

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН
Государственное автономное профессиональное образовательное учреждение
«Казанский автотранспортный техникум им. А.П. Обыденнова»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К РАЗРАБОТКЕ И ОФОРМЛЕНИЮ ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ
для студентов по специальности
23.02.05 «Эксплуатация транспортного электрооборудования и
автоматики» (по видам транспорта, за исключением водного)

Казань 2024

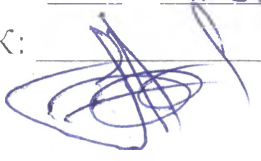
Организация-разработчик: ГАПОУ «Казанский автотранспортный техникум им. А.П. Обыденнова»

Составитель:

Р.Н. Фаваризов – преподаватель ГАПОУ «КАТТ им. А.П. Обыденнова»

Рассмотрено и рекомендовано к внедрению в учебный процесс на заседании предметной (цикловой) комиссии транспорта и строительства дорог

Протокол № 4 от «23» нояб 2024 г.

Председатель ПЦК:  Алеева А.Р.

Методическое пособие «Требования к оформлению и разработке дипломных проектов» предназначено для студентов техникума и содержит рекомендации для оформления и разработки текстовых и графических документов в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД. (ЕСКД – М.: УМК по ГНЭО, 2003).

Содержание

1 Введение	4
1.1 Область применения методических указаний	4
1.2 Общие положения	4
1.3 Порядок защиты дипломного проекта	6
2 Требования к оформлению дипломного проекта	8
2.1 Изложение текста пояснительной записки	8
2.2 Оформление иллюстраций	18
2.3 Оформление таблиц	19
2.4 Оформление формул	20
2.5 Оформление приложений	21
3 Оформление графической части	23
3.1 Форматы	23
3.2 Оформление чертежных листов	23
3.3 Требования к заполнению основных надписей пояснительной записки и чертежей	24
3.4. Масштабы	27
3.5 Линии	28
3.6 Чертежные шрифты	28
3.7 Выполнение чертежей и схем	28
3.8 Оформление списка использованных источников и литературы	29
4 Структура и содержание дипломного проекта	33
5 Рецензия и отзыв на дипломный проект	35
6 Хранение дипломных проектов	36
Приложение А	
Приложение Б	
Приложение В	
Приложение Г	
Приложение Д	
Приложение Е	
Приложение Ж	
Приложение И	
Приложение К	
Приложение Л	
Приложение М	

1 Введение

При выполнении дипломных проектов студенты должны пользоваться государственными стандартами Единой системы конструкторской документации – ЕСКД.

Стандарты ЕСКД введены к обязательному применению с 01.07.1996 г.

1.1 Область применения методических указаний

Методические указания составлены в помощь студентам и руководителям дипломного проектирования с целью соблюдения единых требований к оформлению графических и текстовых материалов дипломных проектов. Дипломный проект разрабатывается в соответствии с заданием.

Дипломное проектирование является заключительным этапом обучения студента, формирования его творческих способностей и проявления уровня профессиональной подготовки.

Дипломный проект предполагает решение задач, требующих использования знаний специальных и общетехнических предметов.

Данные методические указания представляют собой рекомендации, которые помогут упорядочить процесс выполнения и оформления студентами дипломного проекта, а также повысить качество дипломного проектирования, оказать помощь студенту в самостоятельной работе над дипломным проектом. С этой целью здесь излагаются основные требования, предъявляемые к содержанию и качеству выполняемого проекта, даются рекомендации для самостоятельной работы дипломника и контроля за работой студента со стороны руководителя (консультантов).

1.2 Общие положения

К дипломному проектированию допускаются студенты, полностью прошедшие весь курс обучения, успешно сдавшие предусмотренные учебным планом зачеты и экзамены, выполнившие курсовые проекты и работы, а также защитившие отчет по преддипломной практике.

К выполнению дипломного проекта студент приступает после получения задания на дипломное проектирование.

Темы дипломных проектов утверждаются заместителем директора по учебной работе и согласовываются с председателями предметно-цикловых комиссий по специальности, с учетом задач, стоящих перед отраслью или отдельным предприятием.

Студент выполняет дипломный проект по утвержденной теме в соответствии с заданием под руководством преподавателя, который является руководителем дипломного проекта. По специальным вопросам дипломного проекта назначаются консультанты из числа преподавателей, специализирующихся в соответствующей области деятельности.

Задания на дипломное проектирование, список руководителей и консультантов утверждаются последовательно заместителем директора по учебной работе, приказом по техникуму и выдается студенту перед уходом на преддипломную практику.

Выполнение дипломного проекта должно производиться с соблюдением действующих норм и правил по технике безопасности и производственной санитарии, а также действующей нормативно-технической документации, и содержать 60-80 листов.

Работа над проектом осуществляется в соответствии с графиком, установленным техникумом, который позволяет студенту рационально распределить время между отдельными этапами работы. Законченные разделы или части дипломного проекта в установленные сроки должны представляться на проверку в печатном виде руководителю (консультанту). После доработки разделы или части дипломного проекта для повторной проверки предоставляются вместе с ранее рецензируемым материалом.

В установленные сроки на заседании руководитель сообщает результаты выполнения работы студентом по графику, в случае значительного отставания результаты докладываются в учебную часть.

Предварительное обсуждение дипломного проекта осуществляется в рамках преддипломной защиты, в сроки, утвержденные учебной частью.

Дата защиты дипломного проекта назначается учебной частью и согласуется с заместителем директора по учебной работе. Студент сдает весь подготовленный материал в учебную часть для нормоконтроля за 14 дней до предполагаемого дня защиты. Нормоконтроль для определения соответствия оформления дипломного проекта требованиям стандартов СПДС проводится руководителем дипломного проекта и нормоконтролером по назначению учебной частью.

Предварительное решение о допуске к защите дипломного проекта принимает руководитель, окончательное – заместитель директора по учебной работе. Дипломный проект может быть не допущен к защите при невыполнении отдельных разделов «Задания», а также при нарушении правил оформления. В таких случаях дипломный проект возвращается студенту на доработку. Допуск студента к защите дипломного проекта подтверждается подписью руководителя на титульном листе пояснительной записки и

графическом материале с указанием даты допуска.

Утверждает дипломный проект заместитель директора по учебной работе. На утверждение сдается весь подготовленный за время дипломного проектирования материал на бумажном варианте, включая раздаточный: фотографии, модель, макет, видеомонтаж, презентация и т.д.

Далее студент переплетает пояснительную записку, с использованием только твердого переплета. Не допускается скрепление листов шнуровкой и быстросъемными фиксаторами. К обложке переплета приклеивается конверт, куда позже вкладывается отзыв руководителя и внешнего рецензента. Оформленный согласно требованиям дипломный проект (исследовательская работа) предоставляется в учебную часть за 7 дней до защиты на рецензирование.

1.2 Порядок защиты дипломного проекта

За 7 дней до защиты секретарю Государственной аттестационной комиссии (ГАК) должны быть представлены: экземпляр дипломного проекта, подписанный руководителем, экономистом, консультантом, нормоконтролером, заместителем директора по учебной работе. Руководитель представляет секретарю ГАК отзыв на дипломный проект.

Защита дипломного проекта носит публичный характер и включает в себя доклад студента-дипломника, ответы на вопросы членов ГАК, и оценку работы государственной аттестационной комиссией.

Выступление (доклад) начинается с обоснования актуальности темы, далее кратко раскрываются основное содержание проекта и полученные технико-экономические показатели. При защите проекта большая часть выступления отводится обоснованию выбранного решения, выводов, предложений и рекомендаций, имеющих в проекте, сравнению технико-экономических показателей. Выступление должно быть увязано с представленными чертежами (графическим материалом). Рекомендуемая длительность доклада составляет 7-10 минут.

После выступления члены ГАК задают вопросы как непосредственно связанные с темой проекта, так и смежные с ней.

При определении итоговой оценки по результатам защиты дипломного проекта учитываются: изложение выпускником содержания работы, (полноту ответов) ответы на вопросы, отзыв руководителя и рецензента, качество выполнения и оформление работы в соответствии с (указанными ниже) требованиями.

Итоговая (балльная) оценка выносится на закрытом заседании

большинством голосов членов ГАК. Студенту, успешно защитившему дипломный проект, решением Государственной аттестационной комиссии присваивается квалификация техника.

В случае получения студентом неудовлетворительной оценки повторная защита дипломного проекта проводится не ранее следующего учебного года.

ГАК имеет право рекомендовать дипломный проект к публикации, на конкурс, к практическому использованию.

Комплект дипломного проекта объединяет документы, относящиеся ко всему проекту:

- ведомость технического проекта;
- графическая часть;
- пояснительная записка.

2 Требования к оформлению дипломного проекта

2.1 Изложение текста пояснительной записки

Дипломный проект должен быть написан грамотно, литературным языком и отредактирован. Текст должен быть кратким, четким, без субъективных толкований. Следует избегать в тексте повторений, сложных и громоздких предложений, логических противоречий.

В тексте документа не допускается применять:

- обороты разговорной речи, техницизмы, профессионализмы;
- для одного и того же понятия различные научно-технические термины, близкие по смыслу (синонимы), а также иностранные слова и термины при наличии равнозначных терминов в русском языке;
- произвольные словообразования;
- сокращения слов, кроме установленных правилами русской орфографии и государственными стандартами;
- сокращения обозначения единиц физических величин, если они употребляются без цифр, за исключением единиц физических величин в таблицах и в расшифровках буквенных обозначений, входящих в формулы, схемы и рисунки.

В тексте пояснительной записки, за исключением формул, таблиц и рисунков, не допускается: применять математические знаки, например, минус, больше, ($-$, $<$) перед отрицательными значениями величин (следует писать слово «минус»); применять индексы стандартов, технических условий и других документов без регистрационного номера.

Требования к оформлению текста пояснительной записки дипломного проекта определяются ГОСТ 21.101-97 СПДС «Основные требования к проектной и рабочей документации», ГОСТ 2.105-95 ЕСКД «Общие требования к текстовым документам», требованиями к оформлению учебной документации, а также данными методическими указаниями.

Страницы текста дипломного проекта должны соответствовать формату А4 (210х297мм). Текст пояснительной записки печатается только на одной стороне листа.

Текст должен быть обрамлен рамкой с размерами от края листа 2,5см слева и по 1см с других сторон. Расстояние от рамки до границ текста в начале и в конце строк – 1см, от верхней и нижней строки текста 1см. Таким образом, размер полей текста составляет: левое – 3,5см, правое – 2см, верхнее – 2,5см, нижнее (с учетом штампа) – 3-5,5см.

Текст пояснительной записки выполняется шрифтом Times New Roman,

кегель 14, с интервалом 1,5, абзацный отступ 1,25. В таблицах допускается использовать одинарный интервал и шрифт меньшего размера (минимум 10).

Название заголовков разделов и подразделов пишется строчными буквами с первой заглавной буквы кегль 14, шрифт жирный. Заголовки пишутся на отдельной строке и выравниваются по центру. Каждый раздел должен начинаться с новой страницы. Заголовки должны четко и кратко отражать содержание разделов, подразделов. Переносы слов в заголовках не допускаются, точка в конце названия не ставится. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Разделы нумеруются в пределах всей пояснительной записки арабскими цифрами. Каждому разделу присваивают обозначение документа. Расстояние между заголовком раздела и текстом должно равняться одному шагу с интервалом 1,5.

Подразделы должны иметь заголовки, которые печатаются без точки в конце и не подчеркиваются. Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точка не ставится. Расстояние между заголовками подраздела и текстом составляет 1,5 интервала.

Пункты могут быть без заголовков. Если документ не имеет подразделов, то нумерация пунктов в нем должна быть в пределах каждого раздела, и номер пункта должен состоять из номеров раздела и пункта, разделенных точкой. В конце номера пункта точка не ставится, например:

- 1
 - 1.1
 - 1.2
 - 1.3
 - 1.1.1
 - 1.1.2
 - 1.1.3
- } Нумерация подразделов документа
- } Нумерация пунктов подраздела документа

Внутри пункта рекомендуется приводить перечисления (без нумерации).

Нумерация страниц пояснительной записки должна быть сквозной, включая список использованных источников и приложения. Задание, не включается в общую нумерацию страниц. Таким образом, «Введение» дипломного проекта будет первой пронумерованной страницей, и иметь нумерацию «3». Номер страницы проставляется в правом нижнем углу рамки без точки в специально отведенном месте основной надписи.

Текстовые документы подразделяются на документы: технические условия, паспорта, расчеты, пояснительные записки (ПЗ) и инструкции, которые содержат, в основном, сплошной текст. Наряду с ними есть группа документов, содержащих текст, разбитый на графы (спецификации, ведомости,

таблицы и т.п.).

ПЗ выполняют на формах, установленных соответствующими стандартами Единой системой конструкторской документации (ЕСКД) и Системы проектной документации для строительства (СПДС).

ПЗ выполняют с применением печатающих и графических устройств ПК.

Расстояние от рамки формы до границ текста (начало и конец строк) - не менее 3 мм.

Расстояние от верхней или нижней строки текста до верхней или нижней рамки должно быть не менее 10мм.

Абзацы в тексте начинают отступом, равным 1,75см, используя клавишу «Табуляция», выполненные шрифтом Times New Roman кегль №14 с междустрочным интервалом «1,15».

Заглавный лист «Содержание» имеет основную надпись по форме 2 (приложение Д). Слово «Содержание» записывают в виде заголовка симметрично тексту прописными буквами. Наименования, включенные в содержание, записывают строчными буквами, начиная с прописной буквы, шрифтом Times New Roman кегль №14, отступив от заголовка одну строку, используя нумерацию разделов, оставляя в конце строк 15мм для проставления номера страницы. Предыдущий раздел от последующего отделяется свободной строкой. При необходимости «Содержание» продолжают на последующих листах с основной надписью по форме 2а. Переносы слов в содержании не допускаются.

В пояснительной записке должны отражаться разделы:

– Введение, где отражается краткая вступительная часть о заданном изделии, узле или детали и область применения.

Пример

Электроподвижной состав (ЭПС) железных дорог является важнейшей составной частью железнодорожного транспорта страны. Эффективность работы ЭПС во многом определяет и эффективность всей системы железнодорожного транспорта. Одним из показателей эффективности ЭПС является его надежность. Как следует из статистических данных МПС РФ, повреждаемость ЭПС все еще остается на достаточно высоком уровне. Число порч и неисправностей ЭПС на протяжении последних лет находится на уровне 1-2 случая на 1млн. км пробега.

– В первом разделе раскрывается исследовательская работа по предприятию, на котором эксплуатируется подвижной состав, характеристика и структура предприятия. Описывается характеристика ремонтных участков, их площадь и число работников, списочный штат подвижных единиц. Размер заработной платы работников участка.

Пример:

Работа коллектива электродепо и всего подвижного состава предприятия, участков технического обслуживания и ремонта, и инженерно-технические работники, соблюдают режим работы, включающий 247 рабочих дней в году при шестидневной рабочей неделе.

На территории электродепо расположены различные ремонтные участки, цеха и отделения.

1. Лаборатория поездных устройств и автоматики (ПУиА)

Лаборатория предназначена для ремонта и обслуживания поездных устройств и автоматики, где имеются стенды для проверки, ремонта и регулировки поездной аппаратуры и автоматики. Основными измерительными приборами и инструментами являются осциллограф, тестер, набор гаечных ключей, слесарный инструмент, паяльник и припой, электрическая и аккумуляторная дрели, и т.п. На участке располагаются столы, стулья, стеллажи и шкафы, общая площадь помещения лаборатории составляет 80м². В лаборатории имеется необходимая техническая документация и электрические схемы устройств поездной аппаратуры и автоматики. Здесь работают два инженера-электроника, инженер-электронщик, шесть электромехаников лаборатории, во главе с начальником лаборатории.

– Во втором разделе описывается характеристика ремонтного участка. Проводятся расчеты трудоемкости работ, режимы работы и фонды времени, расчеты производственной программы на ремонт изделия, расчеты численности и состава работников, расчеты потребления воды и электроэнергии. Раскрывается технология проведения ремонта изделия, который применяется (согласно темы дипломного проекта). Описываются возможные неисправности изделия, способы их устранения, проводятся расчеты технических характеристик, или технических требований к узлу или детали.

Пример:

Все виды технического обслуживания и текущего ремонта подвижного состава производят в электродепо, для этой цели на предприятии существуют необходимые цеха и участки. Обслуживание и ремонт тяговых электродвигателей проводят электрослесаря участка ремонта электродвигателей.

Для своевременного и качественного выполнения ремонтных работ электродепо должно располагать хорошо оснащенной современным оборудованием ремонтной базой с достаточной производственной площадью и высококвалифицированными кадрами рабочих. Необоснованная здесь экономия оборачивается значительными убытками в последующей работе электродепо.

– В третьей части дипломного проекта описывается назначение, устройство, работа и технические характеристики узла или изделия. Электрическая схема описания работы или подключения изделия. Раскрывается технология проведения диагностики или испытания изделия, расчет производственных площадей участка по проведению диагностики, или ремонта, или испытания изделия, расчет количества и оборудования, или расчет поточной линии.

Одним из подразделов раскрывается вопрос охраны труда и техники безопасности при производстве ремонтных работ.

Пример:

Расчет основных параметров поточной линии

Выпуск из ремонта тяговых двигателей типа НБ-418К6 и РТ-51М с поточной линии производится через строго определенные промежутки времени, называемые тактом.

В дипломном проекте работе производится расчет основных параметров поточной линии по ремонту тяговых двигателей. При этом программа выпуска равна программе ремонта тяговых электродвигателей.

Средний расчетный такт выпуска (запуска) одного двигателя определяется путем деления эффективного фонда времени за соответствующий плановый период $F_{эф}$ на количество двигателей, подлежащих ремонту за тот же период N_B , т.е.:

$$F_{эф} / N_B, \quad (3.1)$$

где $F_{эф}$ – годовой эффективный фонд времени работы переменнo-поточной линии, мин;

N_B – плановый период ремонта

$$F_{эф} = (T_{см} - T_{п}) S_{тр}, \quad (3.2)$$

где $T_{см}$ – продолжительность смены (принимается равной 480 мин);

$T_{п}$ – продолжительность регламентированных перерывов (принимается равной нулю);

S – число смен;

T_p – число рабочих дней в году (принимается равное 247 дням).

Подставив значения $T_{см} = 480$ мин, $T_{п} = 0$, $T_p = 247$ дней в формулу (3.2), провести расчет.

Подставив значения $N_{БРТ-51Д} = 1,6$ тыс. шт., $N_{БРТ-51М} = 1,8$ тыс. шт. в формулу (3.1), провести расчет.

На поточной линии производится ремонт двигателей типа НБ-418К6 и РТ-51М с различной трудоемкостью. Поэтому целесообразно вести ремонт на линии с различными, частными для каждого типа двигателя, тактами.

Частный такт линии можно рассчитать.

Он заключается в приведении программы ремонта двигателей всех типов к условному объекту. Для этого следует принять трудоемкость ремонта двигателя типа НБ-418К6 за базу T_6 , и тогда программы по всем закрепленным за линией двигателям N_j через коэффициент приведения по трудоемкости $K_{пр j} = T_j/T_6$ можно привести к базовой (условной) единице, т.е. $N_{пр j} = N_j K_{пр j}$. Затем рассчитать общий такт $t_{общ}$ и частные (рабочие) такты линии t_j ремонта тяговых двигателей.

Тяговый электродвигатель электровоза ВЛ80С типа НБ-418К6 предназначен для привода колесных пар и установлен на тележке локомотива.

Все основные детали якоря: коллектор, сердечник и обмоткодержатель—устанавливают на втулку, которая напрессована на вал. Такая конструкция позволяет в случае необходимости заменить вал, не разбирая весь якорь.

Сердечник якоря набран из лакированных листов электротехнической стали Э-12 толщиной 0,5мм и зажат между обмоткодержателем и втулкой коллектора. Обмоткодержатель упирается в бурт втулки якоря, а втулка коллектора запирается специальной гайкой. Коллектор имеет арочную конструкцию, и стянут между втулкой и нажимным конусом восемью болтами из высококачественной стали. Диаметр коллектора составляет 460мм.

Работник должен во время работы быть внимательным, не отвлекаться и не отвлекать других, не допускать на рабочее место лиц, не имеющих отношения к работе.

Работник, находясь на территории предприятия, обязан соблюдать следующие требования охраны труда и техники безопасности:

- проходить по территории депо по установленным маршрутам, пешеходным дорожкам, проходам и переходом;
- при выходе из здания убедиться в отсутствии движущегося транспорта;
- не садиться и не облакачиваться на случайные предметы и ограждения;
- не прикасаться к токоведущим частям электрических установок;
- уметь оказывать первую доврачебную помощь;
- соблюдать правила внутреннего трудового распорядка и установленный режим труда и отдыха.

– В четвертом разделе отражается предлагаемое оборудование для проведения или ремонта, или диагностирования, или испытания изделия. Его технические характеристики, общий вид. Изобразить предлагаемый план участка, предлагаемое оборудование, его технические характеристики,

преимущества предлагаемого оборудования – по сравнению с применяемым оборудованием и технологией.

– В этом же (четвертом) разделе производится расчет поточной линии, или расчеты длительности производственного цикла ремонта изделия, или расчеты потребления электроэнергии и воды при применении предлагаемого оборудования на участке.

Пример

Для выполнения любого вида ремонта прогрессивными методами, обеспечивающими высокую производительность труда и качество ремонта, участок должен оборудоваться энергетическими разводками (сжатый воздух, водопровод, электропитание на различных напряжениях) и иметь в своем составе: камеру для пневмогидравлической очистки электродвигателей, установку для мойки деталей, покрасочную и сушильную камеры, стапели для разборки электродвигателей с вертикальным валом, кантователи для статоров, подставки для статоров, подставки для установки и проворота роторов, станок для балансировки роторов, станок для изготовления пазовых клиньев, сверлильный и заточный станки, комплект съемников (гидравлических и винтовых), комплект приспособлений для извлечения секций обмоток статоров электродвигателей, стеллажи для размещения узлов и деталей при разборке электродвигателей и верстаки для ремонта узлов и деталей электродвигателей.

В целях повышения производительности труда и уменьшения себестоимости ремонта тяговых двигателей, при применении инновационного оборудования при проведении диагностических работ предлагаю применять переносные диагностические устройства для выявления неудовлетворительно коммутирующих тяговых электродвигателей и неплотное прилегание контактов, перегрев и затрудненное вращение якоря или ротора. При техническом обслуживании и ремонтах применю как стационарные, так и переносные технические средства, средства поузлового диагностики.

– В пятой части дипломного проекта (экономическая часть) раскрывается экономический эффект от предлагаемой установки или оборудования, расчет показателей плана по труду и заработной платы, технико-экономические показатели участка по ремонту изделия, планирование издержек производства, калькуляция себестоимости ремонта изделия.

– В заключении описывается суть о проделанной работе и значимости дипломного проекта.

Пример

В дипломном проекте описаны назначение, особенности конструкции, приведены характерные неисправности и методы их устранения, а также технологический процесс ремонта тягового электродвигателя типа НБ-418К6

электровоза ВЛ-80С в объеме текущего ремонта ТР-3, и рассмотрены возможности оптимизации трудоемкости ремонта и сокращение времени. В алгоритме ремонтного процесса представлена последовательность ремонта каждого узла и детали, возможность их замены и методы их восстановления.

При выполнении дипломного проекта возникали новые задачи, требующие незамедлительного решения для освоения поставленной цели. В итоге проработаны следующие аспекты:

- расчет номинальных и токов короткого замыкания, учитывающий возможные рабочие и аварийные режимы;
- изучен материал и руководящие указания, других предписаний, руководство по эксплуатации тягового электродвигателя. Выполнены расчеты защит и автоматики и комбинированным пуском по напряжению, защиты от перегрузки, и автоматики охлаждения.

Повреждение листов ПЗ, пометки и следы не полностью удаленного прежнего текста (графики) не допускаются.

