инструкциям и прочим документам, закрепленным в нормативно-правовых актах. Социальная ответственность должна обеспечивать: исключение несчастных случаев; защиту здоровья работников; снижение вредных воздействий на окружающую среду; экономное расходование невозобновляемых природных ресурсов.

В данном разделе рассматривается производственное помещение, промышленного предприятия АО НПЦ «Полус», механический цех №2, в котором производится изготовление детали «Корпус электродвигателя».

При производстве детали «Корпус электродвигателя» на участке цеха используется следующее оборудование: токарно-винторезный станок 16K20Ф3, вертикальный обрабатывающий центр LITZ CV-2000B.

4.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

Правовой основой законодательства в области обеспечения безопасности жизнедеятельности, является Конституция — Основной закон государства. Законы и иные правовые акты, принимаемые в Российской Федерации, не должны ей противоречить; гарантом Конституции Российской Федерации является Президент.

4.1.1. Специальные правовые нормы трудового законодательства.

Согласно трудового кодекса Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018) каждый работник имеет право на:

- рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
- получение достоверной информации от работодателя, соответствующих государственных органов и общественных организаций об условиях и охране труда на рабочем месте, о существующем риске повреждения здоровья, а также о мерах по защите от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов;
- отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;
- обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;
- обучение безопасным методам и приемам труда за счет средств работодателя;
- личное участие или участие через своих представителей в рассмотрении вопросов, связанных с обеспечением безопасных условий труда

на его рабочем месте, и в расследовании происшедшего с ним несчастного случая на производстве или профессионального заболевания;

- внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра;

- гарантии и компенсации, установленные в соответствии с настоящим Кодексом, коллективным договором, соглашением, локальным нормативным актом, трудовым договором, если он занят на работах с вредными и (или) опасными условиями труда.

- повышенные или дополнительные гарантии и компенсации за работу на работах с вредными и (или) опасными условиями труда могут устанавливаться коллективным договором, локальным нормативным актом с учетом финансово-экономического положения работодателя.

4.1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

Рабочее место оператора представляет собой отдельный производственный участок, закрепленный за одним рабочим. Рациональная организация рабочего места повышает эффективность использования станков с ЧПУ и способствует выполнению работы на них с наименьшими затратами труда.

Основными факторами, влияющими на организацию рабочего места, является:

- технологический процесс;
- организация производства;
- система обеспечения рабочего места заготовками;
- система обеспечения рабочего места технической документацией;
- система обеспечения рабочего места инструментами и приспособлениями;

- система обеспечения рабочего места ремонтнообслуживающим оборудованием.

Компоновка рабочего места должна быть осуществлена согласно требованиям:

1. ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования.
2. ГОСТ 21752-76. Система «человек-машина». Маховики управления и штурвалы. Общие эргономические требования.
3. ГОСТ 22269-76. Система «человек-машина». Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования.
4. ГОСТ 22613-77. Система «человек-машина». Выключатели и переключатели поворотные. Общие эргономические требования.
5. ГОСТ 22614-77. Система «человек-машина». Выключатели и переключатели клавишные и кнопочные. Общие эргономические требования
6. ГОСТ 22615-77. Система «человек-машина». Выключатели и переключатели типа «Тумблер». Общие эргономические требования.
7. ГОСТ 22902-78. Система «человек-машина». Отсчетные устройства индикаторов визуальных. Общие эргономические требования.
8. ГОСТ 23000-78. Система «человек-машина». Пульты управления. Общие эргономические требования.
9. ГОСТ EN 894-1-2012. Безопасность машин. Эргономические требования к оформлению индикаторов и органов управления. Часть 1. Общие руководящие принципы при взаимодействии оператора с индикаторами и органами управления.

4.2. Производственная безопасность.

4.2.1. Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования.

Табл.4.1. Возможные опасные и вредные факторы при изготовлении детали
«Корпус электродвигателя»

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ		Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	
1. Повышенный уровень шума на рабочем месте;	+	+	ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ ГОСТ 12.1.008-76 ССБТ ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ ГОСТ 12.1.045-84 ССБТ ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ ГОСТ 12.3.002-2014 ССБТ ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ Р 2.2.2006–05. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03
2. Повышенный уровень вибрации;		+	
3. Повышенный уровень электромагнитных излучений;	+	+	
4. Недостаточная освещенность на рабочем месте;	+	+	
5. Неблагоприятные условия микроклимата.	+	+	
6. Химические вещества.		+	
7. Механические повреждения (движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования)		+	

Продолжение таблицы 4.1

8. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности заготовок, инструментов и оборудования;		+	СанПиН 2.2.4.548–96 СанПиН 2.2.4.3359–16 СН 2.2.4/2.1.8.562–96 СН 2.2.4/2.1.8.566–96 СП 60.13330.2016
9. Электрический ток;	+	+	СП 51.13330.2011
10. Пожароопасность.	+	+	СНиП 23-03-2003 СП 52.13330.2016

4.2.1.1. Повышенный уровень шума.

4.2.1.2.

Источником возникновения шума при изготовлении детали являются технологическое оборудование производственных цехов, металлообрабатывающие станки основного и вспомогательного производств.

Допустимые уровни звукового давления следует принимать, как в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Допустимые уровни звукового давления

Вид трудовой деятельности, рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБ
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Выполнение всех видов работ на постоянных рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятий	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

В цехе №2 уровень шума составляет 70 дБ.

В качестве коллективных средств защиты применяют: звукоизоляция ограждающих конструкций; звукопоглощающие конструкции и экраны; глушители шума; правильная планировка и застройка.

