

Министерство образования и науки Республики Татарстан
Государственное автономное профессиональное образовательное учреждение
«Казанский автотранспортный техникум им. А.П.Обыденнова»

**ТРЕБОВАНИЯ К РАЗРАБОТКЕ И ОФОРМЛЕНИЮ
ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ**

**Методическое пособие для студентов
по специальности 23.02.05 «Эксплуатация транспортного
электрооборудования и автоматики» (по видам транспорта,
за исключением водного)**

Составитель:

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

Рассмотрено на заседании предметной (цикловой) комиссии
по обслуживанию подвижного состава и строительству дорог

Протокол № 3 от «12» 10 2012 г.:

Председатель П(Ц)К: А.Г. Шигильчёв



Методическое пособие «Требования к разработке и оформлению дипломных проектов» предназначено для студентов техникума и содержит рекомендации для разработки и оформления 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	5
2	Требования к оформлению дипломного проекта	7
2.1	Изложение текста пояснительной записки	7
2.2	Оформление иллюстраций	17
2.3	Оформление таблиц	18
2.4	Оформление формул	19
2.5	Оформление приложений	20
3	Оформление графической части	21
3.1	Оформление чертежных листов	21
3.2	Требования к заполнению основных надписей пояснительной записки и чертежей	21
3.3.	Масштабы	25
3.4	Линии	25
3.5	Чертежные шрифты	26
3.6	Выполнение чертежей и схем	26
3.7	Оформление списка использованных источников	27
4	Структура и содержание дипломного проекта	30
5	Рецензия и отзыв на дипломный проект	32
	Приложение А	33
	Приложение Б	34
	Приложение В	35
	Приложение Г	36
	Приложение Д	37
	Приложение Е	38
	Приложение Ж	39
	Приложение И	40
	Приложение К	41
	Приложение Л	42
	Приложение М	43

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 60-90 листов.

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.

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.

Далее студент переплетает пояснительную записку, с использованием только твердого переплета. Не допускается скрепление листов шнурковкой 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, имеющихся 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.

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

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 записи

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 записи, 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 записи 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 (210 x 297 мм). Текст пояснительной записи печатается только на одной стороне листа.

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

Текст пояснительной записи выполняется шрифтом Times New Roman, кегль 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 пишутся 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 записи 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 записи 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 3мм.

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

Абзацы в тексте начинают отступом, равным 1,25см, используя клавишу «Табуляция», выполненные шрифтом Times New Roman кегль №14 с межстрочным 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 15 мм 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.

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 обрачивается значительными убытками в последующей работе электродепо.

– В третьей части дипломного проекта описывается 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 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 $F_{\text{эф}}$ на количество двигателей, подлежащих ремонту за тот же период N_b , т.е.:

$$F_{\text{эф}} / N_b, \quad (3.1)$$

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

N_b – плановый период ремонта

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

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

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

S – число смен;

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

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

Подставив значения $N_b\text{PT-51Д} = 1,6\text{тыс. шт.}$, $N_b\text{PT-51М} = 1,8\text{тыс. шт.}$ 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 торт 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_b , и тогда программы по всем закрепленным за линией двигателей N_j через коэффициент приведения по трудоемкости $K_{\text{пр } j} = T_j/T_b$ можно привести к базовой (условной) единице, т.е. $N_{\text{пр } j} = N_j K_{\text{пр } j}$. Затем рассчитать общий такт $t_{\text{общ}}$ 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 облокачиваться 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 инновационное оборудование для проведения или ремонта, или диагностирования, или испытания изделия. Его технические характеристики, общий вид предлагаемого оборудования, технология проведения ремонта, или диагностика, или проведение испытания. Преимущества инновационного оборудования – по сравнению с применяемым оборудованием и технологией.

– В этом же (четвертом) разделе производится расчеты потребления электроэнергии и воды при применении предлагаемого инновационного

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 применяю как стационарные, так и переносные технические средства, средства поузловой 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 ВЛ80С 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, помарки и следы не полностью удаленного прежнего текста (графики) не допускаются.

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 ремонта электромагнитного 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 использованных источников, которая была использована при составлении. Выполнение списка и ссылки на него в тексте – по ГОСТ 7.0.5-2008. Список использованных источников включают в содержание документа (Приложение Ж). 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 10 минут.
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; 2,00мм.**

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°C.

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 $1\frac{1}{4}$ ", $1\frac{1}{2}$ " (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 P , $\text{кг}/\text{м}^3$, вычисляют по формуле:

$$P = \frac{t}{V}, \quad (1)$$

где t – масса образца, кг ;

V – объем образца, м^3 .

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 « \times ».

Формулы, за исключением формул, помещаемых в приложении, должны нумероваться сквозной нумерацией арабскими цифрами и записываются 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 записи ссылка на используемую литературу

приводится в квадратных скобках с указанием порядкового номера литературы в соответствии с разделом «Список использованных источников», 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 безопасности

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.

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, и ставится знак тире. 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 записи) 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

меди	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. 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, (2.1).

Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в круглых скобках, если использована формула из литературного источника, например:

$$n_6 = N_d \cdot m, \quad (2.1)$$

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:

$$n_6 = N_d \cdot m, \quad (2.2)$$

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 справой стороны листа (например Приложение С.) Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением некоторых букв, например: Ё, З, Й, О, Ч, Ъ, ЪІ.

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

Графическая часть дипломного проекта выполняется на листах ватмана формата А1 (или других – см. ниже) вручную или в программах: КОМПАС (различных версий фирмы АСКОН) или Auto CAD, в полном соответствии с действующими стандартами ЕСКД и включает чертежи общего вида, электрические, монтажные и сборочные чертежи, схемы, таблицы технико-экономических показателей. Дипломный проект должен содержать четыре обязательных чертежа: 1 – чертеж общего вида изделия; 2 – электрическая схема работы изделия; 3 – планируемый участок или цех проведения ремонта изделия; 4 – 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.

3.1 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.

3.2 Требования к заполнению основных надписей пояснительной записи и чертежей

Основную надпись оформляют:

- на первом листе содержания пояснительной записи по форме 1:

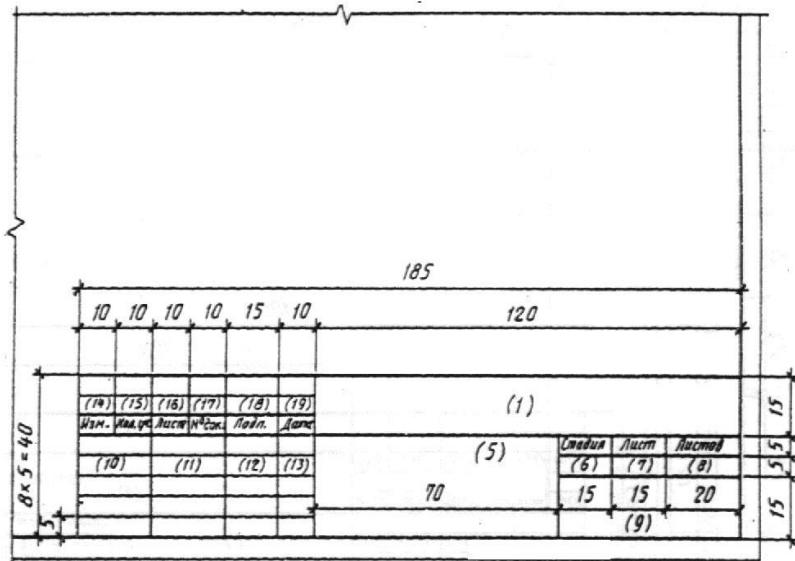


Рисунок 3 – Оформление штампа пояснительной записки в содержании – на последующих листах пояснительной записи по форме 2:

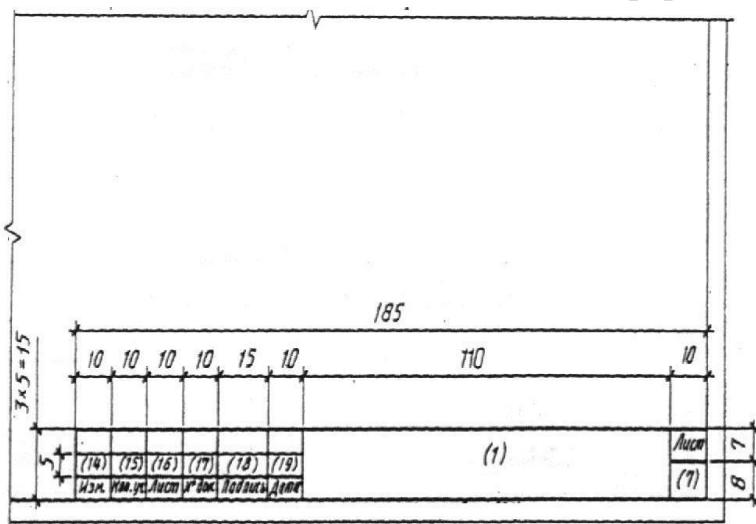


Рисунок 4 – Оформление штампа листов пояснительной записки

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.23.02.05.2022.04.00.00 XX

Обозначение документа складывается из следующих символов:

ДП – вид работы (дипломный проект);

23.02.05 – код специальности;

2022 – 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 записи (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.23.02.05.2022.04.00.00 ХХ

Обозначение документа складывается из следующих символов:

ДП – вид работы (дипломный проект);

23.02.05 – код специальности;

2022 – 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 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 08kp 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

ТЭМ гр. __

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.

3.3 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

3.4 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.

3.5 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.

3.6 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, стенда 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.

3.7 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 записи 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:

- И. 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, 2019. – 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, 2019. – 27 с.

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, 2019. – 127 с.

Справочные издания:

Справочник по проведению испытаний электрооборудования подвижного состава /Под ред. Э.С. Мусаэляна – М.: Энергоатомиздат, 2018.

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», 2019. – 273 с.

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: 06.04.2022. 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, 2017 URL: <http://www.orene.ru/shared/service/file/energo/reakтив/P15.pdf>. Дата обращения: 06.10.2021.

Список литературы выполняется шрифтом Times New Roman кегль №14 с межстрочным 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 Г)

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

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 второй 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 (приложение А). 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 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.

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

Согласовано:

зав. дневного отделения:

Ю.В. Гатауллина

(подпись, дата)

Допустить к защите:

зам. директора по УМР:

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
типа КРМ-55 электропоезда 81-740.4 в объеме ТР-3»**

Студент: _____

Богданов Владимир Витальевич

(подпись, дата)

Руководитель: _____

Фаваризов Рамиль Набиуллович

(подпись, дата)

Консультант по _____
экономической части: (подпись, дата)

Аитова Наталья Сергеевна

Казань 2022

Приложение Б

№ пр.	Обозначение	Наименование
1		Задание на дипломный проект
2	ДП.23.02.05.2022.09.00 ПЗ	Пояснительная записка
3	ДП.23.02.05.2022.09.00 ВО	Вид общий электропневматического контактора
4	ДП.23.02.05.2022.09.00 К	Схема кинематическая электропневматического контактора
5	ДП.23.02.05.2022.09.00 ПП	Схема цеха по ремонту электропневматического контактора
6	ДП.23.02.05.2022.09.00 Э	Экономическая часть
7		Отзыв на дипломный проект
8		Рецензия на дипломный проект
9		
10		
11		
12		
13		

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП.23.02.05.2022.09.00.00 ВД		
Разраб.	Царьков Д.Н.				Реконструкция участка по ремонту силовых контроллеров типа 1КС-006 в объеме ТО-3 электропоезда ЭД9М	Лит.	Лист
Провер.	Фаваризов Р.Н.						Листов
Н. Контр.	Шабрамова Л.К.					ГАПОУ КАТТ гр.ТЭМ 189	
Утврд.	Кузина Э.Н.						

Приложение В

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП.23.02.05.2022.09.00.00 ВД		
Разраб.	Царьков Д.Н.				Тепловой расчет блока БЦВМ	Лит.	Лист
Провер.	Фаваризов Р.Н				системы безопасности КЛУБ-У		Листов
Н. Контр.	Шабрамова Л.К						
Утв.	Кузина Э.Н.						
					ГАПОУ КАТТ		
					гр.ТЭМ 189		

Содержание

Введение	3
.....	
1 Структура системы безопасности КЛУБ-У	8
1.1 Технические характеристики системы	8
1.2 Функции КЛУБ-У	9
2 Организация участка по ремонту	18
.....	
2.1 Специальные требования к помещениям и рабочим местам	18
2.2 Сервисные устройства для диагностики системы КЛУБ-У	20
3 Расчётная часть	28
3.1 Расчёт на надёжность	28
3.2 Расчёт запасных элементов	31
4 Экономическая часть	33
4.1 Планирование издержек	40
4.2 Калькуляция себестоимости ремонта системы КЛУБ-У	40
5 Техника безопасности при ремонте электрических аппаратов	41
Заключение	44
.....	
Список использованных источников	55

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП.23.02.05.2022.09.00.00 ПЗ		
Разраб.	Царьков Д.Н.				Организация участка по ремонту	Лит.	Лист
Провер.	Фаваризов Р.Н				силовых контроллеров типа 1КС-006 в объеме ТО-3 электропоезда		Листов
Н. Контр.	Шабрамова Л.К.				ЭД9М	2	72
Утв.	Кузина Э.Н.					ГАПОУ КАТТ	36
						гр.ТЭМ 189	

Приложение Д

Основная надпись для последующих листов ПЗ

Приложение Е

Основная надпись:

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

Иzm.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП.23.02.05.2022.09.00.00 ПЗ

38 Лист

1 Выбор трансформаторов на электровоз ВЛ80С

В соответствии с заданием на проектируемый трансформатор установлено два реактора типа РМФ – 110 - 2ЕУ3 и два реактора типа РМ-160 – 2ЕУ3[Л5 табл.2 с.76], которые внесены в таблице 1.1:

Таблица 1.1 – Номинальные данные реактора

Тип реактора	Номинальная частота вращения, об./мин.	Номинальная мощность		U _{ном} , кВ	cosφ _{ном}	I _{ном} , кА
		Полная, МВА	Активная, МВт			
1	2	3	4	5	6	7
РМФ-110-2ЕУ3	2000	139,5	110	13,5	0,9	8,53
РМ-160-2ЕУ3	2000	178	160	19	0,95	6,69

Если большая таблица и перешли на следующий лист, то надпись делается:

Продолжение таблицы 1.1

1	2	3	4	5	6	7
РМФ-110-2ЕУ3	2000	139,5	110	13,5	0,9	8,53

I _f ном, А	Охлаждение обмотки фаз	Сопротивление, отн. ед.				
		X ^{''} _d	X ['] _d	X _d	X ₂	X ₀
620		0,189	0,271	2,04	0,23	0,106
814	М/маслом	0,213	0,304	1,713	0,25	0,1

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 $S_{тр} \geq S_G - S_{чн}$

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

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП.23.02.05.2022.09.00.00 ПЗ	Лист 39