Пример

- 1 Конструкция электромагнитного контактора
 - 1.1 Устройство электромагнитного контактора
 - 1.2 Технические характеристики
- 2 Технология проведения ремонта электромагнитного контактора
 - 2.1 Суть производства ремонта электромагнитного контактора
 - 2.2 Проведения ремонта электромагнитного контактора

Если ПЗ имеет подразделы, то нумерация пунктов должна быть в пределах подраздела и номер пункта должен состоять из номеров раздела, подраздела и пункта, разделенных точками.

Пример

- 3 Методы проведения диагностирования контактора
 - 3.1 Аппараты, материалы и оборудование
 - 3.1.1 Измерительные приборы
 - 3.1.2 Технологическая документация
 - 3.2 Проведение испытания контактора после ремонта
 - 3.2.1 Подготовка испытательного стенда
 - 3.2.2 Технология проведения испытания

Внутри пунктов или подпунктов могут быть приведены перечисления. Перед каждой позицией перечисления следует ставить дефис или при необходимости ссылки в тексте документа на одно из перечислений, строчную букву, после которой ставится скобка. Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых

ставится скобка, а запись производится с абзаца как показано в примере.

Пример

- а) Произвести разборку ротора
- б) Произвести разборку статора
 - 1) Ослабить крепление кабелей
 - 2) Отвернуть крепление катушек
- в) Произвести разборку подшипниковых щитов

Каждый пункт, подпункт и перечисление записывают с абзаца.

В конце ПЗ требуется приводить список литературы, которая была использована при составлении. Выполнение списка и ссылки на него в тексте - по ГОСТ 7.0.5-2008. Список литературы включают в содержание документа (Приложение 10). Нумерация страниц ПЗ и приложений, входящих в состав ПЗ должна быть сквозная. В общее число листов дипломного проекта не включается лист ведомости документов.

Полное наименование разделов и подразделов в «Содержании» и в тексте ПЗ должно быть одинаковым. Наименования, приводимые в тексте ПЗ и на иллюстрациях, должны быть одинаковыми.

В ПЗ следует применять стандартизованные единицы физических величин, их наименования и обозначения в соответствии с ГОСТ 8.417-2002.

Наряду с единицами СИ, при необходимости, в скобках указывают единицы ранее применявшихся систем, разрешенных к применению. Применение в одной ПЗ разных систем обозначения физических величин не допускается.

В тексте ПЗ числовые значения величин с обозначением единиц физических величин и единиц счета следует писать цифрами, а числа без обозначения единиц физических величин и единиц счета от единицы до девяти словами.

Примеры

- 1. Произвести испытание двух двигателей, каждый в течение 10мин.
- 2. Выбрать четыре якоря для испытания на сопротивление изоляции.

Единица физической величины одного и того же параметра в пределах одной ПЗ должна быть постоянной. Если в тексте приводится ряд числовых значений, выраженных в одной и той же единице физической величины, то ее указывают только после последнего числового значения, **например**: 1,50; 1,75; 2,00м.

Если в тексте ПЗ приводят диапазон числовых значений физической величины, выраженных в одной и той же единице физической величины, то обозначение единицы физической величины указывается после последнего числового значения диапазона.

Примеры

1. От 1 до 5мм.
2. От 10 до 100кг/см².
3. От плюс 10 до минус 35°С.

Недопустимо отделять единицу физической величины от числового значения (переносить их на разные строки или страницы), кроме единиц физических величин, помещаемых в таблицах, выполненных машинописным способом.

Дробные числа необходимо приводить в виде десятичных дробей, за исключением размеров в дюймах, которые следует записывать 1/4", 1/2" (но не $\frac{1}{2}$ ").

В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные соответствующими государственными стандартами. Пояснения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, если они не пояснены ранее в тексте, должны быть приведены непосредственно под формулой. Пояснение каждого символа следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него.

Пример

Плотность каждого образца Р, кг/м³, вычисляются по формуле:

$$P = t/V, \quad (1)$$

где т – масса образца, кг;

V – объем образца, м³.

Формулы, следующие одна за другой и не разделенные текстом, разделяют запятой.

Переносить формулы на следующую строку допускается только на знаках выполняемых операций, причем знак в начале следующей строки повторяют. При переносе формулы на умножение применяют знак «×».

Формулы, за исключением формул, помещаемых в приложении, должны нумероваться сквозной нумерацией арабскими цифрами и записывают на уровне формулы справа в круглых скобках. Одну формулу обозначают так (1).

Ссылки в тексте на порядковые номера дают в скобках, **например**: в формуле (1).

Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, которые разделяются точкой, **например**: (3.1).

Примечания приводят в ПЗ, если необходимы пояснения или справочные

данные к содержанию текста, таблиц или графического материала. Примечания не должны содержать требований.

Примечания следует помещать непосредственно после текстового, графического материала или в таблице, к которым относятся эти примечания, и печатать с прописной буквы с абзаца. Если примечание одно, то после слова «Примечание» ставится тире и примечание печатается тоже с прописной буквы. Одно примечание не нумеруют, а несколько – нумеруют по порядку арабскими цифрами. Примечание к таблице помещают в её конце над линией, обозначающей окончание таблицы.

Примеры

Примечание – согласно технологического процесса ремонта ТЭД

Примечания:

- 1 Испытать ротор электродвигателя
- 2 Испытать статор электродвигателя

В тексте пояснительной записки ссылка на используемую литературу приводится в квадратных скобках с указанием порядкового номера литературы в соответствии с разделом «Литература», таблицы и страницы.

Пример

[Л3табл.14с.122]

2.2 Оформление иллюстраций

Все иллюстрации (чертежи, графики, схемы, компьютерные распечатки, диаграммы, фотоснимки) именуются в дипломном проекте словом «рисунок». Иллюстрации следует располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. При ссылке на иллюстрацию следует писать «...в соответствии с рисунком 2.1». На все иллюстрации должны быть даны ссылки. Фотоснимки размером меньше формата А4 сканируются и размещаются на стандартных листах белой бумаги.

В дипломном проекте рекомендуется нумеровать рисунки арабскими цифрами в пределах каждого раздела, или может использоваться сквозная нумерация в дипломном проекте. Например, Рисунок – 3.1.

Иллюстрации можно приводить в приложении обозначая отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Например, Рисунок А.1.

Пример – Рисунок А.4

Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенного точкой.

Пример – Рисунок – 1.1

При ссылках на иллюстрации при сквозной нумерации следует писать «...в соответствии с рисунком 2», а при нумерации в пределах раздела – «... в соответствии с рисунком 1.2»

Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (текст под рисунком). Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом:

Пример:

Рисунок 1 – Детали прибора

Если в тексте ПЗ имеется иллюстрация, на которой изображены составные части изделия, то должны быть указаны номера позиций этих составных частей в пределах данной иллюстрации, которые располагают в возрастающем порядке, за исключением повторяющихся позиций, и выровнены по центру.

На приводимых в ПЗ электрических и технологических схемах около каждого элемента указывают его позиционное обозначение и, при необходимости, номинальное значение величины.

2.3 Оформление таблиц

Таблицы обеспечивают лучшую наглядность и удобство сравнения показателей. Название таблицы должно быть точным, кратким и отражать ее содержание. Название таблицы следует помещать над таблицей с левой стороны, без абзацного отступа в одну строку с ее номером. Знак тире ставится, и выравнивается по центру. Знак «№» не ставится. Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы в единственном числе, а подзаголовки граф – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В заголовках после запятой приводится обозначение единиц измерения. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. Разделять заголовки и подзаголовки боковика и граф диагональными линиями не допускается.

Если цифровые или иные данные в какой-либо строке таблицы не приводят, то в ней ставят прочерк.

Пример оформления таблицы дан в приложении Ж.

Таблицу следует располагать в дипломном проекте непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице, если ссылка на таблицу находится в нижней четверти листа. Ссылки в дипломном проекте должны быть на все таблицы. При ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера. Таблицы, за исключением таблиц

приложений, рекомендуется нумеровать арабскими цифрами в пределах раздела или сквозной нумерацией. Номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой, например: Таблица – 3.1.

Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения (например, Таблица В.1), если она приведена в Приложении В.

Таблица с большим количеством строк переносится на другой лист, при этом слово «Таблица», ее номер и название указывают один раз слева над первой частью таблицы, а над другими частями (на следующем листе пояснительной записки) пишут, например: «Продолжение таблицы 3.2». Пример в приложении Ж.

Если строки или графы таблицы выходят за формат страницы допускается горизонтальное расположение таблицы (формат альбомный).

Пример

Таблица 2 – Размеры выбранного материала

медь	D, м	L, см	L ₁ , мм ²	L ₂ , мм ²
1	2	3	4	5
10	5	245	800	–
20	7	489	–	900
30	9	798	1300	1200

Не допускается заменять кавычками повторяющиеся в таблице цифры, математические знаки, знаки процента и номера, обозначение марок материалов и типоразмеров изделий, обозначение нормативных документов.

В таблице при отсутствии отдельных данных следует ставить прочерк (тире) в соответствии с примером таблицы 2.

2.4 Оформление формул

Формулы следует выделять из текста в отдельную строку. Выше и ниже каждой формулы должно быть оставлено не менее одной свободной строки. Формулы не следует выделять жирным шрифтом. Если формула не умещается в одну строку, то она должна быть перенесена после математических знаков, причем знак в начале следующей строки повторяют.

Формулы в дипломном проекте нумеруют по порядку в пределах каждого раздела арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на строке. Номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой, например, (3.1).

Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в круглых скобках,

если использована формула из литературного источника, например:

$$n_6 = N_d \times m, \quad (3.1)$$

В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные соответствующими государственными стандартами. Пояснение значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой в той же последовательности, в которой они даны в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него.

например:

$$n_6 = N_d \times m, \quad (3.2)$$

где n_6 – количество обмоток;

N_d – толщина провода;

M – удельное сопротивление материала.

Применение в одной формуле рукописных и компьютерных знаков не допускается.

2.5 Оформление приложений

Приложения оформляют как раздел дипломного проекта: начиная с листа, имеющего основную надпись. Последующие листы приложений оформляют без штампа.

В тексте на все приложения должны быть даны ссылки, в соответствии с которыми их и располагают.

Каждое приложение начинают с новой страницы. Слово «Приложение» располагают справа стороны листа (например, Приложение С). Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением некоторых букв, например: Ё, З, Й, О, Ч, Ь, Ъ, Ы.

Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

Приложения можно выполнять на листах формата А2, А3, А4.

Все приложения должны быть перечислены в содержании документа с указанием их обозначения и заголовков.

Материал, дополняющий текст ПЗ, допускается помещать в приложениях. Приложениями могут быть, например, графический материал, таблицы большого формата, расчеты, описания аппаратуры и приборов, описание алгоритмов и программ задач, решаемых на ПК и так далее.

Приложение является продолжением данной ПЗ и располагается на последующих ее листах. Можно выпускать его в виде самостоятельного документа. В тексте ПЗ на все приложения должны быть даны ссылки.

Каждое приложение, если их несколько, следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова «Приложение» и его обозначение, а под ним в скобках для обязательного приложения пишут слово «обязательное», а для информационного – «рекомендуемое» или «справочное».

3 Оформление графической части

3.1 Форматы

Графическая часть дипломного проекта выполняется на листах ватмана формата А1 (или других – см. ниже) вручную или в программах: КОМПАС (различных версий фирмы АСКОН) или AutoCAD, в полном соответствии с действующими стандартами ЕСКД и включает чертежи общего вида, электрические, монтажные и сборочные чертежи (различные варианты строительных чертежей), схемы, таблицы технико-экономических показателей.

Дипломный проект должен содержать шесть обязательных чертежа: 1 – генеральный план предприятия; 2 – планируемый участок или цех проведения ремонта изделия; 3 – чертеж общего вида изделия; 4 – изделие в разрезе или кинематическую схему, или электрическую схему работы изделия; 5 – предлагаемое оборудование или приспособление, или стенд, или сборочный чертеж стенда; 6 – таблица калькуляции себестоимости ремонта изделия, или чертеж-диаграмма.

Каждый чертеж имеет основную надпись (угловой штамп).

На чертежи общего вида и чертежи сборочных узлов выполняются спецификации (ГОСТ 2.106-96).

На чертежи различных схем, компоновочные чертежи, чертежи планов и некоторые другие чертежи – имеют экспликации (разрешено вычерчивать над основной надписью на чертеже), которые включают в себя: названия оборудования, его условное обозначение, краткую характеристику и т.п.

3.2 Оформление чертежных листов

Рекомендуется располагать чертежи, планы и разрезы горизонтально по широкой стороне, а также подбирать масштаб, который позволяет полностью заполнять лист. Масштабы принимать по ГОСТ 2.302-68.

На чертежных листах следует наносить внутреннюю рамку сплошной основной линией на расстоянии 20мм от левой стороны и на расстоянии 5мм от остальных сторон. Поле с левой стороны предназначается для подшивки и брошюровки чертежей.

В правом нижнем углу чертежа размещают основную надпись по форме 1 в соответствии по ГОСТ 2.104-2006. Для формата А4 основную надпись располагают вдоль короткой стороны листа; для формата, большего чем А4, располагают основную надпись как вдоль длинной стороны листа, так и вдоль короткой.

3.3 Требования к заполнению основных надписей пояснительной записки и чертежей

Основную надпись оформляют:

– на первом листе содержания пояснительной записки по форме 1:

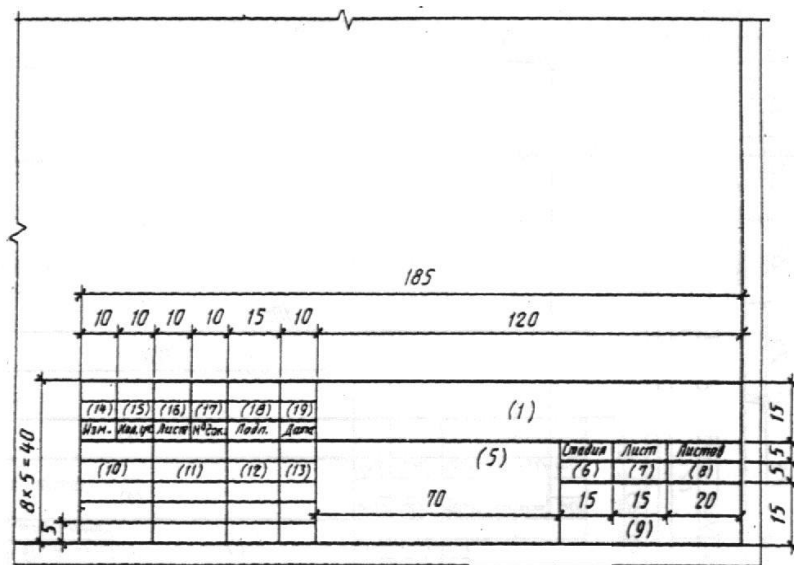


Рисунок 3 – Оформление штампа пояснительной записки в содержании

– на последующих листах пояснительной записки по форме 2:

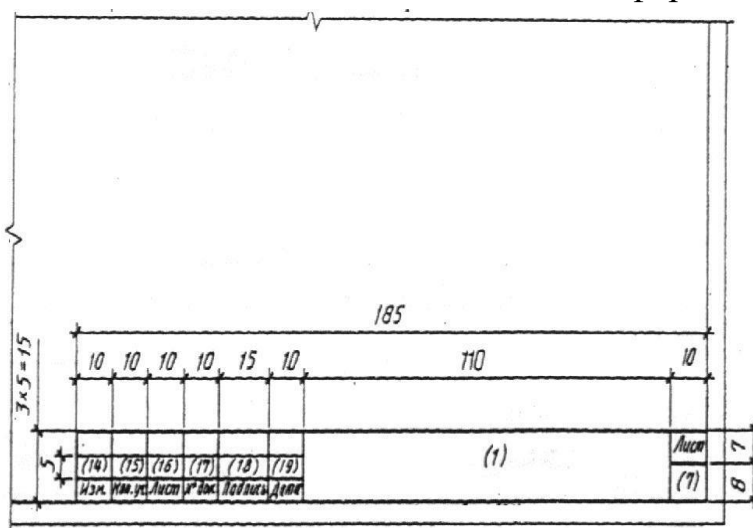


Рисунок 4 – Оформление штампа листов пояснительной записки

Линии в основных надписях необходимо выполнять сплошными основными и сплошными тонкими. В демонстрационных плакатах для написания слов рекомендуется использовать чертежные шрифты формата №7; 5 и 3,5 по ГОСТ 2.304-81. По контуру основной надписи желательно оставлять свободное поле шириной не менее 50мм.

Номера и содержание граф основных надписей определены ГОСТ 21.101-

97 СПДС. В дипломном проекте рекомендуется следующее обозначение граф:

- в графе 1 – обозначение документа, например:

ДП.23.02.05.2025.04.00.00 ХХ

Обозначение документа складывается из следующих символов:

ДП – вид работы (дипломный проект);

23.02.05 – код специальности;

2025 – год выпуска;

04 – номер по списку в журнале выдачи задания на дипломное проектирование;

ХХ – шифр листов в дипломном проекте (дополнение к обозначению в графе через пробел):

– *для текстового документа:*

ПЗ – пояснительная записка (на титульном листе);

ВД – ведомость документов дипломного проекта;

ТЭО – технико-экономическое обоснование;

Сп – спецификация;

ЭП – экспликация помещений;

Пр – приложения;

- в графе 2 – наименование объекта, в состав которого входит предприятие, или наименование станции метрополитена, например:

г. Казань, станция «Проспект Победы»

- в графе 3; 5 – наименование темы дипломного проекта (по приказу);

- в графе 4 – наименование изображений, помещенных на данном листе, в точном соответствии с их наименованием на чертеже (наименования спецификаций и других таблиц, а также текстовых указаний, относящихся к изображениям, в графе не указывают), с указанием масштаба, например:

- разрез 1-1 М 1:50;

- план участка по ремонту тяговых двигателей М 1:100;

- в графе 6 – условное обозначение стадии проектирования: У – учебная;

- в графе 7 – порядковый номер листа графического материала или страницы текстового документа;

- в графе 8 – общее число листов пояснительной записки (графу заполняют только на первом листе) или число чертежей;

- в графе 9 – наименование учебного заведения и группы (сокращенно);

- в графе 10-13 – характер выполненной работы (разработал, проверил, технический контроль, рецензент, нормоконтроль, утвердил), фамилии лиц, даты и подписи.

1 – наименование изделия должно соответствовать технической терминологии и излагаться по возможности кратко. Наименование изделия

записывают в именительном падеже единственного числа. В тех случаях, когда, наименование составлено из нескольких слов, существительное занимает первое порядковое место. Назначение изделия и его местоположение в названии не указывается.

2 – обозначение документа условными письменными знаками. Обозначение документа состоит из цифр и букв, записанных в определённом порядке. Каждому документу присваивается обозначение, состоящее из знаков, разделённых между собой точками. Например:

ДП.23.02.05.2025.04.00.00 XX

Обозначение документа складывается из следующих символов:

ДП – вид работы (дипломный проект);

23.02.05 – код специальности;

2025 – год выпуска;

04 – номер по списку в журнале выдачи задания на дипломное проектирование;

XX – шифр листов в дипломном проекте (дополнение к обозначению в графе через пробел);

Для графического и текстового документа:

ВД – ведомость документов дипломного проекта;

СБ – сборочный чертеж;

ВО – чертеж общего вида;

ГЧ – габаритный чертеж;

МЧ – монтажный чертеж;

К – схема кинематическая;

Э – схема электрическая;

Г – схема гидравлическая;

П – схема пневматическая;

ПЗ – пояснительная записка.

3 – графа для обозначения материала, из которого изготавливается деталь. Заполнение ведётся только на чертежах деталей, например:

Сталь 08кп ГОСТ 1050 – 88;

5 – масса изделия – указывается только в цифрах без обозначения измерения. Указывать единицы измерения допускается в случае, например: 0,25т, 15т. Расчётная масса ставится на чертежах вплоть до технического проекта. Фактическая же масса указывается на документах, начиная с опытной партии. Под фактической массой следует понимать величину определяемую взвешиванием изделия. На чертежах единичных крупногабаритных изделий, массу которых трудно определить механическим взвешиванием, допускается указывать расчётную величину. Допускается

указывать предельные отклонения массы в технических требованиях. Массу допускается не указывать на чертежах опытных образцов, габаритных и монтажных чертежах.

6 – масштаб графического изображения предмета на чертеже. Масштаб выбирается в зависимости от габаритных параметров изображаемой детали и должно быть вычерчено в натуральную величину или в масштабе.

7 – графа для указания номера листа.

Единичный экземпляр документа не нумеруется.

8 – количество листов в целом.

Число документов указывают только на первом листе.

9 – учебное заведение, группа, (сокращенно) например:

ГАПОУ КАТТ

гр.ТЭМ 219

10 – дополнительная строка для рецензента.

Дополнительная строка заполняются разработчиком в зависимости от ситуации, например: «Начальник департамента», «Начальник бюро».

11 – фамилии лиц, подписывающих документ.

12 – места для подписей в соответствии с должностными обязанностями.

13 – указание даты подписания документа.

14-18 – графы предназначены для внесения изменений.

3.4 Масштабы

Масштабом чертежа называется отношение линейных размеров изображенного на чертеже предмета к линейным размерам этого предмета в натуре.

В зависимости от размеров, сложности и назначения изображения на чертежах можно выполнять в натуральную величину (масштаб 1:1) или в определенном масштабе уменьшения или увеличения.

Масштабы изображений на чертежах для всех отраслей промышленности и строительства выбирают из следующих рядов:

Масштабы уменьшения ...1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:1000.

Натуральная величина... 1:1

Масштабы увеличения ... 2:1; 2,5:1; 5:1; 4:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1.

3.5 Линии

Наименование, правила начертания и основные назначения линий, применяемых на чертежах всех отраслей промышленности и строительства, установлены ГОСТ 2.303-68.

Толщину основной линии берут в пределах 0,5...1,4мм в зависимости от размеров и сложности изображения и от формата чертежа. Толщина линий одного и того же типа должна быть на данном чертеже одинаковой для всех изображений, вычерчиваемых в одном и том же масштабе.

Стандарт устанавливает наименьшую толщину линий и наименьшее расстояние между смежными линиями в зависимости от формата чертежа.

Так, для формата А1 и форматов, больших А1, наименьшая толщина линий равна 0,3мм.

Некоторые указания по обводке изображений на чертежах:

- длину штрихов в штриховых и штрихпунктирных линиях следует выбирать в зависимости от размеров изображения;
- штрихи в линии должны быть приблизительно одинаковой длины;
- промежутки между штрихами в каждой линии должны быть приблизительно одинаковыми;
- штрихпунктирные и штриховые линии должны пересекаться и заканчиваться штрихами;
- штрихпунктирные линии, применяемые в качестве центровых, следует заменять сплошными тонкими линиями, если диаметр окружности или размеры других геометрических фигур в изображении меньше 12мм.

Для сложных разрезов и сечений допускается концы разомкнутой линии соединять тонкой штрих пунктирной линией.

3.6 Чертежные шрифты

Все надписи на чертежах и других технических документах выполняются чертежным шрифтом. Чертежные шрифты для технических документов всех отраслей промышленности и строительства установлены ГОСТ 2.304-81.

3.7 Выполнение чертежей и схем

На чертежах должны быть приведены изображения (виды, разрезы, сечения) и их основные размеры, а также основная надпись по форме 1 ГОСТ 2.104-68.

При необходимости для понимания назначения объекта, конструктивного

устройства аппарата, машины и т.д., взаимодействия их составных частей и принципа работы дополнительно могут быть приведены текстовая часть, надписи, таблицы, технические требования, технические характеристики, расположение которых на чертеже определяется соответствующими стандартами.

Поясняющие надписи оформляются в виде колонки размером 185мм. Высота строки – не менее 7-8мм (на свободном поле чертежа).

Наименования (при их наличии) изображений, таблиц следует писать чертежным шрифтом высотой букв и цифр не менее 7мм.

