Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Чирикова Лилия Ивановна
Должность: Директор филиала
Дата подписания: 09.11.2026 11:25:33
Уникальный программный ключ:
750e77999bb0631a45cbf7b4a579c1095bcef032814fee919138f73a4ce0cad5

Приложение к
ОПОП-ППССЗ по специальности
13.02.07 Электроснабжение

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ ПМ.03 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ УСТРОЙСТВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ

основной профессиональной образовательной программы -

программы подготовки специалистов среднего звена специальности СПО

13.02.07 Электроснабжение

Базовая подготовка

среднего профессионального образования

Содержание

1. Паспорт
1.1. Система контроля и оценки освоения программы профессионального модуля
1.2. Результаты освоения модуля, подлежащие проверке
1.3. Дидактические единицы «иметь практический опыт», «уметь» и «знать»
2. Оценка освоения междисциплинарного (ых) курса(ов)
2.1. Формы и методы оценивания
2.2. Перечень заданий для оценки освоения профессиональных модулей
2.2.1. Перечень заданий для оценки освоения МДК.00.00 Название
2.2.1.1 Задания для текущего контроля
2.2.1.2 Задания для промежуточной аттестации МДК.00.00 Название
……
2.3. Защита курсового проекта (работы)
2.3.1. Выполнение курсового проекта по ПМ.00 Название предусмотрено учебным планом и рабочей программой по МДК.00.00.Название.
2.3.2. Критерии оценки
2.3.3. Требования к структуре и оформлению проекта (работы)
3. Оценка по учебной и (или) производственной практике
3.1. Формы и методы оценивания
3.2. Виды работ практики и проверяемые результаты обучения по профессиональному модулю
3.2.1. Учебная практика
3.2.2. Производственная практика
3.3. Форма отчетных документов по практике
4. Контрольно-оценочные материалы для экзамена (квалификационного) комплексного
4.1 Паспорт
4.2 Задание для экзаменующего
4.3 Пакет экзаменатора
4.4. Комплексные показатели сформированности компетенций
5. Оценочная ведомость по профессиональному модулю

1. Паспорт

Результатом освоения профессионального модуля ПМ.03 Техническое обслуживание и ремонт устройств релейной защиты и автоматики является готовность обучающегося к выполнению вида профессиональной деятельности 13.02.07 Электроснабжение.

Формой итоговой аттестации по профессиональному модулю является **экзамен (квалификационный)**. Итогом экзамена (квалификационного) является однозначное решение: *«Вид профессиональной деятельности освоен»* или *«Вид профессиональной деятельности не освоен»*.

1.1. Система контроля и оценки освоения программы профессионального модуля

1.1.1 Профессиональный модуль ПМ.03 Техническое обслуживание и ремонт устройств релейной защиты и автоматики состоит из следующих основных элементов оценивания:

Таблица 1 – Элементы оценивания

Элементы модуля, профессиональный модуль	**Формы промежуточной аттестации**
МДК.03.01 Релейная защита и автоматические системы управления устройствами электроснабжения	*Другие формы контроля – 5 семестр* *Дифференцированный зачет – 6 семестр*
УП.03.01 Учебная практика	*Дифференцированный зачет – 5 семестр*
ПП.03.01 Производственная практика (по профилю специальности)	*Дифференцированный зачет – 6 семестр*
Квалификационный экзамен	*6 семестр*

1.2. Результаты освоения модуля, подлежащие проверке

1.2.1 По итогам изучения модуля подлежат проверке – уровень и качество освоения профессиональных и общих компетенций, практического опыта, умений и знаний в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 13.02.07 Электроснабжение.

Таблица 2 – Общие и профессиональные компетенции

Код	**Наименование результата обучения**
ОК.01	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам
ОК.02	Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности
ОК.04	Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде
ОК.05	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста
ОК.09	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках
ПК.3.1	Оформлять техническую документацию по обслуживанию и ремонту устройств релейной защиты и автоматики
ПК.3.2	Выполнять основные виды работ по обслуживанию оборудования систем релейной защит и автоматики

В результате освоения программы профессионального модуля реализуется программа воспитания, направленная на формирование следующих личностных результатов (ЛР):