Ном. № подл.	Подл. и дата	Взам. инд. №	Инд. № дубл.	Подл. и дата	Пер. прилн.	Справ. №	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
						Формат	Эдна	Лоз		
<u>Документация</u>										
1										
2										
<u>Сборочные единицы</u>										
3										
4										
<u>Детали</u>										
10										
<u>Стандартные изделия</u>										
1										
2										
ДП.23.02.05.2017.00.01										
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						
Разраб.	ФИОстуд									
Проф.	ФИОруков									
Н.контр.	ФИОнормкан									
Утв.	Фио									
Тема										
Копировано										
Формат А4										
Лист. 1										
ГАПОУ КАТТ гр. ТЭМ 159-1										

Данная основная надпись только для планировок помещений (строительная)

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. Грищенко А.В., Стрекопытов В.В., Ролле И.А. Устройство и ремонт электровозов и электропоездов. М.: Академия, 2016. – 241с.
13. Жуков В.И. Охрана труда на железнодорожном транспорте. Учебное пособие для средних профессионально-технических училищ. – М.: Транспорт, 2018. – 85 с.
14. Курасов Д.А., Эльперин В.И. Справочник технолога по ремонту электроподвижного состава. К.: Техника, 2017. – 192 с.
15. Николаев А.Ю., Сесявин Н.В. Устройство и работа электровоза ВЛ80С, 2019. – 349 с.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
					ДП.23.02.05.2022.09.00.00

16. Технологическая инструкция по капитальному ремонту вспомогательных машин электровозов переменного тока ВЛ80К, ВЛ60К, ВЛ80Т, ВЛ80С ИТ 103.25200.60015, 2020. – 376 с.

17. Устройство и ремонт электровозов и электропоездов. Учебник для нач. проф. образования / А. В. Грищенко, В.В. Стрекопытов, И. А. Ролле; под ред. А. В. Грищенко. – М.: Издательский центр «Академия», 2020. – 320 с.

18. Чмыхов Б.А. Рекомендации по разработке экономического раздела дипломных проектов: учеб.-метод. пособие/ Б.А. Чмыхов, С.И. Медведев; Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель: БелГУТ, 2019. – 41 с.

19. Электрические машины и преобразователи подвижного состава: Учебник для студ. учреждений сред. проф. образования/ А. В. Грищенко, В. В. Стрекопытов. – М.: Издательский центр «Академия», 2018. – 75 с.

20. Все об электровозе ВЛ80С: Книги, Инструкции, Схемы [Электронный ресурс] Доступ: <http://dima725xc.narod.ru/index/0-6>.

21. Инструкции, распоряжения, полезная информация и многое другое ПроЛокомотив [Электронный ресурс] Доступ: <http://prolokomotiv.ru/instrukcii>.

22. Свободная электронная библиотека Википедия [Электронный ресурс] Доступ: <http://ru.wikipedia.org/>.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП.23.02.05.2022.09.00.00 ПЗ

44 Лист

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

Согласовано:

зав. дневного отделения:

Ю.В. Гатауллина

(подпись, дата)

Допустить к защите:

зам. директора по УМР:

Э.Н. Кузина

(Ф.И.О.)

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

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема: «Реконструкция участка по ремонту аккумуляторной батареи типа KPL-55 электропоезда 81-740.4 в объеме ТР-3»

Студент: _____
(подпись, дата)

Богданов Владимир Витальевич

Руководитель: _____
(подпись, дата)

Фаваризов Рамиль Набиуллович

Консультант по _____
экономической части: (подпись, дата)

Аитова Наталия Сергеевна

Казань 2022

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: «Реконструкция участка по ремонту аккумуляторной батареи KPL-55 электропоезда 81-740.4 в объеме ТР-3»

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

2. Срок выдачи задания 16.01.2022 г.

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;
- Принципиальная схема работы аккумуляторных батарей;
- Организация участка ремонта изделия;
- Диаграмма экономической эффективности от внедрения инновационного оборудования.

7. Руководитель

Фаваризов Р.Н.

16.01.2022 г.

8. Задание принял к исполнению _____ Богданов В. В.

16.01.2022 г.

Приложение

Расчетная часть для второй и третьей глав дипломного проекта

Таблица производственной структуры ремонтного персонала

Наименование подразделения	Т	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

Таблица сводной ведомости производственных рабочих по участкам

Наименование участка	Т, ч	$\Phi_{н,ч}$	$\Phi_{д,ч}$	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	
Кузнецкий	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 штатной ведомости 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 станочник	3 4,5	3 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
Меднико-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 сводить в таблицу.

Наименование участка	T _r , ч	Φ _{pm} , ч	N _{pm}	
			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 ведомостей ремонтных площадей

Наименование участка	n _{pm}	f _{pm}	S _{уч}	
			Расчет	Принят
Наружная очистка	1	-	-	72
Дефектовочный	3	-	70,7	72
Ремонта агрегатов	3	-	78,2	72
Ремонто-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.

Наименование объектов ремонта	Трудоемкость	
	%	ч
ТО трамвайных вагонов		
TP трамвайных вагонов		
ТО троллейбусов		
TP троллейбусов		
ТО электропоездов метрополитена		
TP электропоездов метрополитена		
TP 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_{ri} – процентное содержание i -го вида работ в трудоемкости работ по объектам ремонта.

№	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	TP подвижного состава								
3	ТО трамвая								
4	TP трамвая								
5	ТО троллейбуса								
6	TP троллейбуса								
7	Доп. Работы								
8	Итого								

Расчет режима работы и фонда времени

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

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

$$\Delta_p = 365 - (\Delta_v + \Delta_n),$$

где $\Delta_{\text{в}}$ и $\Delta_{\text{п}}$ – количество выходных и праздничных дней ($\Delta_{\text{в}} = 52$; $\Delta_{\text{п}} = 9$).

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 ($\Phi_{\text{н}}$) и действительный ($\Phi_{\text{д}}$) годовые фонды времени рабочего рассчитывать по формулам:

$$\Phi_{\text{н}} = (365 - \Delta_{\text{в}} - \Delta_{\text{п}}) \cdot t_{\text{см}} - (t_{\text{ск}} \cdot \Delta_{\text{пв}} + t'_{\text{ск}} \cdot \Delta_{\text{пп}})$$

$$\Phi_{\text{д}} = [(365 - \Delta_{\text{в}} - \Delta_{\text{п}} - \Delta_{\text{o}}) \cdot t_{\text{см}} - (t_{\text{ск}} \cdot \Delta_{\text{пв}} + t'_{\text{ск}} \cdot \Delta_{\text{пп}})] \cdot \gamma,$$

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

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

$\Delta_{\text{пв}}$, $\Delta_{\text{пп}}$ – количество предвыходных и предпраздничных дней;

Δ_{o} – продолжительность отпуска, дней;

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

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

$$\Phi_{\text{рм}} = \Phi_{\text{н}} \cdot p \cdot c,$$

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:

$$\Phi_{\text{o}} = \Phi_{\text{н}} \cdot \eta_{\text{o}},$$

где η_{o} – коэффициент использования оборудования, учитывающий простой в ремонте ($\eta_{\text{o}} = 0,95 \dots 0,96$).

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_a) и списочное (N_{cp}) производственных рабочих рассчитывать на участках по формулам

$$N_a = \frac{T_i}{\Phi_h}, \quad N_{cp} = \frac{T_i}{\Phi_o},$$

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

Результаты расчетов привести в таблицу.

Количество вспомогательных рабочих принимать 8% от числа производственных рабочих.

Количество ИТР принимать 4 % от числа производственных и вспомогательных рабочих.

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

Расчёт количества рабочих мест

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

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

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

Φ_{pm} – 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.