Составные части чертежей общего вида и сборочных могут быть оформлены номерами позиций или их наименованием на полках выносок.

На поле чертежа могут быть размещены спецификация сборочного чертежа, таблица составных частей чертежа общего вида над основной надписью с интервалом не менее 12мм; при необходимости их продолжения слева от основной надписи.

Другие таблицы на чертежах могут быть произвольной формы и размеров. Оборудование на чертежах с изображением зданий или сооружений выполняют толстой основной линией, а контур здания или сооружения – тонкой.

3.8 Оформление списка использованных источников

Список использованных источников – обязательный раздел дипломного проекта, который характеризует уровень ознакомления студента с современным состоянием проблемы, над которой он работает. В данном списке указываются все использованные автором источники, а не только те, на которые есть ссылки в тексте работы (Приложение Л).

Список использованных источников охватывает все издания, которыми пользовался студент при написании дипломного проекта (официальные, нормативные, справочные, учебные, научные, методические, производственные и другие виды изданий, включая электронные и ресурсы интернет).

Список использованных источников оформляется в соответствии с требованиями:

ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание: общие требования и правила составления»;

ГОСТ 7.82-2001 «Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов: общие требования и правила составления»;

ГОСТ 7.80-2000 «Библиографическая запись. Заголовок: общие требования и правила составления».

ГОСТ Р 7.05-2008 Система стандартов по информации, библиотечному и

издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления.

Ссылками на использованные источники должны сопровождаться заимствованные у других авторов экспериментальные данные, идеи и другие положения, являющиеся интеллектуальной собственностью. Ссылки в тексте пояснительной записки на использованные материалы даются в виде его номера в квадратных скобках.

Например: население Северо-восточного округа составляет 1108,2 тыс. человек [12, С. 156].

Список использованных источников должен состоять из трех обязательных разделов:

I. Нормативно-правовые материалы

II. Специальная литература

III. Источники удаленного доступа

В первом разделе «Нормативно-правовые материалы» должны быть представлены все использованные в работе нормативно-правовые акты, располагаемые в следующей иерархической последовательности:

- Конституция Российской Федерации;
- Федеральные законы Российской Федерации;
- Указы Президента Российской Федерации;
- Постановления Правительства Российской Федерации;
- Нормативные акты различных федеральных государственных комитетов, министерств и ведомств;
- ГОСТы;
- Решения органов государственной власти субъектов Российской Федерации и муниципальных органов.

Все нормативные акты приводятся в хронологическом порядке с обязательным указанием даты их принятия, номера и источника официального опубликования. Ссылки на эти источники можно найти, используя справку, в информационных системах «Гарант» или «Консультант».

ГОСТ Р 517721–2001. Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Входные и выходные параметры и типы соединений. Технические требования. – Введ. 2002–01–01. – М.: Изд-во стандартов, 2024. – 27 с.

Во втором разделе «Специальная литература» отражается использованная специальная литература: монографии, статьи в периодических изданиях, в сборниках научных трудов, учебники и учебные пособия и т.д. Все они располагаются в алфавитном порядке по фамилии авторов или, если автор не указан, по названию работы. В списке литературы приводятся полные данные о работе: фамилия и инициалы автора, название работы, место издания и

наименование издательства, год опубликования, общее количество страниц; если статья опубликована в сборнике или журнале, то после ее названия указывается наименование сборника или журнала, год его издания, номер и диапазон страниц.

Пример:

При наличии у учебного издания одного автора:

Алексеев В.С. Электропоезда переменного тока/В.С. Алексеев – М.: Академа, 2024. – 436с.

При наличии у учебного издания нескольких авторов:

Неклепаев Б.Н. Электрическая часть подвижного состава: справочные материалы для курсового и дипломного проектирования/ Б.Н. Неклепаев, И.П. Крючков – М.: Энергоатомиздат, 2024. – 312с.

Справочные издания:

Справочник по проведению испытаний электрооборудования подвижного состава /Под ред. Э.С. Мусаэляна – М.: Энергоатомиздат, 2023. – 125с.

Журнал:

Электрические машины – М.: Издательство «Фолиум»

Учебное пособие:

Экономика и управление на транспорте. Учебное пособие для студентов среднего профессионального образования/Т.Ф. Басова, Н.Н. Кожевников, Э.Г. Леонова и др./Под ред. Н.Н. Кожевникова – М.: Издательский центр «Академия», 2023. – 196с.

Интернет-ресурсы:

1. Мандрыкин С.А., Филатов А.А. Эксплуатация и ремонт электрооборудования станций и сетей URL: <http://www.twirpx.com/file/105845/> . Дата обращения: 06.10.2024.
РД 16.407-2000 организация-разработчик электрооборудования URL: <http://www.complexdoc.ru/ntdtext/537974/7>
2. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. Министерство топлива и энергетики РФ, РАО «ЕЭС России»: РД 34.20.501-95.-15-е изд., перераб. и доп. – М.: СПО ОРГГРЭС, 2025
URL: <http://www.orene.ru/shared/service/file/energo/reaktiv/P15.pdf>. Дата обращения: 06.10.2025.

Список литературы выполняется шрифтом Times New Roman кегль №14 с

междустрочным интервалом «1,15», отделив заглавие «Список использованных источников» от списка свободной строкой (приложение М).

4 Структура и содержание дипломного проекта

Последовательность документов в дипломном проекте (сдаваемой в учебную часть):

Титульный лист (Приложение А)

Отзыв*

Рецензия*

Задание на дипломное проектирование (Приложение Д)

Ведомость документов – формат А4 специальной формы (Приложение Б);

Пояснительная записка:

Содержание (приложение В)

Введение

Глава 1 (Исследовательский раздел)

Глава 2 (Расчетно-технический раздел)

Глава 3 (Организационный раздел)

Глава 4 (Инновационный раздел)

Глава 5 (Экономический раздел)

Заключение

Список использованных источников

Заключение

Список использованных источников

Приложения

Приложение А

Приложение Б

Приложение В и т.д.

Лист росписи студента о том, что работа выполнена самостоятельно

Спецификации – (приложение И);

Чертежи

* Примечания:

1. Отзыв, рецензию и задание сделать как копии оригиналов из папки для архива.

2. Нумерация проставляется только с содержания, которое является 2-ой страницей. Отзыв, рецензия, задание, лист росписи и спецификация не нумеруются.

Титульный лист

1. Титульный лист документа

Титульный лист является первым листом документа. Его выполняют на

листах формата А4 по формам ГОСТ 2.301-68 (приложение1). Параметры страницы (отступы) верхнее – 2см, нижнее – 2см, левое – 3см, правое – 1,5см. На титульном листе указывают наименование образовательного учреждения, выполненное строчными буквами шрифтом Times New Roman кегль №14, по центру. Отступив от наименования образовательного учреждения 1 строку, разделить страницу на два столбца, заполнять правый столбец, выравнивая текст по правому краю, шрифтом Times New Roman кегль №14 («Утверждаю»). Наименование специальности и шифр выполняется шрифтом Times New Roman, кегль №14. Наименование темы дипломного проекта выполняется строчными буквами шрифтом Times New Roman кегль №16, по центру, отступив от наименования специальности 3 строки. Надпись «Дипломный проект» выполняется шрифтом Times New Roman кегль №18, по центру. Даты, инициалы и фамилии лиц, подписавших проект, выполняются шрифтом Times New Roman кегль №14, разделив страницу на два столбца, отступив 4 (четыре) строки от наименования темы дипломного проекта. Год разработки выполняется шрифтом Times New Roman кегль №14, по центру на последней строке текущей страницы.

Ведомость документа

Ведомость документа (ВД) составляют по формам 8 и 8а (приложения В, Г и Д по ГОСТ 2.106-96).

В ведомость документа записывают все конструкторские документы, использованные для дипломного проекта, необходимые и достаточные для рассмотрения и утверждения данного проекта. Лист ведомости документов нумеруется отдельным листом.

Графы ВД заполняют следующим образом:

- в графе «№ строки» указывают номер строки по порядку;
- в графе «Обозначение» указывают обозначение документов, выполненные шрифтом Times New Roman кегль №14, по центру, делая пробел между буквенными и цифровыми обозначениями;
- в графе «Наименование» указывают наименование документов, например: «Схема подключения тягового трансформатора электровоза ВЛ80С», «Кинематическая схема электропневматического контактора типа 1КП-006», «Пояснительная записка». Наименование чертежей указывают в соответствии с основной надписью. Наименования, состоящие из двух частей (название чертежа и вид документа), выполняют шрифтом одного размера и разделяют точкой. Основная надпись ВД (приложение Б).

5 Рецензия и отзыв на дипломный проект

Заключение о соответствии выполненного дипломного проекта дипломному заданию отражает:

- характеристику выполнения каждого раздела проекта, использование дипломником последних достижений науки и техники и опыта новаторов производства, анализ экономических обоснований, принятых в проекте решений;

- оценку качества выполнения графической части проекта и объяснительной записки к дипломному проекту;

- перечень положительных качеств дипломного проекта и его основных недостатков (если последнее имеется);

- отзыв о проекте в целом, заключение о возможности использования работы студента на производстве, ее народнохозяйственное значение.

Студент должен быть ознакомлен с содержанием рецензии не позднее, чем за день до защиты дипломного проекта.

Внесение изменений в дипломный проект после получения рецензии не допускается.

6 Хранение дипломных проектов

Выполненные студентами – выпускниками техникума дипломные проекты должны храниться без права выноса из помещения архива в течение пяти лет. По истечении указанного срока вопрос о дальнейшем хранении дипломных проектов решается специальной комиссией, организованной приказом директора техникума.

На проекты, дальнейшее хранение которых в учебном заведении признано нецелесообразным, комиссия составляет отборочный список, представляемый на утверждение в местные архивные органы. После утверждения в местных архивных органах отборочного списка комиссия образовательного учреждения составляет акт о списании этих дипломных проектов, а сами дипломные проекты уничтожаются.

Дипломные проекты, используемые в качестве учебных пособий, могут быть выданы студентам для работы лишь в кабинетах и лабораториях образовательного учреждения под наблюдением преподавателя или в архиве под наблюдением архивариуса.

Дипломные проекты научно-технической направленности, претендующие на авторские права по изобретениям, рационализаторским предложениям или предполагающие публикацию в центральной печати в виде статей, могут быть выданы только после оформления их в соответствующих государственных органах и с согласования с их авторами.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН
ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«КАЗАНСКИЙ АВТОТРАНСПОРТНЫЙ ТЕХНИКУМ ИМ. А.П. ОБЫДЕННОВА»

Согласовано:

зав. дневного отделения:

(подпись, дата) Ю.В. Гатауллина
(Ф.И.О.)

Допустить к защите:

зам. директора по УМР:

(подпись, дата) Э.Н. Кузина
(Ф.И.О.)

Специальность 23.02.05 «Эксплуатация транспортного электрооборудования и автоматики (по видам транспорта, за исключением водного)»

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема: «Организация участка ремонта аккумуляторной батареи электропоезда 81-740 в объеме ТР-3»

Студент: _____
(подпись, дата)

Богданов Владимир Витальевич

Руководитель: _____
(подпись, дата)

Фаваризов Рамиль Набиуллович

Консультант по _____
экономической части: (подпись, дата)

Камашева Анна Викторовна

Казань 2025

Приложение Б

№ п/п	Обозначение	Наименование
1		Задание на дипломный проект
2	ДП.23.02.05.2025.11.00.00 ПЗ	Пояснительная записка
3	ДП.23.02.05.2025.11.00.00 АС	Генеральный план предприятия
4	ДП.23.02.05.2025.11.00.00 ТХ	План участка
5	ДП.23.02.05.2018.11.00.00 СБ	Сборочный чертеж изделия
4	ДП.23.02.05.2025.09.00.00 К	Схема кинематическая электропневматического контактора
5	ДП.23.02.05.2025.09.00.00 ПП	Сборочный чертеж предлагаемого стенда
6	ДП.23.02.05.2025.09.00.00 ЭЭ	Экономическая часть
7		Отзыв на дипломный проект
8		Рецензия на дипломный проект
9		
10		
11		
12		
13		

					ДП.23.02.05.2025.09.00.00 ВД			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Царьков Д.Н.			Ремонт и обслуживание силовых контроллеров типа 1КС-006 в объеме ТО-3 электропоезда ЭД9М	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Фаваризов Р.Н.						38
						ГАПОУ КАТТ гр. ТЭМ 219 ТЭМ 170		
Н. Контр.		Конс.граф части						
Утверд.		Кузина Э.Н.						

					ДП.23.02.05.2025.09.00.00 ПЗ			
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Царьков Д.Н.			Тепловой расчет блока БЦВМ системы безопасности КЛУБ-У	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Фаваризов Р.Н				ГАПОУ КАТТ гр.ТЭМ 219		
Н. Контр.		Фаваризов Р.Н.						
Утв.		Кузина Э.Н.						

Содержание

Введение	3
1 Исследовательский раздел	8
1.1 Технические характеристики системы	8
1.2 Функции КЛУБ-У	9
2 Расчетно-технологический раздел	18
2.1 Специальные требования к помещению, участкам и местам	18
2.2 Сервисные устройства для диагностики системы КЛУБ-У	20
3 Организационный раздел	28
3.1 Расчёт на надёжность	28
3.2 Ориентировочный расчёт	28
4 Инновационный раздел	40
4.1 Организация труда работников цеха	40
4.2 Технологический процесс	41
4.3 Организационная структура цеха	44
5 Экономический раздел	64
5.1 Состав и квалификация обслуживающего персонала	64
5.2 Меры безопасности	65
5.3 Техника безопасности при ремонте электрических аппаратов ...	66
Заключение	70
Список использованных источников	71

					ДП.23.02.05.2025.09.00.00 ПЗ			
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Царьков Д.Н.			Ремонт и обслуживание силовых контроллеров типа 1КС- 006 в объеме ТО-3 электропоезда ЭД9М	Лит.		Листов
Провер.		Фаваризов Р.Н					2	72
						ГАПОУ КАТТ ⁴⁰ гр.ТЭМ 219		
Н. Контр.		Фаваризов Р.Н						
Утв.		Кузина Э.Н.						

Основная надпись для последующих листов ПЗ

					ДП.23.02.05.2025.09.00.00 ПЗ	41

Основная надпись:

- I – для ведомости документов;
- II – для третьего листа ПЗ (Содержание).

					ДП.23.02.05.2025.09.00.00 ПЗ	42	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			

1 Выбор трансформаторов на электровоз ВЛ80С

В соответствии с заданием на проектируемый трансформатор установлено два реактора типа РМФ – 110 - 2ЕУЗ и два реактора типа РМ-160 – 2ЕУЗ [Л5 табл.2 с.76], которые внесены в таблице 1.1:

Таблица 1 – Номинальные данные реактора

Тип реактора	Номинальная частота вращения, об./мин.	Номинальная мощность		$U_{ном},$ кВ	$\cos\varphi_{ном}$	$I_{ном},$ кА
		Полная, МВА	Активная, МВт			
1	2	3	4	5	6	7
РМФ-110-2ЕУЗ	2000	139,5	110	13,5	0,9	8,53
РМ-160-2ЕУЗ	2000	178	160	19	0,95	6,69

Если большая таблица и перешли на следующий лист, то

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
РМФ-110-2ЕУЗ	2000	139,5	110	13,5	0,9	8,53

Примечание – в типе реактора: Р – реактор, М – масляное охлаждение, МФ – масляное форсированное охлаждение. Система охлаждения – непосредственно маслом.

2 Выбор обмоток трансформаторов на электровоз

Выбор обмоток трансформаторов Т1, Т2 производится с учетом следующих режимов:

А) номинальный режим $S_{тр} \geq S_G - S_{сн}$

$$S_{сн} = P_{сн.макс} \cdot K_{сн} = \frac{7}{100} \cdot P_G \cdot K_c = 0,07 \cdot 160 \cdot 0,9 = 10,08 \text{ МВ} \cdot \text{А}$$

$$S_{тр} = 188 - 10,08 = 177,92 \text{ МВ} \cdot \text{А}$$

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №						<u>Документация</u>			
						<u>Сборочные единицы</u>			
Подп. и дата						<u>Детали</u>			
Инв. № видл.						<u>Стандартные изделия</u>			
Взам. инв. №									
Подп. и дата									
Инв. № подл.									

ДП.23.02.05.2017.00.01

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	ФИО студ			
Проб.	ФИО рук			
Н.контр.	ФИО нормкон			
Утв.	Ф.ио			

Тема

Лит.	Лист	Листов
1		1

ГАПОУ КАТТ
гр.ТЭМ 159-1

Копировал
Формат А4

Перв. примен.	Справ. №	ДП.23.02.05.2017.00.01 XXВД											
Подп. и дата	Инв. №	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	17	23	15	10	120	15	17	18	55
Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	ДП.23.02.05.2017.00.01 XXВД			Лит.	Масса	Масштаб	5		
Разраб.	ФИО	студ			Тема	у		1:1	Лист	Листов		1	
Проб.	ФИО	руков											
Т.контр.	ФИО	руков											
Н.контр.	ФИО	н.контр											
Утв.					ГАПОУ КАТТ гр.ТЭМ-159-1			Формат А4		5			
Копировал										50		5	
185													

Данная основная надпись только для планировок помещений (строительная)

										185														
										10			10			10			15			10		
										ДП.23.02.05.2017.00.01 XX			10											
										Участок по ремонту тяговых двигателей			15											
										Стадия			15											
										Масса			5											
										Масштаб			15											
										Лист			5											
										Листов			1											
										ГАПОУ КАТТ			15											
										гр. ТЭМ 159-1			20											
										65			70			15			15			20		

Взам. инв. №
 Подп. и дата
 Инв. № подл.

Изм.
 Разраб.
 Пров.
 Тконтр.
 Нконтр.
 Утв.

Кол.уч.
 ФИО студ.
 ФИОрук.
 ФИОрук.
 ФИОрук.
 ФИОрук.

Лист
 № док.
 Подп.
 Дата

55

Список использованных источников

1. ГОСТ 2.004-88 ЕСКД. Общие требования к выполнению конструкторских и технологических документов на печатающих и графических устройствах ЭВМ.
2. ГОСТ 2.301-68 ЕСКД. Форматы.
3. ГОСТ 3.1201-85 ЕСТД. Система обозначения технологической документации.
4. ГОСТ 2.106-96 ЕСКД. Текстовые документы.
5. ГОСТ 2.105-95. Общие требования к текстовым документам.
6. ГОСТ 2.304-81 ЕСКД. Шрифты чертежные.
7. ГОСТ 2.316-2008 ЕСКД. Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц.
8. ГОСТ 2.701-2008 ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.
9. ГОСТ 2.721-74 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения.
10. ГОСТ 2.002-72 ЕСКД. Требования к моделям, макетам и темплетам, применяемым при проектировании.
11. ГОСТ Р.21.1101-2013 СПДС. Основные требования к проектной и рабочей документации.
12. Алябьев С.А. и др. Устройство и ремонт электровозов переменного тока. Учебник для технических школ Ж.Д. транспорта. – М.: Транспорт, 2024. – 235с.
13. Грищенко А.В., Стрекопытов В.В., Ролле И.А. Устройство и ремонт электропоездов. – М.: Академия, 2023. – 284с.
14. Дубровский З.М. Электровоз: Управление и обслуживание. – М.: Транспорт, 2023. – 243с.
15. Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих (ЕТКС), 2018. Часть №2 выпуска №2 ЕТКС.
16. Жуков В.И. Охрана труда на железнодорожном транспорте. Учебное

					ДП.23.02.05.2021.09.00.00 ПЗ	47	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			

пособие для средних профессионально-технических училищ. – М.: Транспорт, 2024. – 126с.

17. Кикнадзе О.А. Электропоезд. – М.: Транспорт, 2023. – 274с.

18. Курасов Д.А., Эльперин В.И. Справочник технолога по ремонту электро-подвижного состава. – К.: Техника, 2017. – 192 с.

19. Интернет ресурс: <http://scbist.com> – СЦБИСТ - железнодорожный форум, фотогалерея, социальная сеть.

20. Интернет-ресурс <http://pomogala.ru> .

					ДП.23.02.05.2025.09.00.00 ПЗ	48	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			

МИНИСТЕРСТВО
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН
ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«КАЗАНСКИЙ АВТОТРАНСПОРТНЫЙ ТЕХНИКУМ ИМ. А.П. ОБЫДЕННОВА»

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора по УМР
_____ Э.Н. Кузина
“ ____ ” _____ 20 __ г.

**ЗАДАНИЕ ПО ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ
РАБОТЕ СТУДЕНТА**

Богданова Владимира Витальевича

Специальность 23.02.05 «Эксплуатация транспортного электрооборудования и автоматики (по видам транспорта, за исключением водного)»
очной формы обучения

1. Тема: «Организация участка ремонта аккумуляторной батареи электропоезда 81-740 в объеме ТР-3»

утверждена приказом по техникуму № ____ от “ ____ ” _____ 20 __ г.

2. Срок выдачи задания 16.01.2025г.

3. Срок сдачи студентом законченного проекта _____

4. Исходные данные к проекту (определяется организация, отрасль знаний, основные требования к разработке):

- Конструкция элементов аккумуляторной батареи;
- Система ремонта элементов батареи;
- Эксплуатационные характеристики аккумуляторной батареи;
- Режим работы аккумуляторного отделения цеха ремонта.

5. Содержание дипломного проекта /перечень подлежащих разработке вопросов (3-4 вопроса):

- Характеристика работы аккумуляторных батарей;
- Организация технологии ремонта элементов батареи;
- Исследования инновационной технологии диагностики изделия;
- Определение капитальных вложений и окупаемость ремонта.

6. Перечень иллюстративных материалов (список рекомендуемой литературы и других материалов):

- Чертеж конструкции элементов аккумуляторной батареи;
- Организация участка ремонта изделия;
- Принципиальная схема работы аккумуляторных батарей.

7. Руководитель

Фаваризов Р.Н.

16.01.2025г.

8. Задание принял к исполнению

Богданов В. В.

16.01.2025г.

Расчетная часть для второй главы дипломного проекта

Номинальный (Φ_n) и действительный (Φ_d) годовые фонды рабочего времени (γ) рассчитываются по выражениям:

$$\begin{aligned}\Phi_n &= (365 - D_v - D_{\text{п}}) \times t_{\text{см}} - (t_{\text{ск}} \times D_v + t'_{\text{ск}} \times D_{\text{п}}), \\ \Phi_d &= [(365 - D_v - D_{\text{п}} - D_o) \times t_{\text{см}} - (t_{\text{ск}} \times D_v + t'_{\text{ск}} \times D_{\text{п}})] \times \gamma,\end{aligned}\quad (6)$$

где $t_{\text{см}}$ – продолжительность рабочей смены, ч;

$t_{\text{ск}}$, $t'_{\text{ск}}$ – продолжительность сокращения рабочей смены в предвыходные и предпраздничные дни, ч;

D_v , $D_{\text{п}}$ – количество предвыходных и предпраздничных дней;

D_o – продолжительность отпуска, дней;

γ – коэффициент, учитывающий потери рабочего времени по уважительным причинам ($\gamma = 0,96$).

Расчётно-технический раздел для трамваев, троллейбусов и ЭПС

Определение периодичности технического обслуживания

Общий годовой пробег подвижного состава (ПС) определяется:

$$L_{\text{год}} = L_{\text{сут}} \times D_k \times A_{\text{сп}} \times \alpha_v, \quad (2.1)$$

где $L_{\text{сут}}$ – среднесуточный пробег троллейбусов;

D_k – дни календарные;

$A_{\text{сп}}$ – списочное количество троллейбусов;

α_v – коэффициент выпуска на линию.

Определение годовой программы ремонтов и расчёт годовой трудоёмкости

Количество капитальных ремонтов, $N_{кр}$ определяется по формуле:

$$N_{кр} = L_{год} / (l_{кр} \times K_1 \times K_2 \times K_3), \quad (2.2)$$

где $l_{кр}$ – пробег до капитального ремонта;

K_1 – коэффициент, учитывающий категорию эксплуатации;

K_2 – коэффициент, учитывающий модификацию ПС;

K_3 – коэффициент, учитывающий условия эксплуатации.