В качестве средств индивидуальной защиты (СИЗ) применяются: противοшумные вкладыши; наушники; шлемофоны.

4.2.1.2. Повышенный уровень вибрации

При изготовлении детали «Корпус электродвигателя», на рабочего может воздействовать локальная вибрация, источником которой являются станки.

Для нашего случая выбираем категорию: 3 тип «а». Характеристика условий труда: технологическая вибрация, воздействующая на операторов стационарных машин и оборудования или передающаяся на рабочие места, не имеющие источников вибрации.

Санитарные нормы показателей вибрационной нагрузки на оператора для длительности смены 8 ч приведены в табл. 4.3.

Таблица 4.3 – Допустимые уровни вибрационной нагрузки

Вид вибрации	Категория вибрации по санитарным нормам	Направление действия	Нормативные, скорректированные по частоте и эквивалентные скорректированные значения			
			виброускорения		виброскорости	
			$m \times c^{-2}$	дБ	$\frac{m \times c^{-2}}{10^{-2}}$	дБ
Локальная	-	X_L, Y_L, Z_L	2.0	126	2.0	112
Общая	3 тип «а»	Z_0, Y_0, X_0	0.1	100	0.2	92

В качестве коллективных средств защиты применяют: балансировка вращающихся масс; уменьшение технологических допусков на изготовление и сборку машин и инструментов; ограничение времени воздействия вибрации; виброизоляцию рабочих зон; использование эффекта вибродемпфирования.

В качестве средств индивидуальной защиты (СИЗ) применяются: перчатки; виброизолирующая обувь; вкладыши и прокладки, изготовленные из упругодемпфирующих материалов; коврики.

4.2.1.3. Электромагнитное поле

Источником электрических полей являются системы передачи и распределения электроэнергии, а также электрооборудование.

В соответствии с ГОСТ 12.1.002 – 84 устанавливается допустимая мощность электромагнитных полей (ЭМП):

$< 10 \text{ мкВт/см}^2$ – допускается пребывание в течение 8 часов;

от 10 до 100 мкВт/см² – пребывание не более 2 часов;

$> 100 \text{ мкВт/см}^2$ – допустимое время пребывания < 20 минут;

Для населения – не более 1 мкВт/см².

Предельно допустимые уровни (ПДУ) магнитного поля устанавливаются в зависимости от времени пребывания персонала для условий общего (на все тело) и локального (на конечности) воздействия установлены в СанПиН 2.2.4.1191-03 и приведены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Предельно допустимые уровни магнитного поля

Время пребывания (ч)	Допустимые уровни МП Н (А/м)/В (мкТл) при воздействии	
общем	локальном	
<1	1600/2000	6400/8000
2	800/1000	3200/4000
4	400/500	1600/2000
8	80/100	800/1000

К коллективным средствам защиты относятся: стационарные устройства экранирования; переносные (передвижные) экранирующие средства защиты.

К индивидуальным средствам защиты относятся:

защитные костюмы; для защиты глаз-специальные радиозащитные очки, плотно прилегающие к коже лица и имеющие стекла, отражающие электромагнитные излучения (очки изготавливаются из стекол специальных марок металлизированных диоксидом олова.); специальная обувь, имеющая электропроводящую резиновую подошву.

4.2.1.4. Недостаточная освещенность рабочей зоны.

В механическом цехе №2 предусматривается естественное, совмещенное и искусственное освещение.

СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» – определяет нормы освещенности для производственных помещений в зависимости от характеристики зрительной работы, определяемой минимальным размером объекта различения, контрастом объекта с фоном и свойствами фона.

Нормы освещенности производственных помещений приведены в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Нормы освещенности для производственных помещений

Характер истика зрительн ой работы	Разряд зрител ьной работы	Под разр яд зрит ельн ой рабо ты	Искусственное освещение		Естественное освещение		Совмещенное освещение		
			Освещенность, лк		КЕО* е _н , %				
			при системе комбини рованно го освещен ия	при системе общего освещения	при верхнем или комбини рованно м освещен ии	при боковом освещен ии	при верхне м или комбин ирован ном освеще нии	при боков ом осве щении	
Средней точности	IV	б*	500	200	4	1.5	2.4	0.9	

*К подразряду зрительной работы «б» относится периодическая работа при постоянном пребывании в помещении

Мероприятия по устранению недостаточной освещенности: применение комбинированного освещения. Контроль естественного и искусственного освещения в производственных помещениях следует проводить один раз в год.

4.2.1.5. Отклонение параметров микроклимата

К основным нормируемым показателям микроклимата воздуха относятся: температура воздуха, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха, интенсивность теплового облучения.

Санитарные нормы устанавливают оптимальные и допустимые метеорологические условия в рабочей зоне помещения, в соответствии с «СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам, представленным в таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Оптимальные величины показателей микроклимата

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Пб* (233 - 290)	17 - 19	60 - 40	0.2
Теплый	Пб (233 - 290)	19 - 21	60 - 40	0.2

*К категории Пб относятся работы с интенсивностью энергозатрат 201-250 ккал/ч (233-290 Вт), связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением.