Наименование участка	T_r , ч	Φ_{pm} , ч	N_{pm}	
			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_{ri} – 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 разборочно-моечного, агрегато-ремонтного и ремонтно-монтажного участков определим по формуле:

$$S_{yч} = A + B \cdot T_{г. yч},$$

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

А – коэффициент, учитывающий долю площади, не изменяющейся с увеличением объема работ, $м^2$;

В – коэффициент, учитывающий долю площади, изменяющейся с увеличением объема работ $м^2$.

Площади остальных производственных участков определить по формуле:

$$S_{уч} = n_{pm} \cdot f_{pm},$$

где n_{pm} – количество рабочих мест на участке;

f_{pm} – удельная площадь одного рабочего места.

Результаты расчета площадей мастерской занести в таблицу.

Наименование участка	n_{pm}	f_{pm}	$S_{уч}$	
			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				

Технологический расчёт производственной программы

Общий годовой пробег электропоезда определяется по формуле:

$$L_{\text{год}} = 365 \cdot A_{\text{сп}} \cdot l_{\text{сс}} \cdot \alpha_{\text{в}} ,$$

где $A_{\text{сп}}$ – списочное количество подвижного состава;

$l_{\text{сс}}$ – среднесуточный пробег подвижного состава;

$\alpha_{\text{в}}$ – коэффициент выпуска на линию.

Количество ТО рассчитывается по формуле:

$$N_{\text{то}} = L_{\text{год}} / l_{\text{то}} ,$$

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

$l_{\text{то}}$ – скорректированные периодичности ТО, км.

Расчет годовой трудоемкости на виды ремонтов

Трудоемкость ТО, чел-ч рассчитывается по формуле:

$$T_{\text{то}} = t_{\text{то}} \cdot N_{\text{то}} ,$$

где $t_{\text{то}}$ – трудоемкость ТО на одно обслуживание.

Определение суточной программы по техническому обслуживанию

Суточная программа определяется:

$$N_{\text{сут}} = N_{\text{год}} / \Delta_{\text{раб}} ,$$

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

$\Delta_{раб}$ – годовое число рабочих дней зоны, предназначеннной для выполнения того или иного вида ТО и диагностирования подвижного состава, дн.

Расчет суточной программы трудоемкости по видам ТО

Определяем суточную программу трудоемкости по видам технического обслуживания и ремонта:

$$T_c = T_{год} / \Delta_{раб} ,$$

где $T_{год}$ – годовая трудоемкость соответствующей зоны ТО и ремонта по отдельности, ед.

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

Расчет численности производственных рабочих

Годовой фонд рабочего времени технологически необходимого при односменной работе при 40 часовой рабочей неделе принимается по производственному календарю на текущий год.

Численность основных производственных рабочих

$$N_{pp} = T_g / \Phi_{РВ} ,$$

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

T_g – трудоемкость годовая, чел-ч;

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

Расчет численности вспомогательных рабочих

$$N_{всп.р.} = N_{pp} \cdot \%_{всп.р.}$$

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

$\%_{pp}$ – процент вспомогательных рабочих; %

Действительный фонд рабочего времени рассчитывается с учетом времени отпуска и времени пропуска по уважительным причинам.

Годовой фонд времени рабочего места (Φ_{pm}) определяется по формуле:

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

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

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 по формуле:

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

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

Разработка компоновочного участка ремонта

Длина здания определяется по формуле:

$$L = S/B$$

Технологический расчет участка

Явочное и списочное количество рабочих сварочного участка соответственно равны:

$$N_y = T / \Phi_n, \quad N_{sp} = T / \Phi_d ,$$

где T – трудоемкость работ участка агрегатов

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

$$N_{pm} = T / \Phi_{pm}$$

Пример:

Принимаем 2 рабочих места. Площадь сварочного участка:

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

Принимаем участок (с учетом кратности 18) площадью 36 м^2 .

Расчет потребности в энергоресурсах

Годовой расход электроэнергии (P_c) определяется по формуле:

$$P_c = \sum P_{об} \cdot \Phi_{од} \cdot n_{зi} \cdot n_{ci},$$

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

$n_{зi}$ – 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.

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 1м пола ($P_{уд}=15...18$ Вт/м);

S – площадь участка;

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

Рассчитать общий расход электроэнергии:

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

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

$$Q_{хн} = q_{хт} \cdot n_p \cdot N_{рд},$$

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

n_p – количество рабочих на участке, чел.;

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

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

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

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

$$N_{yp} = T/300 ,$$

где T – годовой объем работ на данном участке,

Годовая потребность пара определяется по формуле:

$$Q_n = q_i \cdot H \cdot V / (i \cdot 100) ,$$

где V – объем помещения, m^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 $1m^3$ участка, $q_i = 65 \dots 85 \text{ кДж/кг}$.

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:

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

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

T_o – основное время, мин;

T_b – 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:

$$t = (D_{cb} - d_{отв}) / 2 ,$$

где D_{cb} – диаметр сверла, мм:

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

Расчет вентиляции, освещения, отопления и водоснабжения

ремонтного участка

Объемный расход воздуха рассчитывается по формуле:

$$Q = n \cdot V,$$

где n – кратность воздухообмена, регламентируемое санитарными нормами и правилами (СНиП);

V – внутренний объем вентилируемого помещения.

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 в 3-х 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, при $\rho = 0,122$;

V – скорость в воздуховодах, при $V=15\text{м/с}$.

Мощность двигателя рассчитывается 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 $\text{м}^3/\text{ч}$ в $\text{м}^3/\text{сек}$.

Расчет освещения

Количество светильников определяется по формуле:

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

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, при $\alpha = 0,6-0,8$;

F – световой поток ламп в люменах;

$n_{\text{осв}}$ – КПД светильника, при $n_{\text{осв}}=0,55-0,73$.

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

Расчет основных параметров поточной линии

Выпуск из ремонта тяговых двигателей типа 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 за соответствующий плановый период $F_{\text{эф}}$ на количество двигателей, подлежащих ремонту за тот же период N_b

$$r = F_{\text{эф}} / N_b ,$$

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

$$F_{\text{эф}} = (T_{\text{СМ}} - T_{\text{П}}) S_{\text{TP}} ,$$

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

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

S – число смен;

$T_{\text{Р}}$ – число рабочих дней в году (принимается равное 244 дням).

Подставив значения $N_b \text{TLK} = 2,2$ тыс. шт., $N_b \text{НБ-к} = 2,4$ тыс. шт. (таблица 4 после реконструкции) в формулу.

На поточной линии производится ремонт двигателей типа 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 Тб, и тогда программы по всем закрепленным за линией двигателей N_j через коэффициент приведения по трудоемкости $K_{\text{прj}} = T_j/T_6$ можно привести к базовой (условной) единице, т.е. $N_{\text{прj}} = N_j K_{\text{прj}}$. Затем рассчитать общий такт $r_{\text{общ}}$ и частные (рабочие) такты линии r_j 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 ТЛК2К (таблица);

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

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

$$K_{\text{прj}} = T_j/T_6,$$

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

$$r_j = r_{\text{общ}} K_{\text{прj}}$$

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

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

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

где $F_{\text{эф1}}$ – 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:

$$F_{\text{эфф}} 2 = F_{\text{эфф}} - F_{\text{эфф}} 1$$

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

$$r_j = \frac{F_{\text{эфф}} j}{N_j}$$

Пример расчета:

$$F_{\text{эфф}} 1 = 239040((2,2 \cdot 10 \cdot 4068) / (2,2 \cdot 10 \cdot 4068 + 2,4 \cdot 10 \cdot 5050)) = 101535,50 \text{ мин.}$$

Определить $F_{\text{эфф}} 2$, 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 на i -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.