Количество ТО-2 определяется по формуле:

$$N_{ТО-2} = (L_{год} / l_{ТО-2}) - N_{кр} - N_{со}, \quad (2.3)$$

где $L_{год}$ – годовой пробег подвижного состава, км;

$l_{ТО-2}$ – скорректированные периодичности ТО-2, км.

Количество ТО-1 определяется по формуле:

$$N_{ТО-1} = (L_{год} / l_{ТО-1}) - N_{кр} - N_{со} - N_{ТО-2}, \quad (2.4)$$

где $L_{год}$ – годовой пробег подвижного состава, км;

$l_{ТО-1}$ – скорректированные периодичности ТО-1, км.

Количество ежедневного осмотра (ЕО) определяется по формуле:

$$N_{ео} = L_{общ} / l_{сс}, \quad (2.5)$$

где $L_{год}$ – годовой пробег подвижного состава, км;

$l_{сс}$ – среднесуточный пробег, км.

Количество суточного осмотра (СО) определяется по формуле:

$$N_{со} = 2 \times A_{сп}, \quad (2.6)$$

где $A_{сп}$ – списочное количество подвижного состава, ед.

Расчёт годовой трудоёмкости на виды ремонтов
Трудоёмкость ЕО, чел-ч, определяется по формуле:

$$T_{eo} = t_{eo} \times K_2 \times K_5 \times K_9 \times N_{eo}, \quad (2.7)$$

где t_{eo} – трудоёмкость ЕО на одно обслуживание;

K_5 – коэффициент, учитывающий размер предприятия;

K_9 – коэффициент, учитывающий уровень механизации.

Трудоёмкость ТО-1, чел-ч, определяется по формуле:

$$T_{to-1} = t_{to-1} \times K_2 \times K_5 \times N_{to-1}, \quad (2.8)$$

где t_{to-1} – трудоёмкость ТО-1 на одно обслуживание.

Трудоёмкость ТО-2, чел-ч определяется по формуле:

$$T_{to-2} = t_{to-2} \times K_2 \times K_5 \times N_{to-2}, \quad (2.9)$$

где t_{to-2} – трудоёмкость ТО-2 на одно обслуживание.

Трудоёмкость СО, чел-ч определяется по формуле:

$$T_{co} = t_{to-3} \times K_2 \times K_5 \times K_{10} \times N_{co}, \quad (2.10)$$

где t_{to-2} – трудоёмкость ТО-3 на одно обслуживание;

K_{10} – коэффициент, учитывающий увеличение трудоёмкости СО.

Трудоёмкость ТР, чел-ч, определяется по формуле:

$$T_{tr} = (t_{tr} \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5) \times L_{общ} / 1000, \quad (2.11)$$

где t_{tr} – трудоёмкость ТР на одно обслуживание;

K_4 – коэффициент, учитывающий пробег с начала эксплуатации.

Трудоёмкость депо, чел-ч определяется по формуле:

$$T_{\text{депо}} = T_{\text{ео}} + T_{\text{то-1}} + T_{\text{то-2}} + T_{\text{со}} + T_{\text{тр}} , \quad (2.12)$$

Суточная программа по ТО определяется по формуле:

$$N_{\text{сут}} = N_{\text{год}} / D_{\text{раб}} , \quad (2.13)$$

где $N_{\text{год}}$ – годовая программа по каждому виду ТО в отдельности, ед.;

$D_{\text{раб}}$ – годовое число рабочих дней зоны, предназначенной для выполнения того или иного вида ТО и диагностирования ПС, дн.

Расчёт суточной программы трудоёмкости по видам ТО

Определяется суточная программа трудоёмкости по видам ТО и ремонта по выражению:

$$T_c = T_{\text{то-1}} / D_{\text{раб}} , \quad (2.14)$$

где $T_{\text{то-1}}$ – годовая трудоёмкость соответствующей зоны ТО и ремонта по отдельности, ед.;

$D_{\text{раб}}$ – годовое число рабочих дней зоны, предназначенной для выполнения того или иного вида ТО и ремонта, дн.

Расчёт численности производственных рабочих

Расчёт численности основных производственных рабочих:

$$N_{\text{пр}} = T_{\text{г}} / \Phi_{\text{РВ}} , \quad (2.15)$$

где $N_{\text{пр}}$ – численность ремонтных рабочих, чел.;

$T_{\text{г}}$ – трудоёмкость годовая, чел-ч;

$\Phi_{\text{РВ}}$ – фонд рабочего времени, ч.

Количество вспомогательных рабочих принимается 8% от числа производственных рабочих:

$$N_{\text{всп.р.}} = N_{\text{пр}} \times \%_{\text{всп.р}} , \quad (2.16)$$

где N_{pp} – численность ремонтных рабочих, чел;

$\%_{pp}$ – процент вспомогательных рабочих, %.

$$N_{всп.р.} =$$

Количество ИТР принимается 4% от числа производственных и вспомогательных рабочих:

$$N_{итр} =$$

Количество СКП и МОП принимается по 2% от числа производственных и вспомогательных рабочих:

$$N_{скп} = N_{моп} =$$

Годовой фонд времени рабочего места ($\Phi_{рм}$) определяется по формуле:

$$\Phi_{рм} = \Phi_n \times p \times c, \quad (2.17)$$

где c – коэффициент сменности, при $c=1$;

Φ_n – номинальный фонд рабочего времени, ч;

p – количество рабочих, одновременно работающих на одном рабочем месте, при $p=1$.

Фонд времени работы оборудования участка (Φ_o) определяется:

$$\Phi_o = \Phi_n \times \eta_o, \quad (2.18)$$

где η_o – коэффициент использования оборудования, учитывающий простои в ремонте, $\eta_o=0,95-0,96$.

Распределение годового объёма работ по ремонтному участку

Расчёт распределения годового объёма работ по объектам ремонта:

$$T_{ti} = T_r \times K_{ti} / 100, \quad (2.19)$$

где T_r – годовой объём работ по предприятию, ч;

K_{ti} – процентное содержание объёма работ по объектам ремонта в общей трудоёмкости.

Расчёт производственных площадей участков

Площади ремонтных участков (m^2) определяются по формуле:

$$S_{уч} = A + B \times T_{г.уч}, \quad (2.20)$$

где $T_{г.уч}$ – годовой объем работ на участке, ч;

A – коэффициент, учитывающий долю площади, не изменяющейся с увеличением объема работ, m^2 (по данным предприятия);

B – коэффициент, учитывающий долю площади, изменяющейся с увеличением объема работ, m^3 (по данным предприятия).

Расчёт потребности в энергоресурсах по цеху депо

Годовой расход электроэнергии (P_c) определяется по формуле:

$$P_c = \sum P_{об} \times \Phi_o \times n_{zi} \times n_{ci}, \quad (2.21)$$

где Φ_o – действительный фонд времени работы оборудования, ч;

n_{zi} – коэффициент загрузки оборудования по времени (0,50-0,75);

n_{ci} – коэффициент спроса, учитывающий неодновременность работы оборудования i -того наименования (0,3-0,5);

$P_{об}$ – мощность электрических приемников, кВт.

Годовой расход электрооборудования на освещение, кВт:

$$P_o = (t \times \sum P_{уд} \times S) / 1000, \quad (2.22)$$

где $P_{уд}$ – удельный расход электроэнергии на 1м пола, $P_{уд} = 15-18 \text{ Вт/м}$;

S – площадь участка, m^2 ;

t – продолжительность электрического освещения (для односменной работы – 900ч.).

Общий расход электроэнергии по участку проводится по формуле:

$$P_{общ} = P_c + P_o, \quad (2.23)$$

Расчёт расхода воды по ремонтному участку

$$Q_{\text{хн}} = q_{\text{хт}} \times n_{\text{р}} \times N_{\text{рд}}, \quad (2.24)$$

где $q_{\text{хт}}$ – удельный расход воды на одного рабочего в день, ($0,06\text{м}^3$);

$n_{\text{р}}$ – количество рабочих на участке, человек;

$N_{\text{рд}}$ – количество рабочих дней в году.

$$Q_{\text{пн}} = q_{\text{пн}} \times N_{\text{ур}} \times N_{\text{рд}}, \quad (2.25)$$

где $q_{\text{пн}}$ – удельный расход воды на один условный ремонт, ($0,2\text{м}^3$);

$N_{\text{ур}}$ – количество условных ремонтов в год.

$$Q_{\text{гв}} = Q_{\text{хн}} + Q_{\text{пн}}, \quad (2.26)$$

где $Q_{\text{хн}}$ – расход воды на хозяйственные и питьевые нужды, м^3 ;

$Q_{\text{пн}}$ – расход воды на производственные нужды, м^3 .

3 Расчет производственной программы СТОА в номенклатурном и трудовом выражении

Производственная программа СТОА включает в себя определение количества технических воздействий на автомобиль, объема выполняемых работ и количества привлекаемых исполнителей.

Расчет скорректированных нормативов периодичности ТО-1 и ТО-2

Корректировка нормативов ТО-1 и ТО-2 проводится по формулам:

$$L1 = L_1^H \times K1 \times K3,$$

$$L2 = L_2^H \times K1 \times K3, \quad (1)$$

где $L1, L2$ – расчетные периодичности ТО-1, ТО-2, км;

L_1^H, L_2^H – нормативные периодичности ТО-1, ТО-2 (Л-5, Пр.А, табл.3);

K_1 – коэффициент корректирования нормативов в зависимости от категории условий эксплуатации. (Л-5, Пр.А, табл.8);

K_3 – коэффициент корректирования нормативов в зависимости от природно-климатических условий (K_3') и агрессивности окружающей среды (K_3'') (Л-5, Пр. А, табл.3).

$$L_1 = 15000 \times 0,8 \times 1 = 12000$$

$$L_2 = 30000 \times 0,8 \times 1 = 24000$$

После корректировки периодичности ТО-1 проводится проверка ее кратности относительно среднесуточного пробега:

$$n_1 = L_1 / L_{cc} ,$$

$$L_{cc} = L_T / D_k , \quad (2)$$

где D_k – количество календарных дней в году.

$$n_1 = 12000 / 54,79 = 219$$

$$L_{cc} = 20000 / 365 = 54,79$$

Таким образом:

$$L_1 = n_1 \times L_{cc} , \quad (3)$$

$$L_1 = 219 \times 54,79 = 120000$$

Проверка кратности ТО-2 проводится по формуле относительно ТО-1:

$$n_1 = L_2 / L_1 , \quad (4)$$

$$n_1 = 24000 / 12000 = 2$$

$$L_2 = n_1 \times L_1 , \quad (5)$$

$$L_2=2 \times 12000=24000$$

В результате проверки кратности рассчитанные периодичности округляются до сотен км. Данные для расчетов и их результаты после проверки на кратность сводятся в таблицу 1.

Таблица 1 – Скорректированные периодичности технических воздействий

№ п/п	Нормативная периодичность, км		K ₁	K ₂	L _{сс}	Коэффициент кратности, n	Расчётная периодичность, км	
1	L ₁ ^H	15 000	0,8	1	54,79	219	L ₁	12000
2	L ₂ ^H	30000	0,8	1	54,79	2	L ₂	24000

Расчет годовой производственной программы СТОА по количеству технических воздействий

Количество базовых автомобилей, комплексно обслуживаемых в год (ед.), определяется по формуле:

$$A^{\Gamma}_{\text{баз}} = A^{\Gamma}_{\text{СТОА}} \times d_{\text{баз}}, \quad (6)$$

где $d_{\text{баз}}$ – доля автомобилей базовой модели в общем числе обслуживаемых автомобилей. Принимается по данным СТОА.

$$A^{\Gamma}_{\text{баз}} = 2896 \times 0,08 = 232$$

Данные для расчетов и их результаты сводятся в таблицу 2.

Таблица 2 – Количество комплексно обслуживаемых автомобилей в год

№ п/п	A ^Г _{СТО}	d _{баз}	A ^Г _{баз}
1	2896	0,08	232

Корректирование нормативов трудоемкости технических воздействий на автомобили

Скорректированные нормативы трудоемкости ТО и ремонта в человеко-часах (чел-ч) рассчитываются по формуле:

$$t_{\text{ТО и Р}} = t_{\text{ТО и Р}}^H \times K_3 \times K_{\text{разм}}, \quad (7)$$

где $t_{\text{ТО и Р}}^H$ – нормативная трудоемкость ТО и ремонта на 1000км, чел-ч (Л-1);

K_3 – коэффициент корректирования нормативов в зависимости от природно-климатических условий (K_3') и агрессивности окружающей среды (K_3'') (Л-1);

$K_{\text{разм}}$ – коэффициент, учитывающий размеры СТОА по количеству постов (Л-1).

$$t_{\text{ТО и Р}} = 2,3 \times 1 \times 1 = 2,6$$

Для определения $K_{\text{разм}}$ рассчитывается количество постов на СТОА в первом приближении по формуле:

$$\Pi_1^{\text{СТО}} = (5,5 \times A_{\text{СТО}}^r \times L_r \times t_{\text{ТО и Р}}^H \times K_3) / (10000 \times D_{\text{ТЗ}} \times C \times T_{\text{см}}), \quad (8)$$

$$\Pi_1^{\text{СТО}} = (5,5 \times 2896 \times 25000 \times 2,6 \times 1) / (10000 \times 362 \times 1 \times 12) = 21$$

Данные для расчетов и их результаты сводятся в таблицу 3.

Таблица 3 – Скорректированные трудоемкости технических воздействий

№ п/п	$A_{\text{СТОА}}^r$	L_r	$D_{\text{ТЗ}}$ дней	С ед	$T_{\text{см}}$ час	K_3	$\Pi_1^{\text{СТО}}$	$t_{\text{ТО и Р}}^H$ чел-ч	$K_{\text{разм}}$	$t_{\text{ТО и Р}}^H$ чел-ч
1	2896	25000	362	1	12	1	21	2,3	1	1

3.1 Расчет годовой трудоемкости технических воздействий на автомобили (годового объема работ) СТОА

Расчет годовой трудоемкости работ проводится для технического обслуживания и ремонта автомобилей, уборочно-моечных работ (как туалетных, так и коммерческих), а также для приема-выдачи, предпродажной подготовки, антикоррозийной обработки и вспомогательных работ.

а) Годовая трудоемкость ТО и ремонта (чел.ч) определяется первоначально по предварительной формуле:

$$T_{\text{ТОиР}}^{\text{г}} = (A_{\text{СТОА}}^{\text{г}} \times L_{\text{г}} \times t_{\text{ТОиР}}) / 1000 \times K_{\text{со}}, \quad (9)$$

где $K_{\text{со}}$ – коэффициент, учитывающий самообслуживаемые владельцами автомобили. Принимается 0,75.

$$T_{\text{ТОиР}}^{\text{г}} = (2896 \times 25000 \times 2,3) / 1000 \times 0,75 = 124890$$

Для уточнения годовой трудоемкости определяется количество постов, необходимых для выполнения работ по техническому воздействию на СТОА во втором приближении:

$$P_2^{\text{СТОА}} = (0,6 \times T_{\text{ТОиР}}^{\text{г}}) / D_{\text{тз}} \times C \times T_{\text{см}}, \quad (10)$$

$$P_2^{\text{СТОА}} = (0,6 \times 124890) / 362 \times 1 \times 12 = 17$$

Окончательно годовая трудоемкость определяется по формуле:

$$T_{\text{ТОиР}}^{\text{г}} = T_{\text{ТОиР}}^{\text{г}} \times K_{\text{разм}}, \quad (11)$$

где $K_{\text{разм}}$ – коэффициент, учитывающий размеры СТОА по количеству постов, определенных во втором приближении (Л-5, Пр. В, табл.4).

$$T_{\text{ТОиР}}^{\text{г}} = 124890 \times 0,9 = 112401$$

Годовая трудоемкость для базового автомобиля определяется аналогично формуле 10. Данные для расчетов и их результаты сводятся в таблицу 4.

Таблица 4 – Годовая трудоемкость ТО и ремонта на СТОА

№ п/п	$A_{\text{СТОА}}^{\text{г}}$ ед.	$L_{\text{г}}$, км	$D_{\text{тз}}$ дней	C ед.	$T_{\text{см}}$ час	$t_{\text{ТОиР}}$ чел-ч	$P_2^{\text{СТОА}}$ ед.	$T_{\text{ТОиР}}^{\text{г}}$ чел-ч	$K_{\text{разм}}$	$T_{\text{ТОиР}}^{\text{г}}$ чел-ч	$T_{\text{ТОиРбаз}}^{\text{г}}$ чел-ч
1	2896	25000	362	1	12	2,3	3	124890	0,9	112401	8992

$$T_{\text{ТОиР баз}}^{\text{г}} = T_{\text{ТОиР}}^{\text{г}} \times d_{\text{баз}}, \quad (12)$$

$$T_{\text{ТОиР баз}}^{\text{г}} = 112401 \times 0,08 = 8992$$

б) Годовая трудоемкость уборочно-моечных работ (УМР) определяется по формуле:

$$T_{\text{умр}}^{\text{г}} = T_{\text{умр Т}}^{\text{г}} + T_{\text{умр К}}^{\text{г}}, \quad (13)$$

где $T_{\text{умр Т}}^{\text{г}}$ – годовая трудоемкость туалетных УМР;

$T_{\text{умр К}}^{\text{г}}$ – годовая трудоемкость коммерческих УМР.

$$T_{\text{умр}}^{\text{г}} = 451 + 56 = 507$$

Так как туалетные мойки должны производиться при каждом заезде автомобиля на СТОА для осуществления технических воздействий, то их годовая трудоемкость определяется по формуле:

$$T_{\text{умр Т}}^{\text{г}} = A_{\text{СТОА}}^{\text{г}} \times n_{\text{з}}^{\text{г}} \times t_{\text{умр}}, \quad (14)$$

где $n_{\text{з}}^{\text{г}}$ – среднее количество заездов одного автомобиля на СТОА в год;

$t_{\text{умр}}$ – трудоемкость механизированной туалетной мойки (Л-1).

$$T_{\text{умр Т}}^{\text{г}} = 2896 \times 6 \times 0,25 = 4344$$

Годовая трудоемкость коммерческих моек определяется по формуле:

$$T_{\text{умр К}}^{\text{г}} = A_{\text{СТОА}}^{\text{г}} \times n_{\text{з умр}}^{\text{г}} \times t_{\text{умр К}}, \quad (15)$$

где $n_{\text{з умр}}^{\text{г}}$ – среднее количество заездов одного автомобиля на СТОА в год для проведения коммерческих УМР (локальный документ);

$t_{\text{умр К}}$ – трудоемкость механизированной мойки принимают $1,25 \times t_{\text{умр}}$.

$$T_{\text{умр К}}^{\text{г}} = 2896 \times 0,2 \times 1,25 \times 0,25 = 181$$

Расчет годовой трудоемкости УМР на СТОА сводится в таблицу 5.

Таблица 5 – Годовая трудоемкость УМР на СТОА

№	Объект	$A^r_{\text{СТОА}}$	n^2_3	$n^2_{3 \text{ умр}}$	$t_{\text{умр}}$	$t_{\text{умр К}}$	$T^e_{\text{умр Т}}$	$T^e_{\text{умр К}}$	$d_{\text{баз}}$	$T^e_{\text{умр}}$
п/п	расчетов	ед.	ед.	ед.	чел-ч	чел-ч	чел-ч	чел-ч		чел-ч
1	СТОА	2896	6	0,2	0,25	0,313	4344	181	231,7	507
2	Базовый								0,08	41

в) Годовая трудоемкость (чел-ч) приема-выдачи автомобилей, предпродажной подготовки и антикоррозийной обработки определяется по формулам:

$$T^r_{\text{ПВ}} = A^r_{\text{СТОА}} \times t_{\text{ПВ}}, \quad (16)$$

$$T^r_{\text{ПВ}} = 2896 \times 0,25 = 724$$

$$T^r_{\text{ПВ}} = 724 \times 0,25 = 181$$

$$T^r_{\text{ПП}} = A^r_{\text{СТОА}} \times t_{\text{ПП}}, \quad (17)$$

$$T^r_{\text{ПП}} = 2896 \times 3,5 = 10136$$

$$T^r_{\text{ПП}} = 232 \times 3,5 = 812$$

$$T^r_{\text{АК}} = A^r_{\text{АК}} \times t_{\text{АК}}, \quad (18)$$

$$T^r_{\text{АК}} = 2896 \times 3 = 8688$$

$$T^r_{\text{АК}} = 232 \times 3 = 696$$

где $t_{\text{АК}}$, $t_{\text{ПП}}$, $t_{\text{ПВ}}$ – нормативные трудоемкости приема-выдачи автомобилей, предпродажной подготовки и антикоррозийной подготовки соответственно (Л-1).

На всех СТОА помимо основных технических воздействий выполняется определенный объем вспомогательных работ (Л-1). Годовая трудоемкость вспомогательных работ составляет 10-15% от трудоемкости работ по ТО и ремонту.

$$T_{BP}^{r}=(0,1-0,15) \times T_{TOIP}^{r}, \quad (19)$$

$$T_{BP}^{r}=0,12 \times 112401=2697$$

$$T_{BPO}^{r}=T_{BP}^{r} \times d_{\text{баз}}, \quad (20)$$

$$T_{BPO}^{r}=3612 \times 0,08=215$$

Расчет суммарной годовой трудоемкости технических воздействий на СТОА сводится в таблицу 6.

Таблица 6 – Суммарная годовая трудоемкость технических воздействий

№ п/п	Объект расчетов	T_{TOIP}^{r} чел-ч	$T_{УМР}^{r}$ чел-ч	$T_{ПВ}^{r}$ чел-ч	$T_{ПП}^{r}$ чел-ч	T_{AK}^{r} чел-ч	T_{BP}^{r} чел-ч	ΣT^{r} чел-ч
1	СТОА	112401	181	724	10136	8688	2697	134827
2	Базовый Авто	124890	0,02	181	812	696	215	132286

3.2 Расчет численности производственных рабочих

Различают явочное и штатное число производственных рабочих. Явочное число рабочих ($P_{\text{яв}}$) – это технологически необходимая их численность, т.е. необходимое количество рабочих мест для обеспечения производственной деятельности предприятия. Штатное число рабочих ($P_{\text{шт}}$) – это их реальная численность, с учетом плановых отпусков и отсутствия на рабочих местах по уважительным причинам (по болезни и т.п.). Явочная численность рабочих рассчитывается с учетом явочного (технологически необходимого) годового фонда рабочего времени ($\Phi_{\text{яв}}$). Фонд рабочего времени определяется из производственного календаря, устанавливаемого на текущий год в каждом конкретном регионе страны. Штатная численность рабочих (чел.)