Допустимые параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам, представленным в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Допустимые величины показателей микроклимата

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С		Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		Диапазон ниже оптимальных	Диапазон выше оптимальных		Диапазон ниже оптимальных	Диапазон выше оптимальных
Холодный	Пб (233-290)	15-16,9	19,1-20	15-75	0,2	0,4
Теплый		16-18,9	21,1-27		0,2	0,5

Допустимые величины интенсивности теплового облучения поверхности тел работающих от производственных источников, представлены в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Допустимые величины интенсивности теплового облучения

Облучаемая поверхность тела, %	Интенсивность теплового облучения, Вт/м ² , не более
50 и более	35
25-50	70
Не более 25	100

При наличии теплового облучения работающих температура воздуха на рабочих местах не должна превышать в зависимости от категории работ следующих величин: 21°С - при категории работ Пб.

В целях профилактики неблагоприятного воздействия микроклимата используется: механизация и автоматизация технологических процессов; устройство систем вентиляции, системы местного кондиционирования воздуха и отопления; защита от источников теплового излучения с помощью теплозащитных экранов; применение средств индивидуальной защиты (СИЗ), регламент времени работы.

К числу СИЗ от неблагоприятных климатических условий относят спецодежду, спецобувь, средства защиты рук и головные уборы.

4.2.1.6. Вредные вещества.

При обработки детали присутствуют такие вредные вещества, как: смазочно-охлаждающая жидкость (СОЖ) и технологические масла (ТС). Пары этих жидкостей в воздухе, не должны превышать величину предельно-допустимой концентрации. Основные вещества и их концентрации сведены в таблице 4.9.

Периодичность контроля за ПДК вредных веществ устанавливается в зависимости от класса опасности вредного вещества: для 1 класса - не реже 1

раза в 10 дней, 2 класса - не реже 1 раза в месяц, 3 и 4 классов - не реже 1 раза в квартал согласно ГОСТ 12.1.007-76.

Таблица 4.9 – Предельно допустимые концентрации компонентов смазочно-охлаждающей жидкости

Наименование вещества	Величина ПДК, (мг/м ³)	Класс опасности
Акриловая кислота	5.0	3
Акролеин	0.2	2
Аммиак	20.0	4
Ацетон	200	4
Бутадиен	100	4
Буталакрилат	10.0	3
Винилацетат	0.2	2
Гексахлорэтан	0.08	1
Дихлорэтан	10.0	2
Метанол	5.0	3
Метатиол	0.8	2
Метилакрилат	5.0	3
Метилпропионат	10.0	3
Масляный альдегид	5.0	3
Метилметакрилат	0.7	2
Минеральное масло	5.0	3
Метилнафталин	20.0	4
Меркаптан	0.1	1
Сероуглерод	10.0	2
Сера	6.0	4
Свинец	0.01	1
Сернистый газ	10.0	3
Нитрит натрия	5.0	3
Тетрахлорэтан	5.0	3
Трихлорэтан	20.0	4
Тетрахлорметан	2.0	2
Углерод оксид	20.0	4
Уксусная кислота	5.0	3
Фенол	0.3	2
Формальдегидд	0.8	2
Этанол	5.0	4
Этилметакрилат	0.048	1
Хлор	1.0	2
Хром 3+	1.0	3
Хром 6+	0.01	1
Хлористый водород	5.0	2
Бензол	5.0	2

Средства защиты: коллективные средства — вентиляция, очистка воздуха; герметизация устройств, в которых ведутся производственные процессы связанные с образованием паров; механизация и автоматизация

технологического процесса. Индивидуальные средства — спецодежда, средства защиты органов дыхания (респираторы), рук (перчатки), лица, глаз (защитные очки).

4.2.1.7. Механические опасности

К механическим опасностям относят: движущиеся механизмы и их части, передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; расположение рабочего места на значительной высоте; повышенная запыленность воздуха, стружка от обработки деталей. Слабое и ненадежное крепление инструмента (фрезы, резца, сверла) на станке может явиться причиной травм рабочего. Возможно падение заготовки/детали при установке и снятии со станка, что может привести к ушибу или перелому. Процесс резания сопровождается пылевыведением, при обработке магния. Также в процессе резания испаряется СОЖ (смазочно-охлаждающая жидкость), которая используется на станках.

Коллективные средства защиты реализуются при механизации и автоматизации производственных процессов; использовании роботов и манипуляторов, дистанционном управлении оборудованием; определении размеров опасной зоны; применении ограждений, блокировок, световой и звуковой сигнализации.

Средства индивидуальной защиты (СИЗ): специальная одежда, обувь, защитные каски, маски.

4.2.1.8. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности заготовок.

При обработке детали на месте выхода режущего инструмента с обрабатываемой поверхности образуется заусенец и острая кромка. Размер заусенца зависит как от вязкости материала, так и от геометрии и остроты режущих кромок инструмента. Заусенцы являются потенциальными источниками травм. При контакте с заусенцами может порезать руки тот, кому придется держать деталь в руках. Это не только операторы станков, но и контролеры, мастера, транспортные рабочие, и даже технологи, которые

спроектировали технологический процесс, не предусмотрев решение проблемы удаления заусенцев.

Коллективные средства защиты: обвертывание детали в ингибированную бумагу.

Индивидуальные средства защиты (СИЗ): спецодежда, средства защиты рук (перчатки).

4.2.1.9. Электроопасность

Безопасные номиналы: $I < 0.1 \text{ A}$; $U < 36 \text{ В}$; $R_{\text{заземл}} < 4 \text{ Ом}$.

Основными причинами воздействия тока на человека являются: случайные проникновения или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям; появление напряжения на металлических частях оборудования в результате повреждения изоляции, ошибочно поданное напряжение на рабочее место; отсутствие заземления, замыкание в результате аварии.