№ 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 продорожки 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 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);

t – тakt поточной линии, мин.

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

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

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

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.

Параметры поточной линии	Единица измерения	Значение
Общий тakt линии по ремонту якорей	мин/шт.	

Частный тakt линии при ремонте якоря ТЛ2к	мин/шт.	
Частный тakt линии при ремонте якоря НБ-418К	мин/шт.	
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 $F_{\text{эф}\ 1} = 101535,50$ мин, $F_{\text{эф}\ 2} = 137504,50$ мин.

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

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 норм.=1,5, тогда фактический коэффициент будет равен:

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

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

$$\bar{t} = \frac{\sum^n t}{n}$$

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

Полученное среднее время выполнения операции округляется до целого

значения.

Расчет и выбор оборудования участка

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

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

Годовой действительный фонд времени оборудования рассчитывается:

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

где D_p – количество рабочих дней в году;

$t_{см}$ – продолжительность смены;

t – количество смен в сутках;

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

Тяговое усилие конвейера для передвижки вагонов рассчитывают по формуле:

$$P_k = T_{\hat{a}} \cdot K_{\hat{a}} \cdot C \cdot q$$

где q – тяговое усилие необходимое для перемещения 1тонны тары вагона,

$q = 250-350\text{Н/т}$;

C – количество позиций, $C = 3$;

k_B – количество вагонов на позиции, $k_B=1$;

T_B – тара вагона;

$T_B = 56\text{т}$.

Мощность электродвигателя приводной станции конвейера:

$$N_{ye} = \frac{P_k \cdot V_k}{k_o \cdot \eta}$$

где V_k – скорость движения конвейера, принимать $V_k = 0,08-0,1 \text{ м/с}$;

η – коэффициент полезного действия передаточного механизма, $\eta = 0,7-0,8$;

k_0 – коэффициент перерасчета мощности в кВт, $k_0 = 1020$,

Мощность электродвигателя $N_{\mathcal{E}} = 7,5$ кВт.

По справочнику выбрать подходящий электродвигатель, характеристики приведены в таблице.

Таблица параметров электродвигателя 4A112M2У3

Марка двигателя	М- стъ, кВт	Сколь ж., %	КП Д, %	Коэф. М-ти	М _{макс} / Мн	М _{п/Мн}	М _{мин/Мн}	I _{п/Ін}
Синхронная частота вращения 3000об/мин								
4A112M2 У3	7,5	2,6/2,5	87,5	0,88	2,2	2/2,1	1	7,5

Другое технологическое оборудование выбирается в соответствии с технологическим процессом, с учетом параметров поточного производства.

Количество конвейеров принимается в зависимости от количества поточных линий. На участке должны быть предусмотрены посты для подключения электрического и пневматического инструмента, сварочные посты, подъемные площадки для производства работ по кузову вагона, стеллажи для инструмента, контейнеры для бракованных и годных деталей.

Рассчитанное и выбранное оборудование свести в таблицу.

Таблица перечня оборудования в ВСУ

Наименование оборудования	№ позиции	Коли-чество	Краткая характеристика	техническая
Конвейер для передвижки вагонов				
Электродомкраты				
Пост для подключения пневмооборудования				
Мостовой кран				
Устройство для постановки автосцепного оборудования и поглощающих аппаратов				
Стеллажи для хранения инструмента				
Поворотный круг				

Контейнеры для новых и старых деталей, брака			
Стенд для испытания			
Посты для подключения сварочного оборудования и электроинструмента			
Подъемные площадки			
Устройство для снятия и постановки узла			
Сварочный трансформатор			

По окончанию проведения расчетов, сделать необходимые выводы.

Приложение Д

Расчетная часть для четвертого раздела дипломного проекта

Расчёт элементов тяговых трансформаторов и тягового электрооборудования подвижного состава

Расчет сопротивлений системы найдём относительные сопротивления энергосистемы:

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

где S_b – базисная мощность, принимаем 100 МВА;

S_K – мощность короткого замыкания, МВА.

Относительные сопротивления:

$$x_{*l1} = x_0 \cdot (l_1 + l_2 + l_3 + l_4) = \quad \text{Ом.};$$

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.

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

Выбор токоведущих частей тягового трансформатора

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;

U_n – номинальное напряжение аппарата;

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

I_n – номинальный ток аппарата.

Расчёт величины теплового импульса

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

$$B_k = I_n^2 \cdot (t_{откл} + \tau_a), \text{ кA}^2 \cdot \text{с},$$

где I_n – начальное значение периодической составляющей тока короткого замыкания;

τ_a – постоянная времени затухания апериодической составляющей тока короткого замыкания,

$$t_{откл} = t_{p3} + t_{n6},$$

где t_{p3} – время срабатывания защиты рассматриваемой цепи;

t_{n6} – полное время отключения выключателя.

Результаты расчета оформить в виде таблицы:

Таблица расчета токоведущих частей трансформатора

	U, кВ	τ_a , с	$t_{\text{пв}}$, с	$t_{\text{рз}}$, с	$t_{\text{отк}}$, с	I_k , кА	$I_k^2 \cdot (t_{\text{омк}} + \tau_a)$	B_k , кА 2 с
вводы								
фидеры								

Выбор сборных шин и токоведущих элементов. Выбор изоляторов

Шины трансформаторов 30кВ и 27,5 кВ выполняют сталеалюминиевыми гибкими проводами марки АС. Выбор гибких шин – 27,5кВ

1) Сечение проводов выбирается по допустимому току:

$$I_{\text{don}} \geq I_{p_{\text{ max}}}$$

2) Проверка на термическую стойкость выполняется по формуле:

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

где q_{min} – минимальное сечение, термическое устойчивое при КЗ, мм^2

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

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

где B_k – величина теплового импульса;

C – константа, значение которой для алюминиевых шин равно 90.

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,

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

где m – коэффициент, учитывающий шероховатость поверхности провода (для многопроволочных проводов $m = 0.82$);

r_{np} – радиус провода, см.

E – напряженность 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 3,0м для напряжений 35 и 110кВ 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 1 мл 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 1 мл 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;

C – 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 аликовотной части раствора А, мл.

Выполнение измерений

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

$$A = \frac{\text{NaOH} \cdot M}{H_3PO_4},$$

где A – количество ортофосфорной кислоты в мл;

M – количество электролита, взятого для анализа в мл;

NaOH – гидратная щелочность электролита в гэкв/л;

Обработка результатов измерений

Расчет производят по формуле:

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

где B – 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 I:I. 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:

$$x_{*c1} = \frac{U^2}{S_{K1}} = \quad x_{*c2} = \frac{U^2}{S_{K1}} =$$

где S_δ – базисная мощность, принимаем 100МВА;

S_K – мощность короткого замыкания, МВА.

Относительные сопротивления:

$$x_{*_{\pi 1}} = x_0 \cdot (l_1 + l_2 + l_3 + l_4) =$$

где x_0 – удельное сопротивление проводов 1 км линии, $x_0 = 0,4 \text{ Ом/км}$;

l – длина линии, км.