рассчитывается с учетом штатного (действительного) годового фонда рабочего времени ($\Phi_{шт}$).

$$\Phi_{шт} = \Phi_{яв} - (D_o + D_{ув} - D_{сб} - D_{вс}) \times n_{см}, \quad (21)$$

где D_o – количество дней отпуска (принимается в соответствии с действующим законодательством);

$D_{ув}$ – количество дней отсутствия на рабочем месте по уважительным причинам (принимается по данным предприятия, 5-7 дней);

$D_{сб}$, $D_{вс}$ – количество субботних и воскресных дней, приходящихся на время отпуска (при 28-ми дневном отпуске принимается по 4 дня;

$n_{см}$ – количество часов в смене.

$$\Phi_{шт} = 1963 - (28 + 5 - 4 - 4) \times 8 = 1763$$

Явочная численность рабочих (чел.) определяется для каждого вида технических воздействий (ЕО, ТО-1, ТО-2, СО, ТР, ТР_П) по формулам:

$$P_{яв} = T_{гi} / \Phi_{яв} = T_{гТОИР} / \Phi_{яв}, \quad (22)$$

$$P_{яв} = 112401 / 1963 = 57$$

$$P_{яв} = T_{гумр} / \Phi_{яв}, \quad (23)$$

$$P_{яв} = 0,25 / 1963 = 1$$

$$P_{яв} = T_{гПВ} / \Phi_{яв}, \quad (24)$$

$$P_{яв} = 1544 / 1963 = 0,78 = 1$$

$$P_{яв} = T_{гПП} / \Phi_{яв}, \quad (25)$$

$$P_{\text{яв}}=21612/1963=11,09=11$$

$$P_{\text{яв}}=T_{\text{ак}}^{\Gamma}/\Phi_{\text{яв}}, \quad (26)$$

$$P_{\text{яв}}=18525/1963=9,4=9$$

$$P_{\text{яв}}=T_{\text{вп}}^{\Gamma}/\Phi_{\text{яв}}, \quad (27)$$

$$P_{\text{яв}}=2890/1963=1,4=1$$

$$P_{\text{шт}}=T_{\text{и}}^{\Gamma}/\Phi_{\text{яв}}=T_{\text{тоип}}^{\Gamma}/\Phi_{\text{шт}}, \quad (28)$$

$$P_{\text{шт}}=112401/1763=64$$

$$P_{\text{шт}}=T_{\text{ымр}}^{\Gamma}/\Phi_{\text{шт}}, \quad (29)$$

$$P_{\text{шт}}=0,25/1763=1$$

$$P_{\text{шт}}=T_{\text{пв}}^{\Gamma}/\Phi_{\text{шт}}, \quad (30)$$

$$P_{\text{шт}}=1544/1763=0,87=1$$

$$P_{\text{шт}}=T_{\text{пп}}^{\Gamma}/\Phi_{\text{шт}}, \quad (31)$$

$$P_{\text{шт}}=21612/1763=12,5=13$$

$$P_{\text{шт}}=T_{\text{ак}}^{\Gamma}/\Phi_{\text{шт}}, \quad (32)$$

$$P_{шт}=18525/1763=10,5=11$$

$$P_{шт}=T_{вр}^{г}/\Phi_{шт}, \quad (33)$$

$$P_{яв}=2890/1763=1,7=2$$

Расчет численности производственных рабочих СТОА сводится в таблицу 7.

Таблица 7 – Расчет численности производственных рабочих

Вид технических воздействий	$T_{г}$	$\Phi_{яв}$	$\Phi_{шт}$	$P_{шт}$	$P_{яв}$
$T_{ТОиР}^e$	112401	1963	1763	64	57
$T_{умр}^e$	0,25	—	—	1	1
$T_{пв}^e$	1544	—	—	1	1
$T_{пп}^e$	21612	—	—	13	11
$T_{ак}^e$	18525	—	—	11	9
$T_{вр}^e$	2890	—	—	2	1
Итого на СТОА	74674	—	—	92	80

3.3 Расчет проектируемого объекта

При выполнении пунктов данного раздела в зависимости от **темы дипломного** проекта расчеты производятся, соответственно, для одного из следующих подразделений технической зоны СТОА:

- зон технического обслуживания и ремонта (ТО и Р);
- пост по ремонту **двигателей**.

Расчет универсального поста

Выписываются результаты ранее выполненных расчетов производственной программы для СТОА и заносятся в таблицу 8.

Таблица 8 – Результаты расчета производственной программы СТОА

$A_{\text{ед}}^{\text{СТОА}}$	$A_{\text{ед}}^{\text{баз}}$	$t_{\text{тор}}$	$T_{\text{чел-ч}}^{\text{ТОиР}}$	$\Phi_{\text{чел-ч}}^{\text{яв}}$	$p_{\text{чел-ч}}^{\text{ТОиР яв}}$
2896	232	2,3	112401	1963	57

Определяется годовая трудоемкость

Трудоемкость ТО (ТР) определяется с учетом объема работ, входящих, соответственно, в техническое обслуживание или в текущий ремонт:

$$T_{\text{уч}}^{\text{Г}} = (T_{\text{ТОиР}}^{\text{Г}} \times \%t_{\text{уч}}) / 100, \quad (34)$$

где i – вид технического воздействия (СП или УП);

$\%t_i$ – процент трудоемкости, приходящаяся на соответствующий вид технического воздействия.

Определяется дополнительно скорректированная явочная и штатная численность рабочих. 3.4

Скорректированная численность рабочих (чел.) определяется по ранее приведенным формулам:

$$P_{\text{яв } i} = T_{\text{уч}}^{\text{Г}} / \Phi_{\text{яв}}, \quad (35)$$

$$P_{\text{шт } i} = T_{\text{уч}}^{\text{Г}} / \Phi_{\text{шт}}, \quad (36)$$

Таблица 1 – Производственная структура ремонтного персонала

Наименование подразделения	T	Назначение подразделения или выполняемая на нем работа
1	2	3
Ремонтно-монтажный	9967,5	Участок занимает значительную часть производственной площади мастерской. Производится ремонт подвижном составе и зерноуборочных комбайнов.
Наружной очистки	1055,25	Предназначен для наружной очистки сельскохозяйственных машин перед постановкой их на ремонт, также очистки сельскохозяйственных машин после выполнения ими сельскохозяйственных работ.

Разборочно-моечный и дефектовочный	4522,5	На данном участке производится разборка, очистка и дефектация деталей.
Ремонта топливной аппаратуры и агрегатов гидросистем	420,75	Участок предназначен для ТР элементов топливной системы двигателя (топливных насосов, форсунок и т.д.), а также агрегатов гидравлических систем.
Ремонт агрегатов	5042,25	Предназначен для ремонта агрегатов, подвижном составе, автомобилей, сельскохозяйственных машин; производятся замена изношенных частей, сборочные и регулировочные работы.
Ремонта двигателей	211,5	Предназначен для ремонта шатунно-поршневой группы, механизма газораспределения и т.д.
Ремонта электрооборудования	612	Предназначен для ремонта автотракторного электрооборудования (стартеры, генераторы и др.).
ТО и диагностики	3762	Участок предназначен для проведения ТО, диагностики, для определения технического состояния машины и решения вопроса о ее дальнейшем использовании.
Слесарно-механический	5942,25	На участке изготавливают различное нестандартное оборудование, технологическую оснастку и инструмент; производят ремонт дополнительными деталями и методом ремонтных размеров; подготавливают поверхности к восстановлению и их обработке после восстановления.
Ремонта ОЖФ	3809,25	Производится ремонт агрегатов, узлов и оборудования животноводческих ферм, требующих разборки с заменой деталей.
Аккумуляторный	270	Предназначен для ремонта аккумуляторных батарей, их ремонта и хранения.
Шиномонтажный	810	Предназначен для монтажа и демонтажа колес, местного ремонта пневматических шин.
Кузнечный	2340	Участок предназначен для выполнения следующих работ: оттяжка лемехов, зубьев борон, правка валов, закалка деталей, изготовление крепежных деталей, заготовок для инструмента, деталей и приспособлений, перековка материала на более точное сечение или на шестигранник, изготовление тяг и скоб.
Сварочный	3325,5	Предназначен для выполнения сварочно-наплавочных работ дуговой сваркой на переменном и постоянном токе, а также газовой сваркой.
Медницко-жестяницкий	2088	На участке выполняются жестяницкие работы, а также работы по ремонту радиаторов, топливных баков и т.д.
Окрасочный	821,25	Предназначен для окраски агрегатов, узлов, машин после ремонта.

Итого: 45000

Сводная ведомость производственных рабочих по участкам приведена в таблице 2. Штатная ведомость работающих мастерской приведена в таблице 3.

Таблица 2 – Сводная ведомость производственных рабочих по участкам

Наименование участка	Т, ч	Ф _н ,ч	Ф _д ,ч	Число рабочих, чел			
				N _я		N _{сп}	
				Расчет	Принят	Расчет	Принят

Наружная очистка	1055,25	2015	1773	0,523	3	0,59	4
Разборочно-моечный и дефектовочный	4522,5	2015	1773	2,24		2,55	
Ремонта агрегатов	5253,75	2015	1773	2,6	2	2,9	3
Ремонто-монтажный	9967,5	2015	1773	4,9	5	5,6	6
Ремонта ОЖФ	3809,25	2015	1773	1,89	5	2,14	3
Слесарно-механический	5942,25	2015	1773	2,9		3,35	4
Ремонта двигателей	211,5	2015	1773	0,1	1	0,11	2
Ремонта электрооборудования	612	2015	1773	0,3		0,34	
Аккумуляторный	270	2015	1773	0,13		0,15	
Кузнечный	2340	2015	1773	1,16	3	1,3	2
Медницко-жестяницкий	2088	2015	1773	1,03		1,17	2
Сварочный	3325,5	2015	1773	1,65	2	1,8	2
Окрасочный	821,25	2015	1773	0,4		0,46	
ТО и диагностики	3762	2015	1773	1,8	2	2,1	2
Итого	45000	2015	1773		24		31

Таблица 3 – Штатная ведомость рабочих ремонтных участков

Наименование участка	Специальность рабочих	Разряд	Численность чел.
Наружная очистка	мойщик	2	1
Разборочно-моечный и дефектовочный	слесарь	3	3
Ремонта агрегатов	слесарь	3	2
Ремонто-монтажный	слесарь	4	3
Ремонта ОЖФ	слесарь	3	4
Слесарно-механический	слесарь	3	3
	станочник	4,5	4
Ремонта двигателей	слесарь	5	1
Ремонта агрегатов и гидравлической системы	слесарь	5	1
Ремонта электрооборудования	электрик	4	1
Аккумуляторный	аккумуляторщик	3	2
Кузнечный	кузнец	4	2
Медницко-жестяницкий	жестяник	4	2
Сварочный	сварщик	5	2
Шиномонтажный	слесарь	3	1
Окрасочный	маляр	4	1
ТО и диагностики	мастер-наладчик	6	1
Вспомогательные рабочие	слесарь		3
ИТР	зам по ремонту		2
СКП	табельщица		1
МОП	уборщица		1

Итого			37
-------	--	--	----

Результаты расчетов сводим в таблице 4.

Сопоставляем результаты расчетов с требованиями технологического процесса. При необходимости производим соответствующую корректировку в сторону увеличения до целого числа.

Таблица 4 – Расчет количества рабочих мест

Наименование участка	Т _г , ч	Φ _{рм} , ч	N _{рм}	
			расчет	принять
Наружная очистка	1055,25	2015	0,523	1
Разборочно-моечный и дефектовочный	4522,5	2015	2,24	3
Автоматный	5253,75	2015	2,6	3
Ремонтно-монтажный	9967,5	2015	4,9	5
Слесарно-механический	5942,25	2015	2,9	3
Ремонта двигателей	211,5	2015	0,1	1
Ремонта агрегатов гидравлической системы	420,75	2015	0,2	1
Ремонта электрооборудования	612	2015	0,3	1
Аккумуляторный	270	2015	0,13	1
Кузнечный	2340	2015	1,16	2
Сварочный	3325,5	2015	1,65	2
Окрасочный	821,25	2015	0,4	1
ТО и диагностики	3762	2015	1,8	2
Итого	45000	2015	15,65	30

Таблица 5 – Ведомость ремонтных площадей

Наименование участка	n _{рм}	f _{рм}	S _{уч}
----------------------	-----------------	-----------------	-----------------

			Расчет	Прин ят
Наружная очистка	1	-	-	72
Разборочно-моечный и дефектовочный	3	-	70,7	72
Ремонта агрегатов	3	-	78,2	72
Ремонтно-монтажный	5	-	606,6	576
Ремонта ОЖФ	2	15-20	40	36
Слесарно-механический	3	10-15	45	48
Ремонта электродвигателей	1	-	-	48
Ремонта агрегатов гидросистемы	1	10-20	20	36
Ремонта электрооборудования	1	15-20	20	18
Аккумуляторный	1	10-15	15	18
Кузнечный	2	15-20	40	36
Сварочный	2	15-20	40	36
Автоматный	1	15-20	20	36
Окрасочный	1	-	-	72
ТО и диагностики	2	60-70	120	72
Кабинет мастера	-	-	-	18
ОРК	-	-	-	18
Гардероб	-	-	-	10
Кладовая	-	-	-	8
Душевая	-	-	-	-
Умывальник	-	-	-	8

Проектирование ремонтных участков

Ремонтные участки и цеха располагаются, как правило, в депо электротранспортных предприятий. Они предназначены для проведения технического обслуживания и текущих ремонтов локомотивов и подвижного состава метрополитена, троллейбусов и трамвайных вагонов.

Распределение годового объема работ по объектам ремонта

Распределение годового объема работ по объектам ремонта определить по формуле:

$$T_{ri} = \frac{T_r \cdot K_{ti}}{100},$$

где T_r – годовой объем работ ЦРМ, ч;

K_{ti} – процентное содержание объема работ по объектам ремонта в общей трудоёмкости.

Расчет трудоемкости по объектам ремонта привести в таблице.

Таблица 6 – Распределения объема работ по объектам ремонта

Наименование объектов ремонта	Трудоемкость	
	%	ч
ТО трамвайных вагонов		
ТР трамвайных вагонов		
ТО троллейбусов		
ТР троллейбусов		
ТО электропоездов метрополитена		
ТР электропоездов метрополитена		
ТР оборудования ремонтных участков		
Дополнительные работы		
Итого		

Распределение годового объема по технологическим видам работ

Распределение трудоёмкости по технологическим видам работ производится в целом для всего планового периода и выполняется в табличной форме. При этом используется следующая зависимость:

$$T_{ri} = \frac{T_r \cdot K_{ti}}{100},$$

где T_r – годовой объем работ по объектам ремонта, ч;

T_{ri} – годовой объем i -тых работ, ч;

K_{ti} – процентное содержание i -го вида работ в трудоемкости работ по объектам ремонта.

Таблица 12 – Распределения трудоемкости по технологическим видам работ

№	Виды воздействий	Трудоемкость								
		Всего	В том числе по видам работ							
			Наружная очистка		разборочные		дефектовочные		Ремонт узлов	
			%	ч	%	ч	%	ч	%	ч
1	ТО подвижного состава									
2	ТР подвижного состава									
3	ТО трамвая									
4	ТР трамвая									
5	ТО троллейбуса									
6	ТР троллейбуса									
7	Доп. Работы									
8	Итого									

Продолжительность рабочей недели принимается согласно трудовому законодательству 40 ч в неделю, т.е. при шестидневной рабочей неделе 7 ч в смену, субботу на 2 ч короче – 5 ч; а в предпраздничные дни на 1 ч короче.

Количество рабочих дней в году (D_p) определить по формуле:

$$D_p = 365 - (D_v + D_p),$$

где D_v и D_p – количество выходных и праздничных дней ($D_v = 52$; $D_p = 9$).

Праздничными днями являются: 1 января (Новый год); 7 января (Рождество Христово); 23 февраля (День защитника Отечества); 8 марта (Женский день); 1 мая (Праздник труда); 9 мая (День Победы); 30 августа (День города); 7 ноября (День единства), и т.д..

Номинальный (Φ_n) и действительный (Φ_d) годовые фонды времени рабочего рассчитывать по формулам:

$$\Phi_n = (365 - D_v - D_p) \cdot t_{см} - (t_{ск} \cdot D_{пв} + t'_{ск} \cdot D_{пп})$$

$$\Phi_d = [(365 - D_v - D_p - D_o) \cdot t_{см} - (t_{ск} \cdot D_{пв} + t'_{ск} \cdot D_{пп})] \cdot \gamma,$$

где $t_{см}$ – продолжительность рабочей смены, ч;

$t_{ск}$, $t'_{ск}$ – продолжительность сокращения рабочей смены в предвыходные и предпраздничные дни, ч;

$D_{пв}$, $D_{пп}$ – количество предвыходных и предпраздничных дней;

D_o – продолжительность отпуска, дней;

γ – коэффициент, учитывающий потери рабочего времени по уважительным причинам ($\gamma = 0,96$).

Годовой фонд времени рабочего места ($\Phi_{рм}$) определить по формуле:

$$\Phi_{рм} = \Phi_n \cdot p \cdot c,$$

где c – коэффициент сменности ($c = 1$);

p – количество рабочих, одновременно работающих на одном рабочем месте; при $p = 1$;

Фонд времени работы оборудования мастерской (Φ_o) определить по формуле:

$$\Phi_o = \Phi_n \cdot \eta_o,$$

где η_o – коэффициент использования оборудования, учитывающий простои в ремонте ($\eta_o = 0,95 \dots 0,96$).

Расчет численности и состава работников

Личный состав ремонтного участка определяют по группам работающих: производственные и вспомогательные рабочие, инженерно-технические работники (ИТР), счетно-конторский персонал (СКП), младший обслуживающий персонал (МОП).

Количество явочное ($N_{я}$) и списочное ($N_{сп}$) производственных рабочих рассчитывать на участках по формулам:

$$N_{я} = \frac{T_i}{\Phi_n}, \quad N_{сп} = \frac{T_i}{\Phi_o},$$

где T_i – трудоемкость работ, выполняемых определенной профессией рабочих, ч.

Результаты расчетов привести в таблицу.

Расчёт количества рабочих мест

При тупиковом способе ремонта расчёт количества рабочих мест проводить на производственном участке по формуле:

$$n_{рм} = \frac{T_{ri}}{\Phi_{рм}},$$

где T_{ri} – трудоемкость ремонтных работ на данном участке, ч;

$\Phi_{рм}$ – фонд времени рабочего места, ч.

Результаты расчетов сводить в таблицу.

Сопоставить результаты расчетов с требованиями технологического процесса. При необходимости производить соответствующую корректировку в сторону увеличения до целого числа.

Таблица 13 – Расчет количества рабочих мест

Наименование участка	T_r , ч	$\Phi_{рм}$, ч	$N_{рм}$	
			расчет	принять
Наружная очистка				

Разборочно-моечный и дефектовочный				
Автоматный				
Ремонто-монтажный				
Слесарно- механический				
Ремонта двигателей				
Ремонта агрегатов гидросистемы				
Ремонта электрооборудования				
Аккумуляторный				
Кузнечный				
Сварочный				
Окрасочный				
ТО и диагностики				
Итого				

Расчет количества и подбор оборудования

Количество единиц одноименного оборудования, исходя из величины годового объема i -го вида выполняемых работ, определить по формуле

$$n_o = \frac{T_{ir}}{\Phi_o \cdot \eta_u},$$

где T_{ir} – трудоемкость i -ых работ, ч;

η_u – коэффициент использования оборудования;

Количество сборочных единиц равно

Принимаем трансформатор сварочный ТД 102УХЛ-2–2 шт.; выпрямитель сварочный ВД201У3 –1 шт.

Расчет производственных площадей

Площади разборно-моечного, агрегато-ремонтного и ремонтно-монтажного участков определим по формуле

$$S_{\text{уч}} = A + B \cdot T_{\text{г. уч}},$$

где $T_{\text{г.уч}}$ – годовой объем работ на участке, ч;

A – коэффициент, учитывающий долю площади, не изменяющейся с увеличением объема работ, м²;

B – коэффициент, учитывающий долю площади, изменяющейся с увеличением объема работ м².

S – Площадь агрегатно-ремонтного участка равна, провести расчеты.

Площади остальных производственных участков определить по формуле:

$$S_{\text{уч}} = n_{\text{рм}} \cdot f_{\text{рм}},$$

где $n_{\text{рм}}$ – количество рабочих мест на участке;

$f_{\text{рм}}$ – удельная площадь одного рабочего места.

Площадь гардероба принимать из расчета 1,5 м² на одного рабочего.

Принимать 10 м².

Площадь кабинета мастера принять 18 м², площадь ОРК принимается 9...18 м². Результаты расчета площадей мастерской занести в таблицу.

Таблица 14 – Ведомости площадей мастерской

Наименование участка	$n_{\text{рм}}$	$f_{\text{рм}}$	$S_{\text{уч}}$	
			Расчет	Прин.
Наружная очистка				
Разборочно-моечный и дефектовочный				
Ремонта агрегатов				
Ремонтно-монтажный				
Ремонта ОЖФ				
Слесарно-механический				
Ремонта электродвигателей				
Ремонта агрегатов гидросистемы				
Ремонта силового и электрооборудования				
Аккумуляторный				
Кузнечный				

Сварочный				
Автоматный				
Окрасочный				
ТО и диагностики				
Кабинет мастера				
ОРК				
Гардероб				
Кладовая				
Душевая				
Умывальник				

Разработка компоновочного участка ремонта

Длина здания определяется по формуле:

$$L=S/B$$

Технологический расчет участка

Явочное и списочное количество рабочих сварочного участка соответственно равны:

$$N_{я}=T/\Phi_{н}N_{сп}= T/\Phi_{д},$$

где Т– трудоемкость работ участка агрегатов

Принимать явочное и списочное количество рабочих по 2 человека соответственно. Расчет количества рабочих мест произвести по производственным участкам по формуле:

$$N_{рм}=T/\Phi_{рм}$$

Пример:

Принимаем 2 рабочих места. Площадь сварочного участка:

$$S_{уч}= 4,92*(4...5) = 19,68...24,6 \text{ м}^2;$$

Принимаем участок (с учетом кратности 18) площадью 36 м².

Расчет технологической планировки

На технологической планировке должно быть изображено в соответствующем масштабе все оборудование, относящееся к рабочему месту:

– станки, стенды, прессы и другое производственное оборудование, устанавливаемое на полу; и т.д.

Расчет потребности в энергоресурсах

При разработке технологической части дипломного проекта, расчеты соответствующего вида энергоресурсов следует проводить в согласии рекомендуемой ниже методике.

Для расчета среднегодового расхода силовой электроэнергии необходимо для участка по ведомости установленного оборудования определить мощность электрических приемников ($P_{об}$) и коэффициенты спроса (n_{ci}). Годовой расход электроэнергии (P_c) определяется по формуле:

$$P_c = \sum P_{об} \cdot \Phi_{оді} \cdot n_{zi} \cdot n_{ci},$$

где $\Phi_{оді}$ – действительный фонд времени работы оборудования, ч;

n_{zi} – коэффициент загрузки оборудования по времени (0,50... 0,75);

n_{ci} – коэффициент спроса, учитывающий неодновременность работы оборудования i -го наименования (0,3...0,5);

$P_{об}$ – мощность электрических приемников, кВт.

Рассчитать мощность электроприемников, находящихся на участке по ремонту агрегатов выбрать из спецификации технологического оборудования.

Годовой расход электрооборудования на освещение:

$$P_o = t \cdot \sum P_{уд} \cdot S,$$

где $P_{уд}$ – удельный расход электроэнергии на 1 м пола ($P_{уд} = 15...18$ Вт/м);

$S = 36$ м²;

t – продолжительность электрического освещения; $t = 2100$ ч.

Рассчитать общий расход электроэнергии:

$$P_{общ} =$$

Расчет расхода воды

Вода на ремонтном цехе расходуется на производственные, бытовые и противопожарные нужды. Среднегодовой расход воды определить по формуле:

$$Q_{гв} = Q_{хн} + Q_{пн},$$

где $Q_{\text{хн}}$ – расход воды на хозяйственные и питьевые нужды, м^3 ;

$Q_{\text{пн}}$ – расход воды на производственные нужды, м^3 ;

$$Q_{\text{хн}} = q_{\text{хт}} \cdot n_{\text{р}} \cdot N_{\text{рд}},$$

где $q_{\text{хт}}$ – удельный расход воды на одного рабочего в день, м ;

$n_{\text{р}}$ – количество рабочих на участке, чел.;

$N_{\text{рд}}$ – количество рабочих дней в году;

$$Q_{\text{пн}} = q_{\text{пн}} N_{\text{ур}} N_{\text{рд}},$$

где $q_{\text{пн}}$ – удельный расход воды на один условный ремонт;

$N_{\text{ур}}$ – количество условных ремонтов в год;

$$N_{\text{ур}} = T/300,$$

где T – годовой объем работ на данном участке,

Годовая потребность пара определяется по формуле:

$$Q_{\text{п}} = q_i \cdot H \cdot V / (i \cdot 100),$$

где V – объем помещения, м^3 ;

i – теплота испарения, $i = 2261 \text{ кДж/кг}$;

H – число часов в отопительном периоде, $H = 4320 \text{ ч}$;

q_i – средний расход теплоты на 1 м^3 участка, $q_i = 65 \dots 85 \text{ кДж/кг}$.