Коллективные средства защиты: оборудование рабочих мест деревянными плитами (решетками); установка устройств местной вытяжной вентиляции; защитное заземление; зануление; защитное отключение устройство, защитные ограждения; разделительные трансформаторы.

Индивидуальные средства защиты: резиновые изделия по защите; перчатки, боты или галоши; штанги для изоляции напряжения.

К техническим мероприятиям относятся: производство отключений; вывешивание плакатов и ограждение рабочего места; проверка отсутствия напряжения; наложение заземлений.

4.2.1.10. Пожаробезопасность

В соответствии с «НПБ 105-03. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» помещение цеха №2 относится к категории «В4», так как в цехе обрабатывается магний, который относится к огнеопасным веществам.

Источники пожарной опасности в помещении механического цеха:

Магний (Сильно огнеопасен в виде порошка. Вещество может спонтанно воспламеняться при контакте с искрой в мелкораздробленном состоянии. В огне выделяет раздражающие или токсичные пары (или газы)); Высокая температура: перегрев оборудования в огнеопасной атмосфере; Выход из строя, например короткое замыкание.

Меры по обеспечению пожарной безопасности:

Средства пожаротушения подразделяют на первичные, стационарные и передвижные (пожарный автомобили).

К первичным средствам относятся передвижные (свыше 25 л) и ручные (до 10 л) огнетушители, переносные огнегасительные установки, внутренние пожарные краны, ящики с песком, асбестовые покрывала, противопожарные щиты с набором инвентаря и др. Для быстрой локализации очагов возгорания служат ручные огнетушители.

В производственном помещении, где изготавливается деталь "Корпус электродвигателя" размещено электрооборудование, находящееся под напряжением. Так же изготавливаются детали из магния. Для ликвидации возгорания применяются только порошковые огнетушители для тушения металлов (ОП-5) и углекислотные (ОУ-3) огнетушители для тушения возгораний в электроустановках.

Для быстроты оповещения о начале пожара используется система пожарной сигнализации.

Для предотвращения возникновения пожаров:

- 1) Проводятся профилактические мероприятия, инструктажи рабочих.
- 2) В каждом цехе предусмотрены меры эвакуации: запасные выходы, пожарные проходы, планы эвакуации.
- 3) Присутствуют средства пожаротушения.
- 4) В доступном месте висят инструкции по действиям при пожаре с указанием последовательности действий, а также планы эвакуации с телефонами спецслужб.

5) Имеется звуковая пожарная сигнализация.

6) Система пожарной сигнализации включается в общезаводскую/общецеховую систему пожарных извещателей кольцевого типа. Оповещение рабочих происходит через местную связь (радиосвязь).

4.2.2. Обоснование мероприятий по защите персонала предприятия от действия опасных и вредных факторов.

Общие требования безопасности к оборудованию:

-материалы, конструкции производственного оборудования не должны оказывать опасное и вредное воздействие на организм человека на всех заданных режимах работы и предусмотренных условиях эксплуатации, а также создавать пожаровзрывоопасные ситуации;

-конструкция производственного оборудования должна исключать на всех предусмотренных режимах работы нагрузки на детали и сборочные единицы, способные вызвать разрушения, представляющие опасность для работающих;

-конструкция производственного оборудования и его отдельных частей должна исключать возможность их падения, опрокидывания и самопроизвольного смещения при всех предусмотренных условиях эксплуатации и монтажа (демонтажа).

-конструкция производственного оборудования должна исключить падение при выбрасывании предметов (например, инструмента, заготовок, обработанных деталей, стружки, представляющих опасность для работающих, а также выбросов смазывающих, охлаждающих и других рабочих жидкостей);

-движущиеся части производственного оборудования, являющиеся источником травмоопасности, должны быть ограждены или расположены так, чтобы исключалась возможность прикасания к ним работающего или использованы другие средства (например, двуручное управление), предотвращающие травмирование;

-конструкция зажимных, захватывающих, подъемных и загрузочных устройств или их приводов должна исключать возможность возникновения опасности при полном или частичном самопроизвольном прекращении подачи энергии, а также исключать самопроизвольное изменение состояния этих устройств при восстановлении подачи энергии;

-элементы конструкции производственного оборудования не должны иметь острых углов, кромок, заусенцев и поверхностей с неровностями, представляющими опасность травмирования работающих, если их наличие не определяется функциональным назначением этих элементов. В последнем случае должны быть предусмотрены меры защиты работающих;

-части производственного оборудования (в том числе трубопроводы гидро-, паро- и пневмосистем, предохранительные клапаны, кабели и др.), механическое повреждение которых может вызвать возникновение опасности, должны быть защищены ограждениями или расположены так, чтобы предотвратить их случайное повреждение работающими или средствами технического обслуживания;

-конструкция производственного оборудования должна исключать самопроизвольное ослабление или разъединение сборочных единиц и деталей, а также исключать перемещение подвижных частей за пределы, предусмотренные конструкцией, если это может повлечь за собой создание опасной ситуации;

-производственное оборудование должно быть пожаро-взрывобезопасным в предусмотренных условиях эксплуатации;

-конструкция производственного оборудования и (или) его размещение должны исключать контакт его горючих частей с пожаровзрывоопасными веществами, если такой контакт может явиться причиной пожара или взрыва, а также исключать возможность соприкосновения работающего с горячими или переохлажденными частями или нахождение в непосредственной близости от таких частей, если это может повлечь за собой травмирование, перегрев или переохлаждение работающего.

4.3. Экологическая безопасность.

4.3.1. Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду.