Относительные сопротивления диодных мостов:

$$x_{*_{T1}} = \frac{u_{\kappa.B}}{100} \cdot \frac{u_{\kappa.B}}{S_{h.mp}}^2 =$$

$$x_{*_{T2}} = \frac{u_{\kappa.H}}{100} \cdot \frac{u_{\kappa.H}}{S_{h.mp}}^2 =$$

$$x_{*_{T3}} = \frac{u_{\kappa.C}}{100} \cdot \frac{S_\delta}{S_{h.mp}} =$$

где $S_{h.mp}$ – номинальная мощность выпрямительной установки.

$$x_{*_{\pi 11}} = \frac{X_{\pi 1}^2}{2 \cdot X_{\pi 1}} = \frac{X_{\pi 1}}{2} =$$

замещение сопротивлений моста выпрямительной установки

$$x_{*_{c2\pi 11}} = x_{*_{\pi 11}} + x_{*_{c1}} =$$

Схема замещения второй точки выпрямительного моста

$$x_{*_{c2\pi 11c1}} = \frac{x_{*_{c1\pi 11}} \cdot x_{*_{c2}}}{x_{*_{c1\pi 11}} + x_{*_{c2}}} =$$

Расчёт токов короткого замыкания на выводах ВУ

При расчёте периодической составляющей тока короткого замыкания от источника используем приближённый метод, так как короткое замыкание удалённое.

$$I_n = \frac{U_{cp}}{\sqrt{3 \cdot x_{*b3}}} =$$

Расчёт апериодической составляющей

Апериодическую составляющую определим по формуле:

$$i_{a\tau} = \sqrt{2} \cdot I_n \cdot e^{-\frac{t}{\tau_a}},$$

где $t = t_{CB} + t_{\min P3}$ — время отключения тока короткого замыкания;

t_{CB} — собственное время отключения выключателя; для выключателя ВВС-35-20/1600 $t_{CB} = 0,06\text{с}$;

τ_a — постоянная времени затухания, равная 0,02сек;

$t_{\min P3}$ — минимальное время срабатывания релейной защиты $t_{\min P3} = 0,01\text{с}$;

$t = 0,06 + 0,01 = 0,07\text{с}$.

$$i_{a\tau} = \sqrt{2 \cdot I_{n\Sigma} \cdot e^{-\frac{t}{\tau_a}}} =$$

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:

$$U_{\text{уст}} \leq U_h; I_{\text{раб. max}} \leq I_h,$$

где $U_{\text{уст}}$ – номинальное напряжение установки;

U_n – номинальное напряжение аппарата;

$I_{\text{раб. max}}$ – 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:

$$I_{\text{раб. max}} = \frac{k_{np} \cdot k_{mp} \cdot (n_m \cdot S_{nmp})}{\sqrt{3} \cdot U_n}, A;$$

где k_{np} – коэффициент перспективы, равный 1.3;

k_{mp} – коэффициент транзита, равный 2;

n_t – число диодов;

S_{nmp} – номинальная мощность выпрямительной установки, В·А;

U_n – номинальное входное напряжение выпрямительной установки, В;

Максимальный рабочий ток на диодах определим, используя выражение:

$$I_{\text{раб. max}} = \frac{k_{np} \cdot k_{pnl} \cdot k_{mp} \cdot (n_m \cdot S_{nmp})}{\sqrt{3} \cdot U_n}, A;$$

Максимальный рабочий ток выпрямительной установки определим по формуле:

$$I_{\text{раб. max}} = \frac{k_{nep} \cdot S_{nmp}}{\sqrt{3} \cdot U_{n6}}, A;$$

где k_{nep} – коэффициент перегрузки диодов, равный 1.5;

U_{n6} – номинальное напряжение стороны высокого напряжения.

Максимальный рабочий ток моста среднего напряжения выпрямительной установки определим, используя выражение:

$$I_{pab\max} = \frac{k_{nep} \cdot S_{nmp}}{\sqrt{3} \cdot U_{nc}}, \quad A;$$

где U_{nc} – номинальное напряжение стороны среднего напряжения, В;

Максимальный рабочий ток обмотки низкого напряжения выпрямительной установки определим, используя выражение:

$$I_{pab\max} = \frac{k_{nep} \cdot S_{nmp}}{\sqrt{3} \cdot U_{nc}}, \quad A;$$

где U_{nc} – номинальное напряжение стороны среднего напряжения, В;

Диодные мосты низкого напряжения (27,5кВ):

$$I_{pab\max} = \frac{k_{ph2} \cdot n \cdot S_{nmp}}{\sqrt{3} \cdot U_{nc}}, \quad A;$$

где k_{ph2} – коэффициент распределения нагрузки на диодах мостов напряжения, равный 0,6.

Сборные диодные мосты среднего напряжения (35кВ):

$$I_{pab\max} = \frac{k_{ph2} \cdot n \cdot S_{nmp}}{\sqrt{3} \cdot U_{nc}}, \quad A;$$

Максимальные рабочие токи диодных мостов определим по формуле:

$$I_{pab\max} = \frac{k_{np} \cdot S_{\phi\max}}{\sqrt{3} \cdot U_{n}}, \quad A;$$

где k_{np} – коэффициент перспективы, равный 1.3;

$S_{\phi\max}$ – полная мощность потребителя, В·А;

U_n – номинальное напряжение потребителя, В;

Ток потребителя

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 $P_{раб}(T) = 0,96$ за $T = 5$ лет. Аппаратура наземная. Условия эксплуатации: железнодорожный транспорт, электрический наземный транспорт.

Ориентировочный расчет

Ориентировочный расчет надежности производится на этапе эскизного проектирования после разработки электрической принципиальной схемы. Он позволяет выявить слабые участки схемы и наметить пути повышения надежности системы на этапе эскизного проектирования.

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.

Таблица данных для ориентировочного расчета

П/п	Типы элементов	N _i	$\lambda_{oi} \cdot 10^6$, ч-1	$N_i \cdot \lambda_{oi} \cdot 10^6$, 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
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:

$$\Lambda = \sum N_i \cdot \lambda_{0i} = 4,5426 \cdot 10^{-6}$$

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:

$$q(t) = 1 - e^{-\Lambda \cdot t}$$

Частота отказов системы определяется как произведение интенсивности отказов на вероятность безотказной работы системы в течение времени t :

$$F(t) = \Lambda \cdot e^{-\Lambda \cdot t}$$

Гарантийный срок службы определяется по формуле:

$$t_g = -T_o \cdot \ln(P(t))$$

Окончательный расчет

Значения интенсивностей отказов элементов, с учетом их режима работы и условий эксплуатации, определяются с помощью графиков, имеющихся в справочной литературе, либо с помощью поправочных коэффициентов или эмпирических формул. При этом реальные интенсивности отказов элементов или узлов определяются по формуле:

$$\lambda_i = \lambda_{0i} \cdot a_i \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot a_4 \cdot a_5 ,$$

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 $P_{\text{pac}}(t) > P_{\text{зал}}(t)$, т.е. уровень надежности по окончательному расчету удовлетворяет заданному техническому заданию, следовательно, необходимости в проведении расчета на резервирование нет. Расчет производить 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:

$$t_g = -T_0 \cdot \ln(P(t_g))$$

Среднее время на восстановление работоспособности:

$$T_{\text{cpb}} = \sum q_i \cdot t_{\text{cpb} i}$$

Коэффициент готовности:

$$K_g = T_0 / (T_0 + T_{\text{cpb}})$$

Коэффициент простоя:

$$K_{\text{p}} = 1 - K_g$$

Вероятность нормального функционирования:

$$P_{\text{н.ф.}} = K_g \cdot P(t)$$

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_{∞}	650А
2	Номинальное напряжение на контактах, U_H	1600В
3	Тепловая постоянная контактов, A_K	$145\text{A}^2/\text{мм}\times\text{Н}$