Проектирование технологического процесса восстановления узла

Ремонтный чертеж разрабатывают в соответствии с ОСТ 70.0001.026–80.

На ремонтном чертеже должна быть изображена восстанавливаемая деталь, технические требования к ней, спецификация ремонтно-сборочного чертежа, таблица дефектов с указанием способов их устранения, рекомендуемый основной технологический маршрут восстановления. При необходимости на ремонтном чертеже приводят указания по базированию.

В технических требованиях указывают: допустимые отклонения размеров, шероховатость восстанавливаемых поверхностей, прочность сцепления нанесенного слоя и других параметров, обусловленных применением того либо иного способа, а также поверхностей которые должны быть выдержаны в процессе восстановления.

Обоснование способов устранения дефектов детали

Способ восстановления детали определяется геометрическими размерами и формой, материалом, твердостью, точностью восстанавливаемой поверхности.

Выбор рационального способа восстановления производим по двум критериям:

- технологическому, то есть критерию применимости;
- технико-экономическому.

Согласно заданию на дипломного проектирования, необходимо устранить дефекты 1 и 2.

Так для устранения дефекта 1 принимать перечень следующих способов восстановления:

1. Рассверлить отверстие. Нарезать резьбу. Установить спиральную вставку.
2. Калибровать резьбу.

Для устранения дефекта 2 принимаем перечень следующих способов восстановления:

1. Расточить. Железнение. Хонингование.
2. Расточить. Установить свертную втулку. Раскатать. Расточить.
3. Зачистит. Обезжирить. Нанести эпоксидный состав. Калибровка отверстия. Сушка.

Выбор способа восстановления производить по коэффициенту долговечности, который определяется по формуле:

$$K_d = K_1 K_2 K_3,$$

где K_1 – коэффициент износостойкости восстанавливаемой поверхности;

K_2 – коэффициент выносливости восстанавливаемой поверхности;

K_3 – коэффициент сцепления покрытия с основным материалом.

$$C_v / K_d \rightarrow \min ,$$

где C_v – себестоимость восстановления поверхности детали, руб.

Выбирают тот способ, который обеспечивает минимальное значение технико-экономического показателя.

Значение себестоимости восстановления поверхности определяют по формуле:

$$C_v = C_y S,$$

где C_y – удельная себестоимость восстановления руб./дм²;

S – площадь восстанавливаемой поверхности, дм².

Результаты расчетов привести в таблицу 15.

Таблица 15 – Выбор рационального способа восстановления

Способы восстановления	K_1	K_2	K_3	K_d	C_v	C_v/K_d
Деф. 1: Установка спиральной вставки						
Калибровка резьбы						
Дефект-2: Железнение						
Установка свертной втулки						
Клеевая композиция						

Проектирование маршрута восстановления детали

Приступая к составлению технологического маршрута, необходимо в первую очередь определить план обработки поверхностей – структуру операций.

Восстановленная деталь должна соответствовать требованиям ремонтного чертежа и ОСТ 70.0001.026–80.

Маршрут восстановления двойной вилки кардана.

А₀₁005 Калиброванная (деф.1)

Б₀₂ Тиски //-120

О ₀₃	Калибровать резьбу диаметром М8 (деф.1)
Т ₀₄	Метчик 2621–1225 ГОСТ 3266–81
А ₀₅ 010	Растачивание (деф.2)
Б ₀₆	Сверлильный станок 257
О ₀₇	Расточить отверстие под втулку до диам.52 мм.
Т ₀₈	Патрон. Сверло 2301–0168
А ₀₉	Фрезерная (деф.2)
Б ₁₀	Вертикально-фрезерный станок 6Н10
О ₁₁	Фрезеровать отверстие до размера фаски 0,5*45°
Т ₁₂	Фреза торцовая 2214–0006;
Штангенциркуль ШЦ-1–125–0,1	
Приспособление 70–7220–8301	
А ₁₃ 020	Изготовления (деф.2)
Б ₁₄	Верстак слесарный 1547.00.00.000
О ₁₅	Изготовление сверткой втулки длиной 158 мм
Т ₁₆	Зубило 2810–0219, молоток 7850–0102
А ₁₇ 025	Установочная (деф.2)
Б ₁₈	Верстак слесарный 1547.00.00.000
О ₁₉	Установка втулки
Т ₂₀	Молоток 7850–0102
А ₂₁ 030	Раскаточная (деф.2)
Б ₂₂	Сверлильный станок 257
О ₂₃	Раскатать
Т ₂₄	Ролик
А ₂₅ 035	Растачивания (деф.2)
Б ₂₆	Сверлильный станок 257
О ₂₇	Расточить отверстие до номинального диам.50 мм
Т ₂₈	Патрон, Сверло 2301 -0166
А ₄₁ 045	Слесарная
Б	Верстак ОРГ-1468–01 -060А

О ₄₃	Маркировать деталь
Т ₄₄	Кисть КФК-8–1
А ₄₅ 050	Контрольная (деф. 1–2)
Б ₄₆	Верстак слесарный 1547.00.00.000
О ₄₇	Проверить следующие размеры: М8 и диаметр 50 мм
Шероховатость, твердость поверхностей	
Твердомер ТБ; пробка 8133–0906	

Разработка технологической операции

Разработка технологических операций включает в себя два этапа:

- выбор оборудования, инструмента, приспособлений;
- назначение и расчет режимов обработки, нормирование операций.

В качестве примера рассчитать расточную операцию при обработке поверхностей под втулки.

Технические нормы времени на выполнение операции рассчитывать по формуле:

$$T_{штк} = T_o + T_v + T_{доп} + T_{п.з}/n ,$$

где $T_{штк}$ – штучно-калькуляционное время, мин;

T_o – основное время, мин;

T_v – вспомогательное время, мин;

$T_{доп}$ – дополнительное время, мин;

$T_{п.з}$ – подготовительно-заключительное время, мин;

n – количество обрабатываемых деталей в партии, шт.

Основные элементы режим f при рассверливании – глубина, подача и скорость. Глубину резания определить по формуле:

$$t = (D_{св} - d_{отв})/2 ,$$

где $D_{св}$ – диаметр сверла, мм:

$d_{отв}$ – диаметр рассверливаемого отверстия, мм.

$t =$

Расчет вентиляции, освещения, отопления и водоснабжения

ремонтного участка

На участках и отделениях локомотивного депо применяется как обще – обменная вентиляция, так и местные отсосы от источников газов и тепловыделения.

Объемный расход воздуха рассчитывается по формуле:

$$Q = n \cdot V,$$

где n – кратность воздухообмена, регламентируемое СНиП;

V – внутренний объем вентилируемого помещения.

Тип вентилятора для вытяжной вентиляционной установки применяют центробежный вентилятор типа цаги среднего давления. При подборе вентилятора, для системы вентиляции необходимо определить потери давления в сети системы. Потери давления определяются по формуле:

$$H = C \cdot \frac{\rho \cdot V^2}{2},$$

где C – коэффициент пропорциональности зависит от длины воздухопровода и их сложности, при длинном воздухопроводе и 3 и 4-х коленах, $C = 4 - 6$, при коротких воздухопроводах, $C = 2 - 4$, при работе вентилятора в проемах, $C = 1 - 1,5$;

ρ – массовая плотность воздуха, принимаем $\rho = 0,122$;

V – скорость в воздуховодах, принимаем $V=15$ м/с.

Мощность электродвигателя рассчитывается исходя из значений Q и H по формуле:

$$N = \frac{Q \cdot H}{75 \cdot n_{\text{вент}}},$$

где $n_{\text{вент}}$ – для осевого вентилятора принимать 60-90, а для центробежного 50-80.

При расчете мощности электродвигателя объемный расход воздуха необходимо перевести из м³/ч в м³/сек.

Расчет освещения

В качестве искусственного освещения в настоящее время применяются

электрические от ламп накаливания.

Количество светильников определяется по формуле:

$$n = \frac{E \cdot K \cdot S}{\alpha \cdot F \cdot n_{осв}},$$

где E – количество освещенности рабочего места в люменах;

K – коэффициент запаса учитывающий уменьшение светового потока светильников, принимать $K = 0,7-0,8$;

S – площадь освещаемого помещения;

α – коэффициент использования светового потока, принимается $\alpha = 0,6 - 0,8$;

F – световой поток ламп в люменах;

$n_{осв}$ – КПД светильника, принимается $n_{осв} = 0,55-0,73$.

Световой поток лампы определяется, как произведение мощности лампы (Вт) на световую отдачу (лм/Вт).

Расчет отопления и водоснабжения

При отсутствии централизованного отопления депо обеспечивается теплом, горячей водой и паром от собственной котельной.

Их количество выбирается с учетом расхода сжатого воздуха, производительности компрессора и резерва. Однако минимальное количество установленных компрессоров должно быть не менее двух.

Расчет основных параметров поточной линии

Выпуск из ремонта тяговых двигателей ТЛ2К и НБ-418К с поточной линии производится через строго определенные промежутки времени, называемые тактом.

В курсовой работе производится расчет основных параметров поточной линии по ремонту тяговых электродвигателей. При этом программа выпуска равна программе ремонта тяговых электродвигателей.

Средний расчетный такт выпуска (запуска) одного двигателя определяется путем деления эффективного фонда времени на соответствующий

плановый период $F_{\text{эф}}$ на количество двигателей, подлежащих ремонту за тот же период $N_{\text{в}}$

$$r = F_{\text{эф}} / N_{\text{в}},$$

где $F_{\text{эф}}$ – годовой эффективный фонд времени работы переменноточной линии, мин;

$$F_{\text{эф}} = (T_{\text{см}} - T_{\text{п}}) S_{\text{тр}},$$

где $T_{\text{см}}$ – продолжительность смены (принимается равной 480 мин);

$T_{\text{п}}$ – продолжительность регламентированных перерывов (принимается равной нулю);

S – число смен;

$T_{\text{р}}$ – число рабочих дней в году (принимается равное 249 дням).

Подставив значения $N_{\text{вТЛК}} = 2,2$ тыс. шт., $N_{\text{вНБ-к}} = 2,4$ тыс. шт. (табл. 4 после реконструкции) в формулу, получить их значения.

На поточной линии производится ремонт двигателей ТЛ2К и НБ-418К с различной трудоемкостью. Поэтому целесообразно вести ремонт на линии с различными, частными для каждого типа двигателя, тактами.

Частный такт линии можно рассчитать двумя способами.

Первый способ. Он заключается в приведении программы ремонта двигателей всех типов к условному объекту. Для этого следует принять трудоемкость ремонта двигателя ТЛ2К за базу $T_{\text{б}}$, и тогда программы по всем закрепленным за линией двигателям $N_{\text{ж}}$ через коэффициент приведения по трудоемкости $K_{\text{прj}} = T_{\text{ж}} / T_{\text{б}}$ можно привести к базовой (условной) единице, т.е. $N_{\text{прj}} = N_{\text{ж}} K_{\text{прj}}$. Затем рассчитать общий такт $r_{\text{общ}}$ и частные (рабочие) такты линии $r_{\text{ж}}$ ремонта тяговых двигателей.

Общий такт для случая двигателей двух типов определяется из выражения:

$$r_{\text{общ}} = F_{\text{эф}} / (N_1 K_{\text{пр1}} + N_2 K_{\text{пр2}}),$$

где N_1 – годовая программа ремонта двигателей ТЛ2К (таблица);

N_2 – годовая программа ремонта двигателей НБ-418К (таблица);

$K_{\text{прj}}$ – коэффициент приведения якорей по трудоемкости определяется

из выражения:

$$K_{прj} = T_j / T_6,$$

где T_j – трудоемкость ремонта двигателя, приводимого к трудоемкости двигателя и принятого за базу;

T_6 – трудоемкость ремонта двигателя ТЛ2К, принятого условно за базовую единицу.

Коэффициент приведения $K_{пр1}$ будет равен единице. Частный такт выпуска тягового двигателя определяется:

$$r_j = r_{общ} K_{прj}$$

Пример расчета. Подставив значения $T_1 = T_6 = 4068$ мин, $T_2 = 5050$ мин, $F_{эф} = 239040$ мин, $N_1 = 2,2$ тыс. шт., $N_2 = 2,4$ тыс. шт. в формулы (2.3) – (2.5), получить: $K_{пр1} =$, $K_{пр2} =$, $r_{общ} =$, $r_1 =$ и $r_2 =$

Второй способ. При расчете такта через распределение общего эффективного фонда времени работы линии по ремонту двигателей ТЛ2К и НБ-418К пропорционально трудоемкости программных заданий имеем:

$$F_{эф1} = F_{эф} \frac{N_1 T_1}{\sum_1^n N_i T_i}$$

где $F_{эф1}$ – годовой эффективный фонд времени работы линии по ремонту двигателей ТЛ2К, мин;

N_1 – годовая программа ремонта двигателей ТЛ2К;

T_1 – трудоемкость ремонта двигателей ТЛ2К, мин, принимается по таблице 1;

n – число типов тяговых двигателей.

Тогда эффективный фонд времени работы линии по ремонту двигателя МБ-418 определится из выражения:

$$F_{эф2} = F_{эф} - F_{эф1}$$

Частные такты ремонта двигателя ТЛ2К и НБ-418К можно рассчитать по формуле:

$$r_j = \frac{F_{эф j}}{N_j}$$

Пример расчета:

$$F_{эф1} = 239040((2,2 \cdot 10 \cdot 4068)/(2,2 \cdot 10 \cdot 4068 + 2,4 \cdot 10 \cdot 5050)) = 101535,50 \text{ мин.}$$

Определить $F_{эф2} =$, $r_1 =$ и $r_2 =$

При одностороннем расположении рабочих мест и неодинаковых расстояний между ними из-за различных габаритов оборудования длину рабочей части конвейера можно определить из выражения:

$$l_k = \sum_{i=1}^m l_i C_i$$

где l_i – расстояние между двумя смежными рабочими местами на линии n -й операции, м (таблица, графа 3, первая цифра размера);

C_i – количество рабочих мест (оборудования) на i -й операции (таблица);

m – число операций ремонта якоря.

Результаты расчета занести в таблицу 17

№ оп.	Кол-во оборудования	Наименование оборудования	Расстояние	$l_i C_i$, м
			(l_i), м.	
1	1	Технологическая подставка		
1	1	Измерительные приборы		
2	1	Кантователь тягового двигателя		
3	1	Продувочная камера		
4	1	Трансформатор сварочный		
5	1	Камера для продувки якорей		
6	8	Печь Т-1628А		
7	1	Окрасочная камера О-846		
8	8	Печь Т-1628А		
9	8	Циркуляционно-сушительная печь ЦС-105		
10	1	Ванна-емкость		
11	8	Циркуляционно-сушительная печь ЦС-105		
12	1	Окрасочная камера О-846		
13	8	Циркуляционно-сушительная печь ЦС-105		
14	1	Наплавочная установка		
15	1	Токарный станок 1 К62		
16	1	Токарно-винторезный станок ДИП-500		

17	1	Установка пайки петушков		
18	1	Автоматический станок для продоржки коллекторов		
19	1	Фрезерный станок 6М82Г		
20	1	Балансировочный станок		
21	1	Кантователь тягового двигателя		
21	1	Резьбовые шаблоны		
22	1	Стенд для сборки		
22	1	Индукционный нагреватель		
23	1	Стенд для сборки		
24	1	Типовая испытательная станция		
25	1	Стенд для сборки		
25	1	Станок для расточки МОП		
Итого				

Для данного варианта $L_k = 253,4$ м.

Для уменьшения длины конвейера и лучшего использования площади – применяется двухстороннее расположение рабочих мест, при котором длина рабочей части конвейера будет равна:

$$l_k = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^m l_i C_i$$

Пример:

$$l_k = 253,4/2 = 126,7 \text{ м.}$$

Скорость конвейера определяется по формуле:

$$V_k = \frac{l}{r},$$

где l – расстояние между рабочими местами (принимается равным 5 м);

r – такт поточной линии, мин.

Рассчитаем скорость конвейера при ремонте двигателя первого типа ($l = 5$ м, $r_1 = 46,15$ мин):

$$V_k = 5/46,15 = 0,11 \text{ м/мин.}$$

В ряде случаев длина поточной линии даже при двухстороннем расположении рабочих мест и оборудования оказывается больше длины цеха.

Длительность производственного цикла ремонта тяговых двигателей

рассчитывается с помощью схемы производственного процесса и данных таблицы.

Схема производственного процесса:

1 этап – операции 1, 2.

2 этап – операции 5, 6, 7, 8, 14, 20 и 3, 4

3 этап – операции 15, 16, 17, 18, 19 и 9, 10, 11, 12, 13, 21

4 этап – операции 22

5 этап – операции 23, 24, 25

Таблица 18 – Расчет длительности производственного цикла ремонта тяговых электродвигателей

Этап	Длительность, мин					
	ТЛ2К			НБ-418к		
	1 часть	2 часть	Итого	1 часть	2 часть	Итого
1						
2						
3						
4						
5						
Итого						
Сумма, ч						

Результаты расчетов параметров поточной линии внести в таблицу.

Таблица 19 – Основные параметры поточной линии ремонта якорей тяговых электродвигателей

Параметры поточной линии	Единица измерения	Значение
Общий такт линии по ремонту якорей	мин/шт.	
Частный такт линии при ремонте якоря ТЛ2к	мин/шт.	
Частный такт линии при ремонте якоря НБ-	мин/шт.	

418К		
Скорость поточной линии	м/мин	
Длина поточной линии	м	
Длительность технологического цикла ремонта ТЭДТЛ2к	час	
Длительность технологического цикла ремонта ТЭД НБ-418К	час	

Построение календарного плана-графика ремонта тяговых двигателей ТЛ-2К и МБ-418

Периодом для построения плана-графика обычно принимается месяц. Согласно заданию, число рабочих дней принято равным 22, которое и составит эффективный фонд работы поточной линии. Теперь необходимо этот фонд распределить пропорционально трудоемкости программных заданий по ремонту якорей ТЛ2К и МБ-418, используя для этого формулу. В задании требуется организовать ремонт якорей не менее чем двумя партиями.

Пример:

Когда $F_{эф 1} = 101535,50$ мин, $F_{эф 2} = 137504,50$ мин.

Исходя из того, что надо разработать план ремонта, посчитать условные фонды рабочего времени: $K =$, $F_{1усл} =$, $F_{2усл} =$

Установление технически обоснованной нормы времени

В работе необходимо установить технически обоснованную норму времени на одну из работ по обеспечению поточной линии (номер работы соответствует варианту). Для этой цели требуется обработать хронометражный ряд наблюдений, привести для каждого варианта в таблицу.

В качестве хронометража в нормировании труда принимать изучение операции путем наблюдения и измерения затрат рабочего времени на выполнение отдельных ее элементов, повторяющихся при ремонте или выполнении какой-либо работы.

Карта хронометражных наблюдений																				
Номер наблюдения	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Продолжительность, мин	20	25	30	35	29	30	31	39	28	27	24	30	33	36	25	35	32	27	35	28

Обработка и анализ хронометражных наблюдений состоит:

- в исключении из хронометражных рядов ошибочных замеров, которые были отмечены наблюдателем;
- в проверке качества хронометражных рядов путем вычисления коэффициента устойчивости;
- в расчете средней величины продолжительности выполнения операции.

Под коэффициентом устойчивости хронометражного ряда понимают отношение максимальной продолжительности выполнения данной операции к минимальной. Он может быть вычислен по формуле:

$$K_y = \frac{t_{\max}}{t_{\min}},$$

где $t_{\max}$ – максимальная продолжительность данной операции, мин;

$t_{\min}$ – минимальная продолжительность выполнения данной операции, мин.

Хронометражный ряд считается устойчивым, если фактический коэффициент устойчивости меньше или равен нормативному (в таблице).

$K_y \text{ норм.} = 1,5$, тогда фактический коэффициент будет равен:

- $K_y = 39/20 = 1,95 > 1,5$, т.е. необходимо исключить 39,20;
- $K_y = 36/24 = 1,5 = K_y \text{ (норм.)}$, т.е. фактический коэффициент устойчивости находится в пределах допустимого.

После этого определить среднюю продолжительность выполнения операции, выведенная из устойчивого хронометражного ряда, по формуле:

$$\bar{t} = \frac{\sum_{i=1}^n t}{n}$$

где $\bar{t}$ – средняя продолжительность выполнения данной операции, мин;

Полученное среднее время выполнения операции округляется до целого значения.

Расчет и выбор оборудования участка

Выбор оборудования по его техническим характеристикам (назначению, производительности и т. д.) производится в соответствии с разработанным технологическим процессом.

Как правило, при ремонте используются мостовые краны грузоподъемностью $Q - 10$ т. Количество мостовых кранов определяют по длине обслуживаемых ими зон – один кран на зону обслуживания (60-70 м) по длине цеха (участка).

Количество мостовых кранов зависит также от количества пролетов в цехе. Стандартная ширина мостового крана принимается 18 и 24 м.

Годовой действительный фонд времени оборудования рассчитывается:

$$F_{об} = D_p t_{см} \cdot m \cdot \eta_{об},$$

где D_p – количество рабочих дней в году;

$t_{см}$ – продолжительность смены;

m – количество смен в сутках;

$\eta_{об}$ – коэффициент, учитывающий простой оборудования, $\eta_{об} = 0,96$.

По окончанию проведения расчетов, сделать необходимые выводы.

Расчет естественной и искусственной (общей и местной) вентиляции на проектируемом объекте для автомобилей

Расчёт естественной вентиляции .

Размеры помещения: ширина – м, длина – м, высота – м.

Требуемая площадь форточки по нормам промышленного строительства определяется по формуле:

$$\sum S_{фор} = (0,02-0,04) \times S_{пола}, \quad (3)$$

где $S_{пола}$ – площадь пола.

Принимается для расчёта коэффициент 0,03.

Фактическая площадь существующих фрамуг определяется по формуле:

$$\sum S_{\text{фак}} = 3 \times b \times h, \quad (3)$$

где b – ширина форточки, м;

h – высота форточки, м.

Расчет общей вентиляции

Расчет необходимой величины воздухообмена ($\text{м}^3/\text{ч}$) производится по формуле:

$$L_B = S_{\text{уч}} \times H \times K, \quad (3)$$

где $S_{\text{уч}}$ – фактическая площадь участка;

H – высота участка;

K – часовая кратность обмена воздуха.

Определяется расчетная мощность электродвигателя и выбирается электродвигатель (КВт) по формуле:

$$P_{\text{дв.рас}} = 1,05 \times [(L_B \times P_B) / (3600000 \times \eta_B \times \eta_{\Pi})], \quad (3)$$

где P_B – напор воздушного потока (давление) в (Па);

η_B – КПД вентилятора (0,4-0,6);

η_{Π} – КПД передачи.

По данным исследовательской части, оптимальным электродвигателем, обеспечивающим достаточный обмен воздуха, была выбрана модель 4М160S4 мощностью 4,5КВт.

Расчёт естественного освещения на посту по ремонту двигателей

Суммарная площадь, необходимая по нормам световых проемов по нормированному коэффициенту естественной освещенности через световой коэффициент «а»:

$$\sum S_{\text{св.пр}} = S_{\text{п}} \times a, \quad (3)$$

где $\sum S_{\text{св.пр}}$ – суммарная площадь, необходимая по нормам световых проёмов, м ;

$S_{\text{п}}$ – площадь пола, м².

По данным исследовательской части определяется фактическая площадь световых проёмов по формуле:

$$\sum S_{\text{фак}} = h \times b \times n, \quad (3)$$

где h – высота окна, м;

b – ширина окна, м.

Так как фактическая площадь световых проемов ниже требуемой, то естественное освещение не удовлетворяет нормативным требованиям.