Механическая обработка деталей на станках сопровождается образованием: мангалиевой стружки, отработанной смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ), пыли. Пары эмульсии и пыль через вентиляционную систему поступают из помещений в атмосферу. Помимо этого имеется и промышленный мусор. Загрязнение гидросферы металлорежущими станками может произойти при чистке станков и его узлов. В охране окружающей среды важную роль играют службы контроля качества окружающей среды, которые наблюдают за состоянием атмосферы, воды и почв для получения фактических уровней загрязнения окружающей среды.

4.3.2. Обоснование мероприятий по защите окружающей среды.

Основные мероприятия по обеспечению экологической безопасности:

- совершенствование технологических процессов и разработка нового оборудования с меньшим уровнем негативного воздействия на окружающую среду;
- замена токсичных отходов на нетоксичные.
- вовлечение образовавшихся отходов во вторичное производство.
- ограничение выбросов промышленного производства с последующей утилизацией или захоронением отходов.
- разработка и внедрение малоотходных технологий.

4.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

4.4.1. Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на производстве при внедрении объекта исследований.

Возможные чрезвычайные ситуаций, которые могут возникнуть при разработке, производстве или эксплуатации проектируемого решения:

- стихийные бедствия (землетрясения, наводнения, ураганы, снежные заносы, грозы, ливни, аномальные морозы.);
- техногенные катастрофы (аварии на энергетических, химических, биотехнологических объектах предприятия.);
- антропогенные катастрофы (ошибочные действия операторов обслуживающего персонала.);
- социально-политические конфликты (терроризм);
- биологические (эпидемии).

4.4.2 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.

Рассмотрим ЧС социального характера – несанкционированное проникновение на рабочее место. Так как АО НПЦ «Полус» является частью военно-промышленного комплекса, выполняющих разработку, производство, хранение, постановку на вооружение военной и специальной техники, амуниции, боеприпасов и т. п. преимущественно для государственных силовых структур, а также на экспорт. Мероприятиям по предотвращению данных ЧС отводится не мало времени и ресурсов.

Для предупреждения вероятности осуществления диверсии предприятие оборудовано системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи. Также предусмотрено исключение распространения информации о системе охраны объекта (закрытой внутренней сетью интернет и введением режима секретности), расположении помещений и оборудования в помещениях, системах охраны, сигнализаторах, их местах установки и количестве. На предприятии создана служба гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций, способная быстро и правильно реагировать на любые возможные ЧС на предприятии.

Должностные лица раз в полгода проводят тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.

В этом разделе мы провели анализ вредных и опасных факторов производственной среды изготовления детали «Корпус электродвигателя», мероприятия по их устранению. Установили основные требования безопасности к оборудованию цеха №2. Также рассмотрены вопросы обеспечения экологической безопасности и безопасности в чрезвычайных ситуациях. Исходя из полученных данных, цех №2 соответствует всем требованиям для реализации разработанного технологического процесса.

Заключение

По итогам проведенной выпускной квалификационной работы был разработан технологический процесс изготовления детали «Корпус электродвигателя» на основании исходных данных с заданными характеристиками.

В первом разделе, был определен тип производства (единичное), произведен анализ технологичности конструкции детали и выбор исходной заготовки. Затем был разработан маршрутный технологический процесс и выполнен его размерный анализ. Выбрано оборудование, рассчитаны режимы резания и произведено нормирование операций.

Во втором разделе работы было спроектировано станочное приспособление, приведена 3D-модель технологической оснастки.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» был разработан график проведения технического проекта, рассчитан бюджет технического проекта и определена его ресурсоэффективность.

Раздел «Социальная ответственность» содержит анализ вредных и опасных факторов производственной среды, рассмотрены также вопросы обеспечения экологической безопасности и безопасности в чрезвычайных ситуациях.

Список использованных источников

1. Обработка металлов резанием: Справочник технолога А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. Ред. А.А.Панова. -М.: Машиностроение, 1988. - 736 с.: ил.
2. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей. Скворцов В.Ф. Учебное пособие. Томск издательство ТПУ 2009,91с.
3. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х томах. Том 1. Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова.- 4-е издание, перераб. и доп.- М.: Машиностроение,1986.654 с.,ил.
4. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х томах. Том 2. Под редакцией А.М. Дальского, А.Г.Суслова, А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. 4-е издание, исправл.- М.,Машиностроение-1, 2003. 944 с.,ил.
5. Технологии машиностроения. Выпускная квалификационная работа для бакалавров. Н.М. Султан-заде и др.
6. Допуски и посадки: Справочник. В 2-х ч./В.Д. Мягков, М.А. Палей, А.Б.Романов, В.А. Брагинский.7-е изд.,перераб. и доп. –Е.: издательство АТП, 2015 год.-Ч.1 543 с.,ил.
7. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирования по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов. – Стереотипное издание. Перепечатка с издания 1983 г. – М.: Альянс, 2015 – 256 с.
8. Альбом контрольно-измерительных приспособлений: Учебное пособие для вузов. Ю.С. Степанов, Б.И. Афонасьев, А.Е. Щукин. Под общей редакцией Ю.С. Степанова. М.: машиностроение, 1998. – 184 с.
9. Безопасность жизнедеятельности: практикум / Ю.В. Бородин, М.В. Василевский, А.Г. Дашковский, О.Б. Назаренко, Ю.Ф. Свиридов, Н.А. Чулков, Ю.М. Федорчук. — Томск: Изд-во ТПУ, 2009. — 101 с. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы магистров всех направлений (специальностей) и

форм обучения /Сост. Ю.В. Бородин, В.Н. Извеков, Е.В. Ларионова, А.М. Плахов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2014. – 20 с.