Расчёт нажатия и ширины контактов

Расчёт ширины контактов b_K

$$b_K = I_{\infty} / 20$$

Расчёт нажатия контактов Q_H

$$A_K = (I_{\infty} / b_K) \times (I_{\infty} / Q_H), \text{A}^2/\text{мм}\times\text{Н}$$

где $I_{\infty} / b_K = 20 \text{ A/мм}$

Расчёт контактного сопротивления R_K

$$R_K = k_H / Q_H^m, \text{Ом}$$

где $k_H = 1,6 \times 10^{-3} \text{Ом}\times\text{Н}$ – 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 $I_{\text{ПР}}$ и тока плавления $I_{\text{ПЛ}}$

$$I_{\text{ПР}} = (0,7 \times \Delta U_{\text{СТР}}) / R_K$$

$$I_{\text{ПЛ}} = (0,9 \times \Delta U_{\text{ПЛ}}) / R_K,$$

где $\Delta U_{\text{СТР}} = 0,11 \text{В}$ – падение напряжения на контакте, при котором достигается температура размягчения меди, равная 190°C ;

$\Delta U_{\text{ПЛ}} = 0,44 \text{В}$ – 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:

$$I_{\text{ПР}} \geq 2I_{\infty}, I_{\text{ПЛ}} \geq 10I_{\infty}$$

При нарушении этих условий нажатие контактов нужно увеличить.

Расчёт дугогасительного устройства

Расчёт конечной длины дуги отключения $l_{\text{дк}}$. В процессе гашения дуги отключения растягивается до конечной длины $l_{\text{дк}}$, величина которой может быть ориентировочно определена по эмпирической формуле:

$$l_{\text{дк}} = 13 \times 10^{-5} \times U_{\text{НОМ}} \times 3\sqrt{I_p},$$

где $U_{\text{НОМ}}$ – номинальное напряжение аппарата, значение которого выбирают из таблицы исходных данных;

I_p – расчетная величина разрываемого тока, при $2 \times I_{\text{дл}}$.

Расчёт площади полюса магнитной системы $S_{\text{П}}$

При применении щелевой камеры разрыв максимального тока сопровождается выходом дуги за пределы камеры на 0,1...0,2 м. С учётом этого требуемая для размещения дуги площадь боковой поверхности камеры при типичном для контакторов соотношении её сторон 1:2 определяют как

$$S_{\text{к}} = (0,04 \times (l_{\text{дк}})^2) / k_{\text{ип}}$$

где $k_{\text{ип}}$ – коэффициент использования пространства, который зависит от типа дугогасительной камеры; для щелевой камеры принимают $k_{\text{ип}} = 0,8$.

Расчёт расстояния между полюсами (воздушного зазора) $l_{\text{в}}$

Величина воздушного зазора $l_{\text{в}}$ 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 $b_{\text{с}}$.

$$l_{\text{в}} = (b + 2b_{\text{с}} + 2b_3) \times 10^{-3}$$

Принять для расчёта $b_{\text{с}} = 10\text{мм}$, $b_3 = 2\text{мм}$.

Расчёт магнитного потока в зоне полюсов $\Phi_{\text{П}}$

Параметры дугогасительной катушки определяют по заданной средней

магнитной индукции B_C в зоне полюсов, величина которой влияет на электромагнитную силу, воздействующую 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 $0,05...0,1$ с и сравнительно невысокие перенапряжения на расходящихся контактах аппарата. При $B_C=0,01$ Тл, что характерно для аппаратов оперативной коммутации.

Величина магнитного потока в зоне полюсов $\Phi_P = B_C \times S_P = 0,6 \times S_K \times B_C$, а в сердечнике катушки $\Phi_K = \Phi_P \times \delta$ при $\delta = 4$

$B\delta$ – 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:

$$B_C = \mu_0 \times H = (\mu_0 \times (A_w)K) / (I_B \times \delta),$$

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 $(A_w)K$:

$$(A_w)K = (B_C I_B \delta) / \mu_0$$

Расчёт количества витков в дугогасительной катушке W_K

По рассчитанному значению $(A_w)K$ определяют количество витков дугогасительной катушки:

$$W_K = (A_w)K / 0,5 \times I_{dl}$$

Здесь коэффициентом 0,5 учитывается, что индукция B_C должна обеспечиваться при среднем значении разрываемого тока в цепи, изменяющегося в процессе дугогашения от I_{dl} до 0.

Полученное значение W_K округляют до ближайшего большего целого

числа, принимаем $W_K = 6$ витков.

Выбор высоты h_m и толщины b_m шины катушки.

при толще шины $b_m = 1\text{мм}$ принимают $j_m = 9\text{А/мм}^2$, а при $b_m = 8\text{мм}$ снижают допустимую плотность до $j_m = 3,6\text{А/мм}^2$. Средним значением для шин толщиной 2-4мм является $j_m = 6\text{А/мм}^2$, что и принимаем для настоящего расчета. Минимальное поперечное сечение шины S_{wm} определяют по j_m и I_{dl} :

$$S_{wm} = I_{dl} / j_m$$

Затем выбирают стандартную шину, у которой величина поперечного сечения S_m наиболее близка к S_{wm} и $S_m \geq S_{wm}$.

Фактическое поперечное сечение шины:

$$S_m = h_m \times b_m,$$

где h_m – высота шины, которая выбирается из значений стандартного ряда: 16, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50мм;

b_m – толщина шины, выбирается из значений стандартного ряда: 2, 2,5, 3, 4мм. Выбираем $h_m = 25\text{мм}$; $b_m = 2,5\text{мм}$, при этих значениях $S_m = 62,5\text{мм}^2$.

Выбор длины L_p и площади поперечного сечения S_p дугогасительных рогов.

При $L_p = 30\text{мм}$, а $S_p = 2,5\text{мм}^2$.

Расчёт площади поперечного сечения сердечника дугогасительной катушки

Площадь поперечного сечения сердечника дугогасительной катушки S_c должна быть достаточна для предотвращения состояния насыщения стали, чтобы сохранить линейную зависимость между магнитным потоком и создающим его током в широком диапазоне токовых нагрузок, вплоть до $I_p = 2 \times I_{dl}$. Расчетное значение магнитного потока Φ_{kp} составит:

$$2\Phi_k = 2\Phi_p \times \delta$$

Индукция насыщения стали B_h составляет ориентировочно $B_h = 0,2\text{Тл}$

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_{pl} и проверка их по условиям термической устойчивости

Ток плавления материала контактов I_{pl} :

$$I_p = (0,7 \times \Delta U_p) / r_k,$$

где ΔU_p – падение напряжения, при котором достигается температура размягчения материала, $\Delta U_p = 0,12 \text{ В}$;

$$I_{pl} = (0,9 \times \Delta U_{pl}) / r_k,$$

где ΔU_{pl} – падение напряжения, при котором достигается температура плавления, $\Delta U_{pl} = 0,43 \text{ В}$.

При рабочих перегрузках ток через контактную пару может достигать $2 \times I_{dl}$, а при аварийных перегрузках – $10 \times I_{dl}$. В соответствии с этим должны выполняться условия температурной устойчивости:

$$I_p \geq 2 \times I_{dl},$$

$$I_{pl} \geq 10 \times I_{dl}.$$

Расчет электрической мощности, рассеиваемой на контактах при

протекании тока, равного I_{dl}

Уравнение баланса электрической и тепловой мощности, выделяемой и рассеиваемой в установившемся режиме, имеет вид:

$$P_{dl} = I_{dl}^2 \times r_k = a \times S \times \tau_k,$$

где P_{dl} – длительная мощность в установившемся режиме;

$I_{\text{дл}}$ – ток нагрузки контактного соединения;

Γ_k – электрическое переходное сопротивление контакта;

α – коэффициент теплорассеяния контактной пары;

S – площадь поверхности теплорассеяния;

T_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 $F_{\text{П1}}$ и $F_{\text{ТВ}}$:

$$F_{\text{ш}} = F_B - F_{\text{П1}} - F_{\text{ТВ}}$$

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_n , $l_{\text{ц}}$ и l_k – расстояния от шарнира до линии действия соответствующей силы.