Расчёт искусственного освещения на участке по ремонту двигателей

Производится проверочный расчёт. По данным исследовательской части зона ТО имеет размеры длина – м, ширина – м, высота – м.

В помещении установлены 6 светильников дневного света по 2 лампы в каждой, типа ЛХБ-80. Общее освещение.

Определяется фактический световой поток, создаваемый в помещении искусственным освещением по формуле:

$$F_{\text{фак}} = (F \times n) / k, \quad (3)$$

где F – световой поток лампы, лм;

n – фактическое число ламп;

k – коэффициент запаса для люминесцентных ламп.

Искусственная величина освещённости в проектируемом объекте определяется по формуле:

$$E_{\text{фак}} = F_{\text{факт}} / S_n, \quad (3)$$

где S_n – площадь помещения.

Норма освещенности для проектируемого объекта составляет, лм.

Так как фактическая освещённость больше нормативной, то искусственное освещение удовлетворяет нормативным требованиям.

Фактическое потребление электроэнергии на освещение в год определяется по формуле:

$$W = (P_{\phi} \times n \times t) / 1000, \quad (3)$$

где P_{ϕ} – фактическая мощность лампы, Вт;

n – количество ламп в светильниках;

t – среднее время горения лампы в год, ч.

Среднее время горения ламп в год определяется по формуле:

$$t = D_{\text{то}}^{\Gamma} \times t', \quad (3)$$

где $D_{\text{то}}^{\Gamma}$ – количество дней работы проектируемого объекта в год;

t' – среднее время горения ламп в день, ч.

Площадь ремонтного участка (отделения) рассчитывается по формуле:

$$F_{уч} = F_{об} \times K_{пл}, \quad (5)$$

где $F_{об}$ – суммарная площадь оборудования в плане;

$K_{пл}$ – коэффициент плотности расстановки оборудования.

Принимаются итоговые размеры участка (m^2) по ремонту **двигателей:**

Расчет производственной площади объекта проектирования

Площадь зоны ТО, ТР, специализированных постов и постов диагностики рассчитывается по формуле:

$$F_{уч} = (F_a \times \Pi + F_{об}) \times K_{пл}, \quad (5)$$

где F_a – площадь автомобиля в плане, m^2 ;

Π – количество рассчитанных постов на проектируемом объекте;

$F_{об}$ – суммарная площадь оборудования в плане, расположенного вне площади, занимаемой автомобилем;

$K_{пл}$ – коэффициент плотности расстановки оборудования (Л-5, Пр.А табл. 15).

Итоговые размеры поста (m^2) по ремонту двигателей:

Приложение Д

Формулы для проведения расчетов технических характеристик подвижного состава

Расчёт элементов тяговых трансформаторов и тягового электрооборудования подвижного состава

Расчет сопротивлений системы найдём относительные сопротивления энергосистемы:

$$x_{*c1} = \frac{U_{cp}^2}{S_{K1}} = \quad , \quad x_{*c2} = \frac{U_{cp}^2}{S_{K1}} =$$

где S_{σ} – базисная мощность, принимаем 100 МВА;

S_K – мощность короткого замыкания, МВА.

Относительные сопротивления:

$$x_{*1} = x_0 \cdot (l_1 + l_2 + l_3 + l_4) = \text{Ом};$$

где x_0 – удельное сопротивление проводов, $x_0 = 0,4$ Ом/км;

l – длина проводов, км.

Для проверки токоведущих частей и изоляторов рассчитаем токи фазного короткого замыкания, используя выражение:

$$I^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I^{(3)},$$

где $I^{(3)}$ – ток двухфазного короткого замыкания.

$$I_n^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_n = \text{кА}; \quad i_a^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot i_a = \text{кА};$$

$$i_y^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} i_y = \text{кА}; \quad i^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} i = \text{кА};$$

$$i_y^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} i_y =$$

Выбор токоведущих частей тягового трансформатора

Для обеспечения надёжной работы токоведущих частей электроустановки необходимо правильно выбрать их по условиям длительной работы в нормальном режиме и кратковременной работы в режиме короткого замыкания. Выбор токоведущих частей выполняется по номинальному току и напряжению:

$$U_{уст} \leq U_n; I_{раб. max} \leq I_n,$$

где $U_{уст}$ – номинальное напряжение установки, В;

U_n – номинальное напряжение аппарата, В;

$I_{\text{раб.мах}}$ – максимальный рабочий ток присоединения, где установлен аппарат;

$I_{\text{н}}$ – номинальный ток аппарата.

Расчёт величины теплового импульса

Для проверки токоведущих частей выполняется расчёт величины теплового импульса для всех типов трансформаторов по выражению:

$$B_{\kappa} = I_{\kappa}^2 \cdot (t_{\text{откл}} + \tau_a), \text{ I}$$

где $I_{\text{н}}$ – начальное значение периодической составляющей тока короткого замыкания;

τ_a – постоянная времени затухания аperiodической составляющей тока короткого замыкания,

$$t_{\text{откл}} = t_{\text{pz}} + t_{\text{нв}},$$

где t_{pz} – время срабатывания защиты рассматриваемой цепи;

$t_{\text{нв}}$ – полное время отключения выключателя.

Результаты расчета оформить в виде таблицы:

Таблица 1 – Расчет токоведущих частей трансформатора

	U, кВ	τ_a , с	$t_{\text{пв}}$, с	t_{pz} , с	$t_{\text{отк}}$, с	I_{κ} , кА	$I_{\kappa}^2 \cdot (t_{\text{откл}} + \tau_a)$	B_{κ} , кА ² с
вводы								
фидеры								

Выбор сборных шин и токоведущих элементов. Выбор изоляторов

Шины трансформаторов 30 кВ и 27,5 выполняют сталеалюминевыми гибкими проводами марки АС.

Выбор гибких шин – 27,5 кВ

1) Сечение проводов выбирается по допустимому току:

$$I_{don} \geq I_{p\max}$$

2) Проверка на термическую стойкость выполняется по формуле:

$$q \geq q_{\min},$$

где $q_{\min}$ – минимальное сечение, термическое устойчивое при КЗ, мм²

Минимальное сечение, при котором протекание тока КЗ не вызывает нагрев проводника выше допустимой температуры:

$$q_{\min} = \frac{\sqrt{B_k \cdot 10^6}}{C}, \text{ мм}^2$$

где B_k – величина теплового импульса;

C – константа, значение которой для алюминиевых шин равно $90, \frac{A \cdot c^{1/2}}{\text{мм}^2}$.

Проверка по условию отсутствия коронирования. $0.9E_0 \geq 1.07E$

где E_0 – максимальное значение начальной критической напряженности электрического поля, при котором возникает разряд в виде короны, кВ/см,

$$E_0 = 30.3 \cdot m \cdot (1 + 0.299 / r_{np}^{1/2}), \text{ кВ / см}$$

где m – коэффициент, учитывающий шероховатость поверхности провода (для многопроволочных проводов $m = 0,82$);

r_{np} – радиус провода, см.

E – напряжённость электрического поля около поверхности провода, кВ/см,

$$E = \frac{0.354 \cdot U}{r_{np} \cdot \lg D_{cp} / r_{np}}, \text{ кВ / см}$$

где U – линейное напряжение, кВ;

D_{cp} – среднее геометрическое расстояние между проводами фаз, см.

При горизонтальном расположении фаз $D_{cp} = 1.26D$.

Здесь D – расстояние между соседними фазами. Для сборных шин приняты расстояния между проводами разных фаз – 1,5 и 3,0 м для напряжений 35 и 110 кВ соответственно.

Расчетная часть для аккумуляторных батарей

Массовую концентрацию углекислого калия в г/л вычисляют по формуле:

$$X = (2 \cdot V_1 \cdot 0,0069 \cdot 1000) / V ,$$

где V_1 – объем раствора серной или соляной кислоты с молярной концентрацией эквивалента $C=0,1$ моль/л, пошедший на титрование по метиловому оранжевому, мл;

0,0069 – масса углекислого калия, соответствующая 1мл раствора серной или соляной кислоты с концентрацией $C=0,1$ моль/л, г;

V – объем электролита, взятый для анализа, мл.

Массовую концентрацию углекислого натрия в г/л вычисляют по формуле:

$$X = (2 \cdot V_1 \cdot 0,0053 \cdot 1000) / V ,$$

где V_1 – объем раствора серной или соляной кислоты с молярной концентрацией эквивалента $C=0,1$ моль/л, пошедший на титрование по метиловому оранжевому, мл;

0,0053 – масса углекислого натрия, соответствующая 1мл раствора серной или соляной кислоты с концентрацией $C=0,1$ моль/л, г;

V – объем электролита, взятый для анализа, мл.

Массовую концентрацию углекислоты в г/л вычисляют по формуле:

$$X = (2 \cdot V_1 \cdot 0,0022 \cdot 1000) / V ,$$

где V_1 – объем раствора серной или соляной кислоты с молярной концентрацией эквивалента $C = 0,1$ моль/л, пошедший на титрование по метиловому оранжевому, мл;

0,0022 – масса углекислоты, соответствующая 1мл раствора серной или соляной кислоты с концентрацией $C=0,1$ моль/л, г;

V – объем электролита, взятый для анализа, мл.

Содержание гидрата окиси лития в электролите рассчитывают по формуле:

$$X = \frac{V_1 \cdot V_3 \cdot C \cdot 3.45 \cdot 1000}{V_2 \cdot V_4} \frac{\text{г}}{\text{л}} ,$$

где V_1 – объем стандартного раствора лития, израсходованный на титрование, мл;

V_3 – общий объем раствора А, мл;

С – концентрация лития в стандартном растворе хлористого лития, г/мл;

3,45 – коэффициент пересчета с лития на гидрат окиси лития;

V_2 – объем электролита, взятый для анализа, мл;

V_4 – объем аликвотной части раствора А, мл.

Выполнение измерений

25мл электролита переносят в стакан на 300мл, прибавляют 50мл дистиллированной воды и точно отмеренное количество приготовленной (разбавленной 1:1) ортофосфорной кислоты определенное по формуле:

$$A = \frac{\text{NaOH} \cdot M}{\text{H}_3\text{PO}_4},$$

где А – количество ортофосфорной кислоты в мл;

М – количество электролита, взятого для анализа в мл;

NaOH – гидратная щелочность электролита в гэкв/л;

Обработка результатов измерений

Расчет производят по формуле:

$$\text{LiOH} = \frac{3 \cdot B \cdot 0,012 \cdot K \cdot 1000 \frac{\text{г}}{\text{л}}}{M},$$

где В – количество мл 0,5Н раствора едкого натрия, пошедшее на титрование пробы 0,012 – титр 0,5Н раствора NaOH по едкому литию 0,021 – титр 0,5Н раствора NaOH по моногидрату едкого лития;

М – количество электролита, взятого для анализа;

К – поправочный коэффициент 0,5 раствора едкого натрия

Приготовление растворов

Раствор ортофосфорной кислоты

Ортофосфорная кислота, которая готовится разбавлением концентрированной кислоты дистиллированной водой 1:1. 10мл приготовленной ортофосфорной кислоты доводят в мерной колбе дистиллированной водой до:

100мл, отбирают 10мл разведенного раствора и титруют 0,5Н раствором едкого натрия с индикатором метилоранжем до перехода розовой окраски в оранжевую. Расход в мл 0,5Н раствора едкого натрия обозначают через Б.

Расчет производится по формуле:

$$H_3PO_4 = \frac{BK}{I},$$

где H_3PO_4 – концентрация приготовленной ортофосфорной кислоты в г.экв/л;

К – поправочный коэффициент 0,5Н раствора едкого натрия.

Раствор едкого натрия

Нормальность едкого натрия вычисляют по формуле:

$$N = \frac{V_1 \cdot N \cdot 1}{V},$$

где V_1 – количество соляной кислоты нормальности 0,1Н, взятых для титрования, мл;

V – количество едкого натрия, израсходованного на титрование, мл.

Расчётная часть для выпрямительных установок

Расчёт сопротивлений элементов схемы замещения

Найдём относительные сопротивления энергосистемы:

$$x_{*c1} = \frac{U_{cp}^2}{S_{K1}} = \frac{U_{cp}^2}{S_{K1}},$$

где S_ϕ – базисная мощность, принимаем 100 МВА;

S_K – мощность короткого замыкания, МВА.

Относительные сопротивления:

$$x_{*л1} = x_0 \cdot (l_1 + l_2 + l_3 + l_4) =$$

где x_0 – удельное сопротивление проводов 1 км линии, $x_0=0,4$ Ом/км;

l – длина линии, км.

Относительные сопротивления диодных мостов:

$$x_{*T1} = \frac{u_{\kappa.B}}{100} \cdot \frac{u_{н.В}^2}{S_{н.тр}} =$$

$$x_{*T2} = \frac{u_{\kappa.H}}{100} \cdot \frac{u_{н.H}^2}{S_{н.тр}} =$$

$$x_{*T3} = \frac{u_{\kappa.C}}{100} \cdot \frac{S_{\delta}}{S_{н.тр}} =$$

где $S_{н.тр}$ — номинальная мощность выпрямительной кстановки.

$$x_{*л11} = \frac{X_{л1}^2}{2 \cdot X_{л1}} = \frac{X_{л1}}{2} =$$

Замещение сопротивлений моста выпрямительной установки:

$$x_{*c2л11} = x_{*л11} + x_{*c1} =$$

Схема замещения второй точки выпрямительного моста:

$$x_{*c2л11c1} = \frac{x_{*c1л11} \cdot x_{*c2}}{x_{*c1л11} + x_{*c2}} =$$

Расчёт токов короткого замыкания на выводах ВУ

При расчёте периодической составляющей тока короткого замыкания от источника используем приближенный метод, так как короткое замыкание удалённое.

$$I_n = \frac{U_{cp}}{\sqrt{3 \cdot x_{*b3}}} =$$

Расчёт апериодической составляющей

Апериодическую составляющую определим по формуле:

$$i_{a\tau} = \sqrt{2} \cdot I_n \cdot e^{-\tau/\tau_a},$$

где $t = t_{CB} + t_{\min P3}$ — время отключения тока короткого замыкания;

t_{CB} — собственное время отключения выключателя; для выключателя ВВС-

35-20/1600 $t_{CB} = 0,06$ с;

τ_a — постоянная времени затухания, равная 0,02сек;

$t_{\min P3}$ — минимальное время срабатывания релейной защиты $t_{\min P3} = 0,01$ с;

$$i_{a\tau} = \sqrt{2} \cdot I_{n\Sigma} \cdot e^{-\tau/\tau_a} =$$

Определение ударного тока.

$$i_y = \sqrt{2 \cdot I_{n\Sigma} \cdot k_y} =$$

где k_y – ударный коэффициент, равный 1,8.

Определение полного тока короткого замыкания.

$$i_k = \sqrt{2 \cdot I_{n\Sigma} + i_{a\tau}} =$$

Для проверки аппаратуры, токоведущих частей и изоляторов рассчитаем токи фазного короткого замыкания, используя выражение:

$$I^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I^{(3)},$$

где $I^{(3)}$ – ток двухфазного короткого замыкания.

Выбор аппаратуры и токоведущих частей выпрямительной установки

Для обеспечения надёжной работы аппаратуры и токоведущих частей электроустановки необходимо правильно выбрать их по условиям длительной работы в нормальном режиме и кратковременной работы в режиме короткого замыкания.

Выбор аппаратуры и токоведущих частей выполняется по номинальному току и напряжению:

$$U_{уст} \leq U_n, I_{раб. max} \leq I_n,$$

где $U_{уст}$ – номинальное напряжение установки;

U_n – номинальное напряжение аппарата;

$I_{раб. max}$ – максимальный рабочий ток присоединения, где установлен аппарат;

I_n – номинальный ток аппарата.

Расчет токов диодных мостов

Расчёт максимальных рабочих токов основных присоединений выпрямительной установки

Максимальный рабочий ток вводов выпрямительной установки определим, используя выражение:

$$I_{\text{раб max}} = \frac{k_{np} \cdot k_{mp} \cdot (n_m \cdot S_{нmp})}{\sqrt{3} \cdot U_n}, A;$$

где k_{np} – коэффициент перспективы, равный 1.3;

k_{mp} – коэффициент транзита, равный 2;

n_T – число диодов;

$S_{нmp}$ – номинальная мощность выпрямительной установки, В·А;

U_n – номинальное входное напряжение выпрямительной установки, В;

Максимальный рабочий ток на диодах определим, используя выражение:

$$I_{\text{раб max}} = \frac{k_{np} \cdot k_{pnl} \cdot k_{mp} \cdot (n_m \cdot S_{нmp})}{\sqrt{3} \cdot U_n}, A;$$

Максимальный рабочий ток выпрямительной установки определим по формуле:

$$I_{\text{раб max}} = \frac{k_{пер} \cdot S_{нmp}}{\sqrt{3} \cdot U_{нв}}, A;$$

где $k_{пер}$ – коэффициент перегрузки диодов, равный 1.5;

$U_{нв}$ – номинальное напряжение стороны высокого напряжения.

Максимальный рабочий ток моста среднего напряжения выпрямительной установки определим, используя выражение:

$$I_{\text{раб max}} = \frac{k_{пер} \cdot S_{нmp}}{\sqrt{3} \cdot U_{нс}}, A;$$

где $U_{нс}$ – номинальное напряжение стороны среднего напряжения, В;

Максимальный рабочий ток обмотки низкого напряжения выпрямительной установки определим, используя выражение:

$$I_{\text{раб max}} = \frac{k_{\text{пер}} \cdot S_{\text{нтр}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{нс}}}, \quad A;$$

где $U_{\text{нс}}$ – номинальное напряжение стороны среднего напряжения, В;

Диодные мосты низкого напряжения (27,5 кВ):

$$I_{\text{раб max}} = \frac{k_{\text{pn2}} \cdot n \cdot S_{\text{нтр}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{нс}}}, \quad A;$$

где k_{pn2} – коэффициент распределения нагрузки на диодах мостов напряжения, равный 0,6.

Сборные диодные мосты среднего напряжения (35кВ):

$$I_{\text{раб max}} = \frac{k_{\text{pn2}} \cdot n \cdot S_{\text{нтр}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{нс}}}, \quad A;$$

Максимальные рабочие токи диодных мостов определим по формуле:

$$I_{\text{раб max}} = \frac{k_{\text{np}} \cdot S_{\phi \text{ max}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{н}}}, \quad A;$$

где k_{np} – коэффициент перспективы, равный 1,3;

$S_{\phi \text{ max}}$ – полная мощность потребителя, В·А;

$U_{\text{н}}$ – номинальное напряжение потребителя, В;

Расчётная часть для электронных блоков систем безопасности (КЛУБ-У и АЛС, «Витязь-1М», «Движение»), ИПС - «САРМАТ», систем отопления и вентиляции салона и противопожарных устройств

Расчет на надежность

Произведем расчет на надежность блока соединения датчиков скорости, обеспечив $P(t) = 0,96$ за $t = 1500$ часов. Найти t_r при $P(t_r) = 0,991$. Рассчитать ЗИП при $P_{\text{раб}}(T) = 0,96$, за $T = 5$ лет. Аппаратура наземная. Условия эксплуатации: железнодорожный транспорт, электрический наземный транспорт.

Ориентировочный расчет

Расчет вести в следующем порядке:

λ_{oi} – интенсивность отказов. Количество и типы элементов определим из принципиальной электрической схемы РЭА, а значения λ_{oi} по таблицам. Найденное значение λ_{oi} количество и типы элементов устройства сведем в таблицу.

Таблица данных для ориентировочного расчета

П /п	Типы элементов	Ni	$\lambda_{oi} \cdot 10^6, \text{ ч}^{-1}$	$N_i \cdot \lambda_{oi} \cdot 10^6, \text{ ч}^{-1}$
1	Резисторы			
	C2-23	5	0,004	0,02
	CI-4	2	0,04	0,08
2	Микросхемы			
	564ИЕ11	1	0,6	0,6
	564ТМ2	2	0,6	1,2
	564ЛА8	3	0,6	1,8
	К561ЛЕ10	1	0,6	0,6
3	Конденсаторы			
	K10-17	7	0,013	0,091
	K50-35	1	0,02	0,02
4	Транзисторы			
	КТ 3102А	2	0,034	0,068
5	Трансформаторы			
	Т	1	0,05	0,05
6	Плата	1	0,0001	0,0001
7	Пайка	135	0,0001	0,0135
				4,5426

Вычислить количественные характеристики надёжности системы.

Интенсивность отказов системы определяется по формуле:

$$\Lambda = \sum N_i \cdot \lambda_{oi}$$

Среднее время безотказной работы есть величина обратная интенсивности отказов:

$$T_o = 1/\Lambda$$

Вероятность безотказной работы системы в течение времени определяется по формуле:

$$P(t) = e^{-\Lambda \cdot t}$$

Вероятность отказа определяется как:

$$q(t) = 1 - e^{-\Lambda t}$$

Частота отказов системы определяется как произведение интенсивности отказов на вероятность безотказной работы системы в течение времени t :

$$F(t) = \Lambda \cdot e^{-\Lambda t}$$

Гарантийный срок службы определяется по формуле:

$$t_r = -T_0 \cdot \ln(P(t))$$

Окончательный расчет

Значения интенсивностей отказов элементов, с учетом их режима работы и условий эксплуатации, определяются с помощью графиков, имеющих в справочной литературе, либо с помощью поправочных коэффициентов или эмпирических формул. При этом реальные интенсивности отказов элементов или узлов определяются по формуле:

$$\lambda_i = \lambda_{0i} \cdot a_i \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot a_4 \cdot a_5, \quad (10)$$

где λ_i – усреднённое значение интенсивности отказов;

a_i – эксплуатационный коэффициент отказов, учитывающий влияние электрической нагрузки и рабочей температуры;

a_1 – коэффициент, учитывающий условия эксплуатации;

a_2 – коэффициент, учитывающий воздействие вибрации;

a_3 – коэффициент, учитывающий воздействие ударных нагрузок;

a_4 – коэффициент, учитывающий воздействие влажности и температуры окружающей среды;

a_5 – коэффициент, учитывающий воздействие атмосферного давления.

Интенсивность отказов системы:

$$\Lambda = \sum N_i \cdot \lambda_i$$

Вероятность безотказной работы:

$$P(t) = e^{-\Lambda t}$$

Получается, что $P_{\text{рас}}(t) > P_{\text{зал}}(t)$, т.е. уровень надежности по

окончательному расчету удовлетворяет заданному техническому заданию, следовательно, необходимости в проведении расчета на резервирование нет. Расчет производим по следующим формулам:

Вероятность отказа:

$$q(t) = 1 - e^{-\Lambda t}$$

Среднее время безотказной работы:

$$T_0 = 1/\Lambda$$

Частота отказов:

$$F(t) = \Lambda \cdot P(t)$$

Гарантийный срок службы:

$$t_r = -T_0 \cdot \ln(P(t_r))$$

Среднее время на восстановление работоспособности:

$$T_{срв} = \sum q_i \cdot t_{срв i}$$

Коэффициент готовности:

$$K_r = T_0 / (T_0 + T_{срв})$$

Коэффициент простоя:

$$K_{п} = 1 - K_r$$

Вероятность нормального функционирования:

$$P_{н.ф.} = K_r \cdot P(t)$$

Расчётная часть для всех видов контакторов и групповых переключателей

При расчётах необходимо учитывать, что контактор предназначен для работы на подвижном составе в качестве коммутационного аппарата. Характер нагрузки – индуктивный.