10. Методические указания по разработке раздела «Производственная и экологическая безопасность» выпускной квалификационной работы для студентов всех форм обучения / Сост. М.Э. Гусельников, В.Н. Извеков, Н. В. Крепша, В.Ф. Панин. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 42 с.

11. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие/ И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина, З.В. Криницына; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.

Приложение А

(обязательное)

Чертеж детали «Корпус электродвигателя»

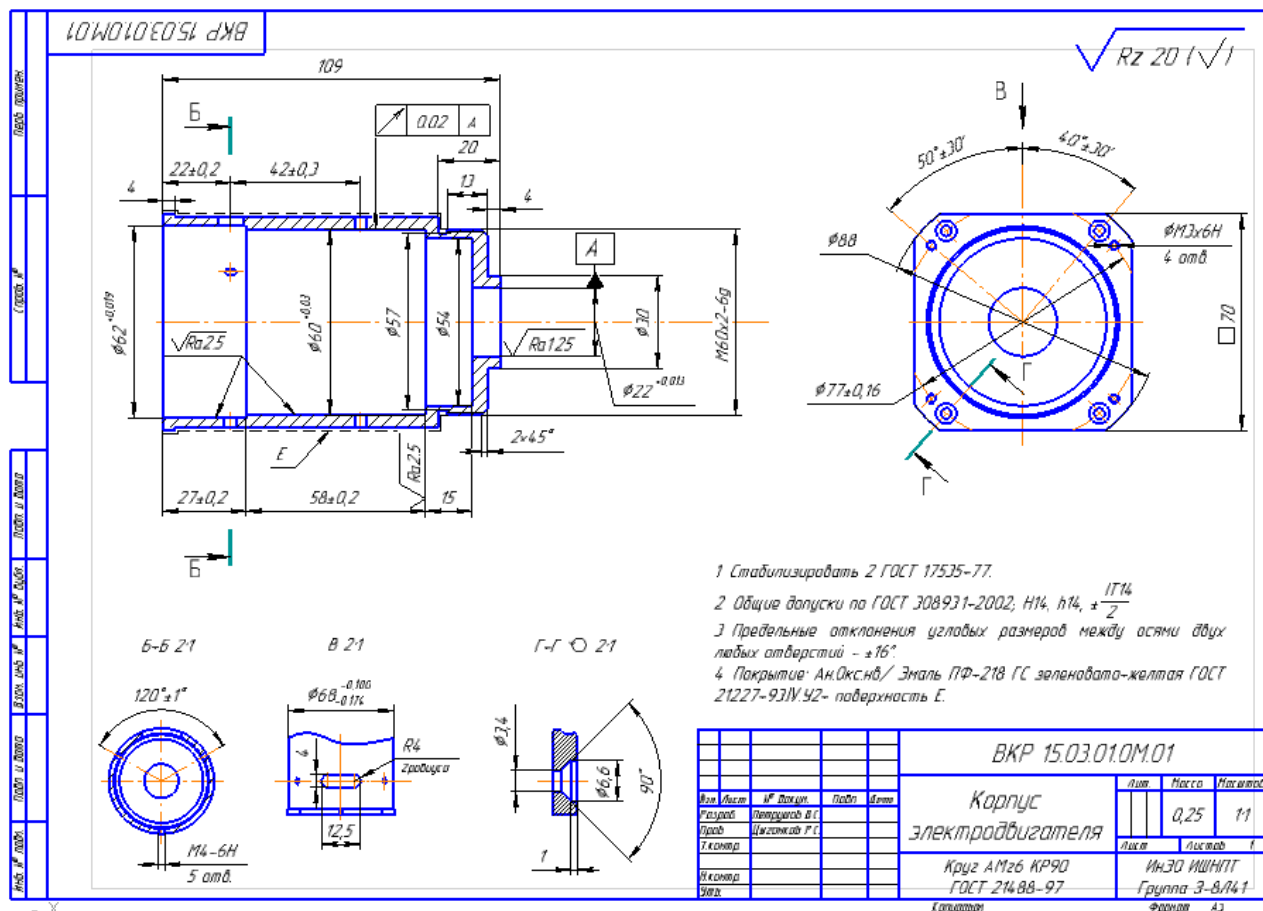


Рисунок А.1 – Чертеж детали «Корпус»

Приложение Б

(обязательное)