Разделив обе части равенства на плечо силы $F_{\text{ш}}$, равное l_n , получим:

$$F_{\text{ш}} - G \times (l_{\text{ц}}/l_n) - F_k \times (l_k/l_n) = 0$$

Расчетная часть групповых переключателей, токоприемника

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_K для расчета рекомендуется принять значение:

$$G' = 0,1 \times F_K$$

Расчет силы отключающей пружины F_{P1} в конечном (сжатом) состоянии

Расчетное значение силы F_{P1} может быть выражено равенством:

$$F_{P1} = 1,5 \times F_{TB} - G' + 2 \times F'_K,$$

где F_{P1} – силы отключающей пружины;

F'_K – силу контактов нажатия при включенном контакторе;

F_{TB} – сила трения поршня о стенки цилиндра.

Расчет зазора контактов h_P

Контактный зазор h_P однозначно определяется номинальным рабочим напряжением контактора $U_{ном}$

$$h_P = (10-5) \times U_{ном}$$

Если $U_{ном}$ выражено в В, то h_P получается в м.

Расчет хода поршня при включении аппарата h_X

Ход поршня в процессе включения контактора h_X зависит от зазора контактов h_P и величины провала h_{P1} . Провал h_{P1} равен расстоянию, на которое перемещается подвижный контакт при устраниении неподвижного в их замкнутом состоянии, и характеризует дополнительное перемещение рычажной системы контактора после первоначального касания контакт – деталей между собой.

Величина провала контактов h_{P1} может быть принята усредненной для электропневматических контакторов и равной 10^{-2} .

Тогда с учетом принятого ранее соотношения между 1К и 1П 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 \mathcal{J}

$$\mathcal{J} = F_{\Pi 1} / 2 \times h_0 ,$$

где \mathcal{J} – жесткость отключающей пружины;

$F_{\Pi 1}$ – силы отключающей пружины.

Обычно значения h_0 и h_x близки между собой и могут быть приравнены в расчете.

Расчет начального натяжения отключающей пружины $F'_{\Pi 1}$.

В выключенном состоянии контактора отключающая пружина имеет начальное натяжение $F'_{\Pi 1}$ за счет ее сжатия при сборке аппарата на величину h_0 .

Количественно $F'_{\Pi 1} = h_0 \times \mathcal{J}$,

где \mathcal{J} – жесткость пружины, определяемая усилием, требующимся для ее сжатия на единицу длины.

Расчет максимального значения силы сжатия $F_{\text{ш}}$

Максимальная величина силы $F_{\text{ш}}$, создающей напряжение сжатия в материале штока, может быть установлена при условии $p = 1,5 \times p_{\text{ном}}$ и начальном натяжении отключающей пружины $F'_{\Pi 1}$

$$F_{\text{ш}} = F_B - F_{\Pi 1} - F_{\text{TB}} ,$$

$$\text{где } F_B = 1,5 \times P_{\text{ном}} \times (\pi \times d \times B_2) / 4$$

$$F_{\Pi 1} = 1,5 \times F_{\text{TB}} - G' + 2 \times F'_{\text{K}} ,$$

где $F_{\Pi 1}$ – силы отключающей пружины;

$F_{\text{ш}}$ – сила максимального сжатия;

F_B – сила давления воздуха;

F_{TB} – сила трения поршня о стенки цилиндра

Расчетная часть для электродвигателей всех типов, расщепителей

фаз

Расчет основных параметров поточной линии

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

$$F_{\text{эф}} / N_{\text{в}},$$

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

$N_{\text{в}}$ – плановый период ремонта

$$F_{\text{эф}} = (T_{\text{СМ}} - T_{\text{П}})S_{\text{TP}},$$

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

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

S – число смен;

T_{P} – число рабочих дней в году (принимается равное 244 дням).

Подставив значения $T_{\text{СМ}} = 480$ мин, $T_{\text{П}} = 0$, $T_{\text{P}} = 244$ дней в формулу, получим $F_{\text{эф}}$.

Частный тakt поточной 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_b , и тогда программы по всем закрепленным за линией двигателей N_j через коэффициент приведения по трудоемкости $K_{\text{пр}j} = T_j/T_b$ можно привести к базовой (условной) единице, т.е. $N_{\text{пр}j} = N_j K_{\text{пр}j}$.

Затем рассчитать общий тakt $r_{\text{общ}}$ и частные (рабочие) такты линии r_j ремонта электродвигателей. Общий тakt для случая двигателей двух типов определяется из выражения

$$r_{\text{общ}} = F_{\text{эф}} / (N_1 K_{\text{пр}1} + N_2 K_{\text{пр}2}),$$

где N_1 – годовая программа ремонта двигателей одного типа

N_2 – годовая программа ремонта двигателей другого типа

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

$$K_{\text{прj}} = T_j/T_6,$$

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 $K_{\text{пр1}}$ будет равен единице. Частный тakt выпуска двигателя определяется

$$r_j = r_{\text{общ}} K_{\text{прj}}$$

Пример расчета. Подставив значения $T_1 = T_6 = 4105\text{мин}$, $T_2 = 4968\text{мин}$, $F_{\text{эф}} = 239040\text{ мин}$, $N_1 = 1,6\text{ тыс. шт.}$, $N_2 = 1,8\text{ тыс. шт.}$ в формулы, получить: $K_{\text{пр1}}$ и $K_{\text{пр2}}$

Второй способ. При расчете такта через распределение общего эффективного фонда времени работы линии по ремонту двигателей типа РТ-51Д и ЭУ1 пропорционально трудоемкости программных заданий имеем

$$F_{\text{эф1}} = F_{\text{эф}},$$

где $F_{\text{эф1}}$ – годовой эффективный фонд времени работы линии по ремонту двигателей типа ЭУ1, мин;

N_1 – годовая программа ремонта двигателей первого типа;

T_1 – трудоемкость ремонта двигателей первого типа, мин,

n – число типов двигателей.

Тогда эффективный фонд времени работы линии по ремонту электродвигателя одного типа определится из выражения

$$F_{\text{эф2}} = F_{\text{эф}} - F_{\text{эф1}}$$

Частные такты ремонта электродвигателя двух типов можно рассчитать по формуле

$$r_j = r_{\text{общ}} \times K_{\text{прj}}$$

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 оборудо- вания	Наименование оборудования	Расстояние (l_i), м.	$l_i C_i$, м
1	1	Технологическая подставка	-	-
	1	Измерительный прибор	-	-
2	2	Кантователь тягового двигателя	3,5	7
3	1	Камера для продувки оставов	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

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 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:

$$V_K = l/r t, \text{ м/мин,}$$

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

t – тakt поточной линии, мин.

Длительность производственного цикла ремонта двигателей рассчитать с помощью схемы производственного процесса и данных таблицах

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 расчета длительности производственного цикла ремонт двигателей

Этап	Длительность, мин					
	Тип двигателя		Итого		Итого	
	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 тakt линии по ремонту якорей	мин/шт	
Частный тakt линии при ремонте якоря первого двигателя	мин/шт	
Частный тakt 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:

$$F_{\text{эф}1} = 101223,35 \text{мин}, F_{\text{эф}2} = 137816,65 \text{мин}.$$