Исходные данные:

- | | | |
|---|--|-------|
| 1 | Длительный ток контактов, I_{∞} | 650A |
| 2 | Номинальное напряжение на контактах, U_H | 1600В |

Расчёт нажатия и ширины контактов

Расчёт ширины контактов b_K

$$b_K = I_\infty / 20$$

Расчёт нажатия контактов Q_H

$$A_K = (I_\infty / b_K) \times (I_\infty / Q_H), A^2 / \text{мм} \times H$$

где $I_\infty / b_K = 20 \text{ A/мм}$ Расчёт контактного сопротивления R_K

$$R_K = k_H / Q_H^m,$$

где $k_H = 1,6 \times 10^{-3} \text{ Ом} \times H$ – коэффициент, зависящий от материала и конструкции контактов;

$m = 0,75$ – показатель степени, зависящий от типа контакта (точечный, линейный, поверхностный)

$$R_K = k_H / Q_H^m$$

Расчёт предельного тока $I_{ПР}$ и тока плавления $I_{ПЛ}$

$$I_{ПР} = (0,7 \times \Delta U_{СТР}) / R_K$$

$$I_{ПЛ} = (0,9 \times \Delta U_{ПЛ}) / R_K,$$

где $\Delta U_{СТР} = 0,11 \text{ В}$ – падение напряжения на контакте, при котором достигается температура размягчения меди, равная 190°C ;

$\Delta U_{ПЛ} = 0,44 \text{ В}$ – падение напряжения на контакте, при котором достигается температура плавления меди 1083°C

При рабочих перегрузках ток через контакты может достигать $2I_\infty$, а при аварийных перегрузках – $10I_\infty$. Соответственно должны выполняться условия:

$$I_{ПР} \geq 2I_\infty, I_{ПЛ} \geq 10I_\infty$$

При нарушении этих условий нажатие контактов нужно увеличить.

Расчёт дугогасительного устройства

Расчёт конечной длины дуги отключения $l_{ДК}$. В процессе гашения дуга

отключения растягивается до конечной длины $l_{дк}$, величина которой может быть ориентировочно определена по эмпирической формуле:

$$l_{дк} = 13 \times 10^{-5} \times U_{ном} \times \sqrt{I_p},$$

где $U_{ном}$ – номинальное напряжение аппарата, значение которого выбирают из таблицы исходных данных;

I_p – расчетная величина разрываемого тока, принимаемая равной $2 \times I_{дл}$.

Расчёт площади полюса магнитной системы $S_{п}$

При применении щелевой камеры разрыв максимального тока сопровождается выходом дуги за пределы камеры на 0,1...0,2м. С учётом этого требуемая для размещения дуги площадь боковой поверхности камеры при типичном для контакторов соотношении ее сторон 1:2 определяют как:

$$S_{к} = (0,04 \times (l_{дк})^2) / k_{ип}$$

где $k_{ип}$ – коэффициент использования пространства, который зависит от типа дугогасительной камеры; для щелевой камеры принимают $k_{ип} = 0,8$.

Расчёт расстояния между полюсами (воздушного зазора) $l_{в}$

Величина воздушного зазора $l_{в}$ в магнитной системе камеры равна расстоянию между полюсами и зависит от ранее рассчитанной ширины контакта b , а также от величины монтажного зазора между стенкой камеры и контактом b_3 , и от толщины стенки b_c .

$$l_{в} = (b + 2b_c + 2b_3) \times 10^{-3}$$

Принять для расчёта $b_c = 10$ мм, $b_3 = 2$ мм.

Расчёт магнитного потока в зоне полюсов $\Phi_{п}$

Параметры дугогасительной катушки определяют по заданной средней магнитной индукции B_c в зоне полюсов, величина которой влияет на электромагнитную силу, действующую на дугу отключения. Уменьшение ее снижает эффективность дугогашения, повышает время горения дуги, а увеличение приводит к росту коммутационных перенапряжений. Опыт конструирования и эксплуатации показал, что величина $B_c = (0,01-0,02)$ Тл обеспечивает приемлемое время гашения дуги в пределах 0,05-0,1с и

сравнительно невысокие перенапряжения на расходящихся контактах аппарата. Примем $B_c = 0,01$ Тл, что характерно для аппаратов оперативной коммутации.

Величина магнитного потока в зоне полюсов $\Phi_{\Pi} = B_c \times S_{\Pi} = 0,6 \times S_K \times B_c$, а в сердечнике катушки $\Phi_K = \Phi_{\Pi} \times \delta$ примем $\delta = 4$

$B\delta$ – коэффициент магнитного рассеяния δ зависит от формы магнитопровода.

При расчётной индукции B_c магнитное сопротивление стали магнитопровода пренебрежимо мало по сравнению с магнитным сопротивлением зазора между полюсами, что позволяет считать магнитное сопротивление в цепи сосредоточенным на воздушном зазоре. Тогда:

$$B_c = \mu_0 \times H = (\mu_0 \times (A_w)K) / (l_B \times \delta),$$

где μ_0 – магнитная проницаемость воздуха, равная $4\pi \times 10^{-7}$ Гн/м,

$(A_w)K$ – намагничивающая сила дугогасительной катушки, А,

H – напряженность магнитного поля, А/м.

Отсюда выражаем $(A_w)K$:

$$(A_w) K = (B_c \times l_B \times \delta) / \mu_0$$

Расчёт количества витков в дугогасительной катушки W_K

По рассчитанному значению $(A_w)K$ определяют количество витков дугогасительной катушки:

$$W_K = (A_w)K / 0,5 \times I_{дл}$$

Здесь коэффициентом 0,5 учитываем, что индукция B_c должна обеспечиваться при среднем значении разрываемого тока в цепи, изменяющегося в процессе дугогашения от $I_{дл}$ до 0.

Полученное значение W_K округляют до ближайшего большего целого числа, принимаем $W_K = 6$ витков.

Выбор высоты h_m и толщины $b_{ш}$ шины катушки.

при толще шины $b_{ш} = 1$ мм принимают $j_{ш} = 9$ А/мм², а при $b_{ш} = 8$ мм снижают допустимую плотность до $j_{ш} = 3,6$ А/мм². Средним значением для шин толщиной

2...4мм является $j_{ш}=6\text{А/мм}^2$, что и принимаем для настоящего расчета. Минимальное поперечное сечение шины $S_{шм}$ определяют по $j_{ш}$ и $I_{дл}$:

$$S_{шм} = I_{дл} / j_{ш}$$

Затем выбирают стандартную шину, у которой величина поперечного сечения $S_{ш}$ наиболее близка к $S_{шм}$ и $S_{ш} \geq S_{шм}$.

Фактическое поперечное сечение шины

$$S_{ш} = h_{ш} \times b_{ш},$$

где $h_{ш}$ – высота шины, которая выбирается из значений стандартного ряда: 16, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50мм;

$b_{ш}$ – толщина шины, выбирается из значений стандартного ряда: 2, 2,5, 3, 4мм. Выбираем $h_{ш} = 25\text{мм}$; $b_{ш} = 2,5\text{мм}$, при этих значениях $S_{ш} = 62,5\text{мм}^2$.

Выбор длины L_p и площади поперечного сечения S_p дугогасительных рогов.

Развернутая длина L_p дугогасительных рогов зависит от номинального напряжения аппарата, а площадь их поперечного сечения S_p от номинального тока. Выбор значений L_p и S_p рекомендуется сделать, воспользовавшись графиками зависимостей $L_p (U_{ном})$ и $S_p (I_{ном})$ на рисунке 1.

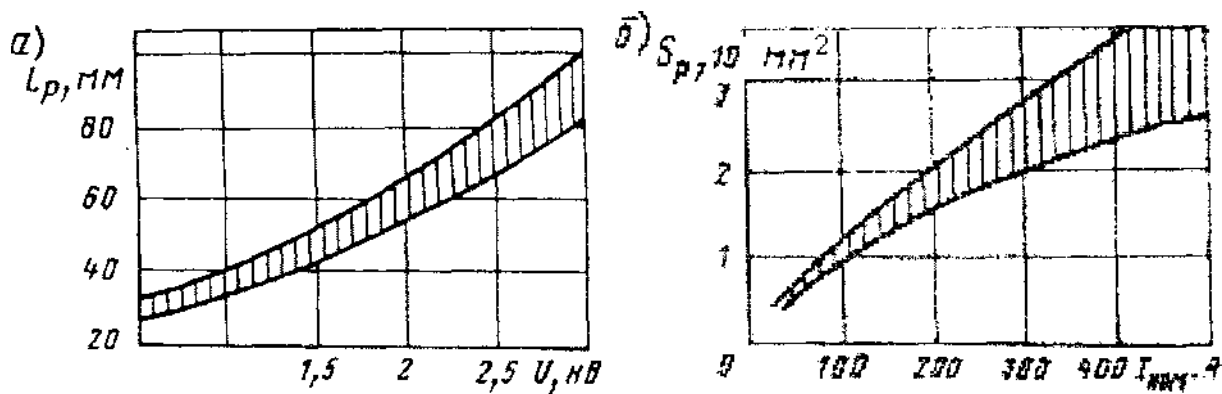


Рисунок 1 – График зависимостей: а) $L_p (U_{ном})$ б) $S_p (I_{ном})$

Примем $L_p = 30\text{мм}$, а $S_p = 2,5\text{мм}^2$.

Расчёт площади поперечного сечения сердечника дугогасительной катушки. Тогда расчетное значение магнитного потока $\Phi_{кр}$ составит:

$$2\Phi_{к} = 2\Phi_{п} \times \delta$$

Расчетная часть ограничителя перенапряжений, разрядников и

аппаратов защиты

Расчет электрического сопротивления r_k

Величина электрического сопротивления r_k определяется силой F_k и зависит также от материала деталей. Из теории электроаппаратостроения известна следующая формула для определения величины r_k :

$$r_k = p_k / F_{km},$$

где p_k – коэффициент контактного сопротивления, зависящий от материала контактной пары. Выбирать значение p_k по /1, с. 33/ для пары медь – медь луженая, $p_k = (1,0-1,8) \times 10^{-3} \text{ Ом} \times \text{Н}$.

Принять $p_k = 0,0015 \text{ Ом} \times \text{Н}$;

m – показатель степени, определяющий зависимость контактного сопротивления от силы F_k .

Расчет токов I_p и $I_{пл}$ и проверка их по условиям термической устойчивости

Рассчитанное значение F_k следует проверить на обеспечение надежной работы разрядника при токовых перегрузках. Для этого определяют ток через контакты I_p , при котором происходит размягчение материала, начинается структурное изменение поверхностного слоя контакт – деталей, а также ток плавления материала контактов $I_{пл}$:

$$I_p = (0,7 \times \Delta U_p) / r_k,$$

где ΔU_p – падение напряжения, при котором достигается температура размягчения материала, $\Delta U_p = 0,12 \text{ В}$;

$$I_{пл} = (0,9 \times \Delta U_{пл}) / r_k,$$

где $\Delta U_{пл}$ – падение напряжения, при котором достигается температура плавления, $\Delta U_{пл} = 0,43 \text{ В}$.

Расчет электрической мощности, рассеиваемой на контактах при

протекании тока, равного $I_{дл}$

Уравнение баланса электрической и тепловой мощности, выделяемой и

рассеиваемой в установившемся режиме, имеет вид:

$$P_{\text{дл}} = I_{\text{дл}}^2 \times r_k = \alpha \times S \times \tau_k,$$

где $P_{\text{дл}}$ – длительная мощность в установившемся режиме;

$I_{\text{дл}}$ – ток нагрузки контактного соединения;

r_k – электрическое переходное сопротивление контакта;

α – коэффициент теплорассеяния контактной пары;

S – площадь поверхности теплорассеяния;

τ_k – превышение температуры контактов над температурой окружающего воздуха.

При определении площади теплорассеивающей поверхности S следует учитывать особенности расположения контактной пары в конструкции аппарата. В расчетах принимать

$$S = k_1 \times b,$$

где k_1 – коэффициент пропорциональности, зависящий от формы контакт деталей.

Исходя из этих соображений, преобразуем уравнение баланса мощностей следующим образом:

$$I_{\text{дл}}^2 \times P / F_k^M = \alpha \times k_1 \times b \times \tau_k$$

Конечная формула для расчета электрической мощности, рассеиваемой на контактах будет иметь вид:

$$P_{\text{дл}} = I_{\text{дл}}^2 \times r_k$$

Вывод расчетного уравнения и определение диаметра вилитовых дисков

Величина силы $F_{\text{ш}}$, передающейся в процессе перемещения стенками тарельчатыми, может быть определена как разность между силой давления воздуха F_B и противодействующими ей $F_{\text{Пл}}$ и $F_{\text{ТВ}}$:

$$F_{\text{ш}} = F_B - F_{\text{Пл}} - F_{\text{ТВ}}$$

Из условия равновесия подвижной системы сумма моментов сил относительно общего шарнира должна быть равна нулю:

$$F_{\text{ш}} \times l_n - G \times l_{\text{Ц}} - F_k \times l_k = 0$$

Здесь $l_{\text{п}}$, $l_{\text{ц}}$ и $l_{\text{к}}$ — расстояния от шарнира до линии действия соответствующей силы.

Разделив обе части равенства на плечо силы $F_{\text{ш}}$, равное $l_{\text{п}}$, получим:

$$F_{\text{ш}} - G \times (l_{\text{ц}}/l_{\text{п}}) - F_{\text{к}} \times (l_{\text{к}}/l_{\text{п}}) = 0$$

Произведения $G \times (l_{\text{ц}}/l_{\text{п}}) = G'$ и $F_{\text{к}} \times (l_{\text{к}}/l_{\text{п}}) = F'_{\text{к}}$ называются приведенными значениями веса и нажатия контактов, причем коэффициент приведения, на который должна умножаться величина приводимой силы, равен отношению ее плеча к плечу базовой силы.

Отсюда $F_{\text{ш}} - G' - F'_{\text{к}} = 0$.

Расчетная часть групповых переключателей, токоприемников

Расчет приведенного веса подвижных частей G

Вес подвижных частей контактора G зависит от его габаритов, которые непосредственно связаны с рабочим током, а, следовательно, с контактным нажатием $F_{\text{к}}$ для расчета рекомендуется принять значение:

$$G' = 0,1 \times F_{\text{к}}$$

Расчет силы отключающей пружины $F_{\text{п1}}$ в конечном (сжатом) состоянии

Расчетное значение силы $F_{\text{п1}}$ может быть выражено равенством:

$$F_{\text{п1}} = 1,5 \times F_{\text{тв}} - G' + 2 \times F'_{\text{к}},$$

где $F_{\text{п1}}$ — силы отключающей пружины;

$F'_{\text{к}}$ — силу контактов нажатия при включенном контакторе;

$F_{\text{тв}}$ — сила трения поршня о стенки цилиндра.

Расчет зазора контактов $h_{\text{р}}$

Контактный зазор $h_{\text{р}}$ однозначно определяется номинальным рабочим напряжением контактора $U_{\text{ном}}$

$$h_{\text{р}} = (10-5) \times U_{\text{ном}}$$

Если $U_{\text{ном}}$ выражено в В, то $h_{\text{р}}$ получается в м.

Расчет хода поршня при включении аппарата h_x

Величина провала контактов h_{Π} может быть принята усредненной для электропневматических контакторов и равной 10^{-2} .

Тогда с учетом принятого ранее соотношения между $1K$ и 1Π ход поршня h_x приближенно можно рассчитать по формуле:

$$h_x = (h_{\Pi} + h_p) / 1,2 ,$$

где h_x – ход поршня в процессе включения контактора;

h_{Π} – величина провала контактов;

h_p – зазор контактов.

Расчет жесткости отключающей пружины $Ж$

$$Ж = F_{\Pi} / 2 \times h_0 ,$$

где $Ж$ – жесткость отключающей пружины;

F_{Π} – силы отключающей пружины.

Обычно значения h_0 и h_x близки между собой и могут быть приравнены в расчете.

Расчет начального натяжения отключающей пружины F'_{Π} .

В выключенном состоянии контактора отключающая пружина имеет начальное натяжение F'_{Π} за счет ее сжатия при сборке аппарата на величину h_0 .

Количественно $F'_{\Pi} = h_0 \times Ж$,

где $Ж$ – жесткость пружины, определяемая усилием, требующимся для ее сжатия на единицу длины.

Расчет максимального значения силы сжатия F_{Π}

Максимальная величина силы F_{Π} , создающей напряжение сжатия в материале штока, может быть установлена при условии $p = 1,5 \times p_{\text{ном}}$ и начальном натяжении отключающей пружины F'_{Π}

$$F_{\Pi} = F_B - F_{\Pi} - F_{TB} ,$$

где $F_B = 1,5 \times P_{\text{ном}} \times (\pi \times d^2 B^2) / 4$

$$F_{\Pi} = 1,5 \times F_{TB} - G' + 2 \times F'_K ,$$

где F_{Π} – силы отключающей пружины;

$F_{ш}$ – сила максимального сжатия;

F_B – сила давления воздуха;

$F_{ТВ}$ – сила трения поршня о стенки цилиндра

$$F_B = 1,5 \times 500000 \times (\pi \times 0,0592482) / 4$$

Расчетная часть для электродвигателей всех типов, расщепителей фаз

Расчет основных параметров поточной линии

Средний расчетный такт выпуска (запуска) одного двигателя определяется путем деления эффективного фонда времени за соответствующий плановый период $F_{эф}$ на количество двигателей, подлежащих ремонту за тот же период N_B , т.е.

$$F_{эф} / N_B,$$

где $F_{эф}$ – годовой эффективный фонд времени работы переменнo-поточной линии, мин;

N_B – плановый период ремонта

$$F_{эф} = (T_{см} - T_{п}) S_{тр},$$

где $T_{см}$ – продолжительность смены (принимается равной 480 мин);

$T_{п}$ – продолжительность регламентированных перерывов (принимается равной нулю);

S – число смен;

T_p – число рабочих дней в году (принимается равное 249 дням).

Подставив значения $T_{см} = 480$ мин, $T_{п} = 0$, $T_p = 249$ дней в формулу, получим $F_{эф}$.

На поточной линии производится ремонт двигателей двух типов различной трудоемкостью. Поэтому целесообразно вести ремонт на линии с различными, частными для каждого типа двигателя, тактами.

Частный такт линии можно рассчитать двумя способами.

Первый способ. Он заключается в приведении программы ремонта двигателей всех типов к условному объекту. Для этого следует принять

трудоемкость ремонта одного двигателя за базу T_6 , и тогда программы по всем закрепленным за линией двигателям N_j через коэффициент приведения по трудоемкости $K_{прj} = T_j/T_6$ можно привести к базовой (условной) единице, т.е.

$$N_{прj} = N_j \times K_{прj}.$$

Затем рассчитать общий такт $r_{общ}$ и частные (рабочие) такты линии r_j ремонта электродвигателей. Общий такт для случая двигателей двух типов определяется из выражения:

$$r_{общ} = F_{эф}/(N_1 K_{пр1} + N_2 K_{пр2}),$$

где N_1 – годовая программа ремонта двигателей одного типа;

N_2 – годовая программа ремонта двигателей другого типа;

$K_{прj}$ – коэффициент приведения якорей по трудоемкости определяется из выражения

$$K_{прj} = T_j/T_6,$$

где T_j – трудоемкость ремонта двигателя одного типа, приводимого к трудоемкости двигателя и принятого за базу;

T_6 – трудоемкость ремонта двигателя второго типа, принятого условно за базовую единицу.

Коэффициент приведения $K_{пр1}$ будет равен единице. Частный такт выпуска двигателя определяется:

$$r_j = r_{общ} \times K_{прj}$$

Пример расчета. Подставив значения $T_1 = T_6 = 4105$ мин, $T_2 = 4968$ мин, $F_{эф} = 239040$ мин, $N_1 = 1,6$ тыс. шт., $N_2 = 1,8$ тыс. шт. в формулы, получим: $K_{пр1}$ и $K_{пр2}$.

При одностороннем расположении рабочих мест и неодинаковых расстояний между ними из-за различных габаритов оборудования длину рабочей части конвейера можно определить из выражения:

$$l_i = C_i \times m,$$

где l_i – расстояние между двумя смежными рабочими местами на линии на i -й операции, m (таблице графа 3, первая цифра размера);

C_i – количество рабочих мест (оборудования) на i -й операции;

m – число операций ремонта якоря.

Результаты расчета занести в таблицу

Таблица Определения длины рабочей части конвейера

№ операции	Кол-во оборудования	Наименование оборудования	Расстояние (li), м.	liCi, м
1	1	Технологическая подставка	-	-
	1	Измерительный прибор	-	-
2	2	Кантователь тягового двигателя	3,5	7
3	1	Камера для продувки остовов	3,2	3,2
4	2	Трансформатор сварочный	2	4
5	3	Камера для продувки якорей	2	6
6	1	Печь Т-1628А	5	5
7	1	Окрасочная камера	-	-
8	1	Печь Т-1628А	5	5
9	1	Циркуляционно-сушильная печь	5	5
10	1	Ванна-емкость	3	3
11	1	Циркуляционно-сушильная печь	5	5
12	1	Окрасочная камера	-	-
13	1	Циркуляционно-сушильная печь	5	5
14	1	Наплавочная установка	2	2
15	1	Токарный станок	3	3

Продолжение таблицы

16	2	Токарно-винторезный станок	1,5	3
17	1	Установка для пайки петушков	1,5	1,5
18	2	Автоматический станок для продорожки коллекторов	1,5	3
19	3	Фрезерный станок	3	9
20	1	Балансировочный станок	3	3
21	3	Кантователь тягового двигателя	3,5	10,5
	3	Резьбовые шаблоны	-	-
22	7	Стенд для сборки	4	28
	7	Индукционный нагреватель	1	7
23	3	Стенд для сборки	4	12
24	3	Типовая испытательная станция	6	18
25	2	Стенд для сборки	4	8
	2	Станок для расточки	1,7	3,4
	Итого(lk)			=159,6

Схема распределительного конвейера:

а) с односторонним расположением рабочих мест;

б) с двухсторонним расположением рабочих мест.

1 – рабочее место;

2 – предмет;

3 – транспортер.

Для нашего варианта $L = 159,6\text{м}$.

Для уменьшения длины конвейера и лучшего использования площади— применяется двухстороннее расположение рабочих мест, при котором длина

рабочей части конвейера будет равна:

$$l_k = L/r$$

Скорость конвейера определяется по формуле:

$$VK = l/r_l,$$

где l – расстояние между рабочими местами (принимается равным 5м);

r – такт поточной линии, мин.

Длительность производственного цикла ремонта электродвигателей рассчитывается с помощью схемы производственного процесса и данных таблицах 1 и 2

Схема производственного процесса:

1 этап - операции 1, 2.

2 этап - операции 5, 6, 7, 8, 14, 20 и 3, 4

3 этап - операции 15, 16, 17, 18, 19 и 9, 10, 11, 12, 13, 21

4 этап - операции 22

5 этап - операции 23, 24, 25

В таблице приведен расчет длительности производственного цикла ремонта электродвигателей.

Таблица расчета длительности производственного цикла ремонта двигателей

Этап	Длительность, мин					
	Тип двигателя	Тип двигателя				
	1 часть	2 часть	Итого	1 часть	2 часть	Итого
1	110	-	110	150	-	150
2	850	45	-	945	200	-
3	345	1782	1782	525	1995	1995
4	320	-	320	660	-	660
5	510	-	510	540	-	540
Сумма	.					

Результаты расчетов параметров поточной линии внести в таблицу.

Таблица основных параметров поточной линии ремонта якорей ТЭД

Параметры поточной линии	Единица измерения	Значение
Общий такт линии по ремонту якорей	мин/шт	
Частный такт линии при ремонте якоря первого двигателя	мин/шт	
Частный такт линии при ремонте якоря другого двигателя	мин/шт	

Скорость поточной линии	м/мин	
Длина поточной линии	м	
Длительность технологического цикла ремонта первого типа двигателя	час	

Построение календарного плана-графика ремонта электродвигателей

Периодом для построения плана-графика обычно принимается месяц. Согласно заданию, число рабочих дней принято равным 22, которое и составит эффективный фонд работы поточной линии. Теперь необходимо этот фонд распределить пропорционально трудоемкости программных заданий по ремонту якорей, используя для этого формулу. В задании требуется организовать ремонт роторов не менее чем двумя партиями.

Пример:

Гэф 1 = 101223,35мин, Гэф 2 = 137816,65мин.