Размерная схема технологического процесса

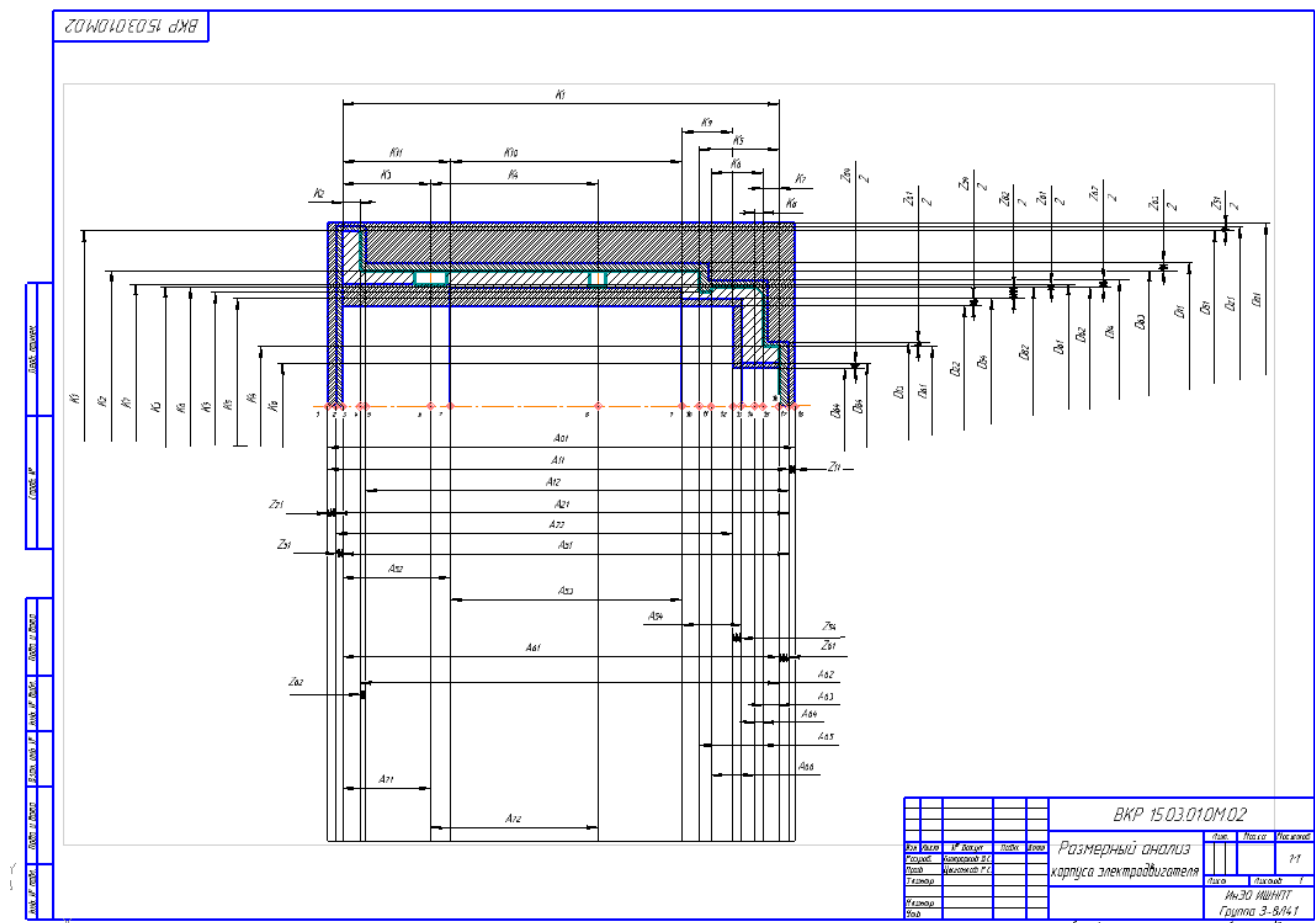


Рисунок Б.1 – Размерная схема технологического процесса

Приложение В

(обязательное)

Граф дерева

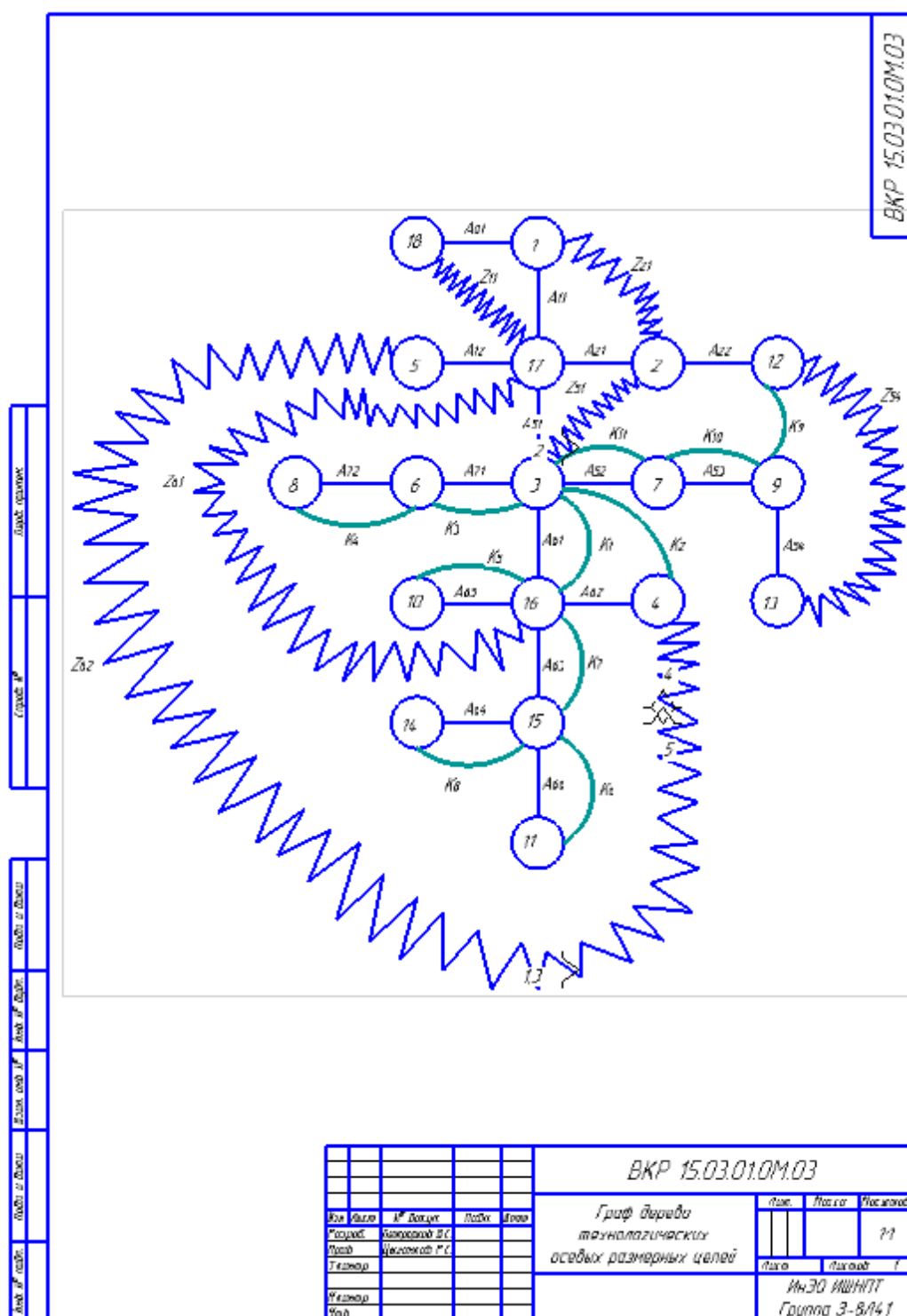


Рисунок В.1 – Граф дерево технологических осевых размерных цепей.

[illegible]

92

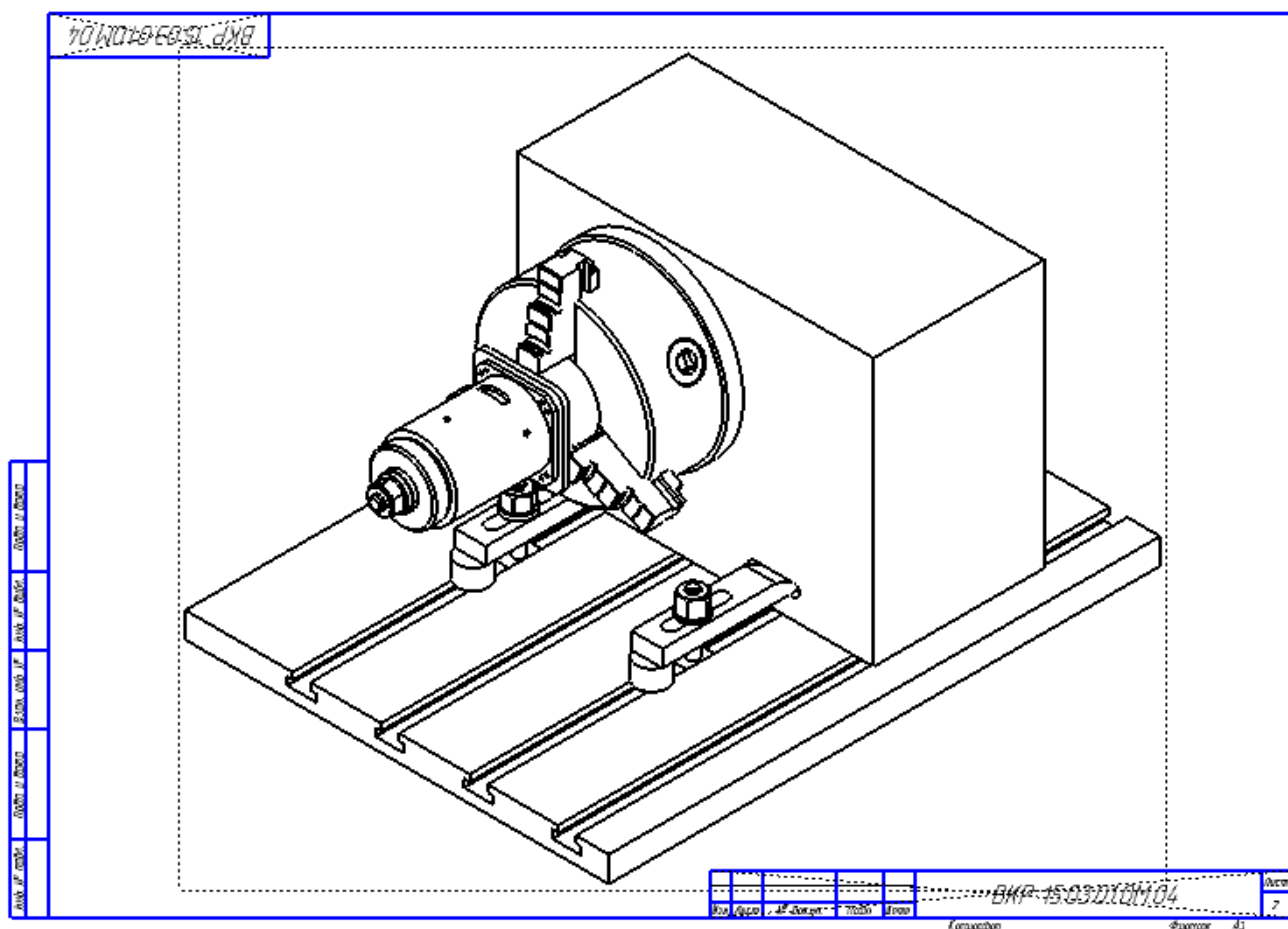


Рисунок Г.2 – Технологическая оснастка

Спецификация

[illegible]

Рисунок Д.1 – Спецификация