Код	Наименование результата обучения
ЛР 20	Понимающий и выражающий в практической деятельности понимание ценности жизни, здоровья и безопасности, значение личных усилий в сохранении и укреплении своего здоровья и здоровья других людей.
ЛР 21	Соблюдающий правила личной и общественной безопасности, в том числе безопасного поведения в информационной среде.
ЛР 28	Участвующий в социально значимой трудовой и профессиональной деятельности разного вида в семье, образовательной организации, на базах производственной практики, в своей местности.
ЛР 30	Понимающий специфику профессионально-трудовой деятельности, регулирования трудовых отношений, готовый учиться и трудиться в современном высокотехнологичном мире на благо государства и общества.
ЛР 32	Обладающий сформированными представлениями о значении и ценности выбранной профессии, проявляющий уважение к своей профессии и своему профессиональному сообществу, поддерживающий позитивный образ и престиж своей профессии в обществе.
ЛР 40	Умеющий выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

1.3. Дидактические единицы «иметь практический опыт», «уметь» и «знать»

В результате освоения программы профессионального модуля ПМ.03 Техническое обслуживание и ремонт устройств релейной защиты и автоматики обучающийся должен освоить следующие дидактические единицы.

Таблица 4. Перечень дидактических единиц в МДК и форм и методов контроля и оценки

Коды	Наименование	Показатели оценки результата	Формы и методы контроля и оценки
Иметь практический опыт:			
ПО 1.	Подготовки необходимой документации для выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту устройств РЗА;	Проведение сборки и разборки электрических частей устройств РЗА; Составление экскизов, схем, чертежей сложных деталей; Проведение испытаний изоляции цепей вторичной коммутации Проведение внутреннего осмотра и проверки механической части защит электрических сетей; Выполнение проверки заданных уставок защит средней сложности;	Тестирование, устный опрос; экспертное наблюдение и оценивание выполнения практических и лабораторных работ; реферат; экспертное наблюдение и оценка при выполнении работ по учебной и производственной практике; квалификационный экзамен
ПО 2.	Ревизии дефектов оборудования, смонтированного на панелях защит средней сложности;		
ПО 3.	Выполнения сложных слесарных работ при ремонте электрооборудования;		
ПО 4.	Изготовления и нанесение на устройства РЗА и оперативные элементы (ключи, накладки) надписей, указывающих их назначение, в соответствии с диспетчерскими наименованиями;		
ПО 5.	Проверки заданных уставок защит средней сложности под руководством работника более высокой квалификации;		
ПО 6.	Проверки и регулирование при необходимости механических характеристик устройств (люфтов, зазоров, провалов, растворов, прогибов) в лаборатории под руководством работника более высокой квалификации;		
ПО 7.	Работы по техническому обслуживанию защит средней сложности, устранение механических дефектов электрических схем;		
ПО 8.	Разборки, сборки, технического обслуживания и устранения дефектов оборудования, смонтированного на панелях защит средней сложности;		
ПО 9	Ремонта и технического обслуживания комплектных испытательных устройств для проверки защит средней сложности, устройств электромагнитной и электромеханической блокировки;		
ПО 10	Частичного ремонта устройств сложных релейных защит;		
Уметь:			

У1.	настраивать электромеханические устройства РЗА;	Регулирование и проверка механических характеристик устройств РЗА; Проведение работ по техническому обслуживанию комплектных испытательных устройств для проверки защит средней сложности, устройств электромагнитной и электромеханической блокировки	Тестирование, устный опрос; экспертное наблюдение и оценивание выполнения практических и лабораторных работ; реферат; экспертное наблюдение и оценка при выполнении работ по учебной и производственной практике; квалификационный экзамен
У2.	проверять работоспособность микроэлектронных устройств РЗА;		
У3.	работать с измерительной и испытательной аппаратурой;		
У4.	работать со слесарным и монтерским инструментами;		
У5.	разделывать, сращивать, изолировать и паять провода устройств РЗА электрических сетей;		
У6.	снимать показания и строить векторные диаграммы в цепях тока и напряжения;		
У7.	работать в бригаде;		
У8.	производить работы с соблюдением требований безопасности;		
У9.	проводить ревизию дефектов оборудования, смонтированного на панелях защит средней сложности;		
У10.	проводить сборку испытательных схем для проверки, наладки защит средней сложности и устройств автоматики, измерительных трансформаторов, приводов высоковольтных выключателей и испытания изоляции цепей вторичной коммутации;		
У11.	разбирать и собирать механические и электрические части устройств РЗА		
Знать:			
З1.	общие сведения о материалах, применяемых при ремонте устройств РЗА;		Тестирование, устный опрос; экспертное наблюдение и оценивание выполнения практических и лабораторных работ; реферат; экспертное наблюдение и оценка при выполнении работ по учебной и производственной практике; квалификационный экзамен
З2.	общие сведения об источниках и схемах питания оперативного тока, применяемых на объектах электроэнергетики;		
З3.	порядок выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту защит средней сложности;		
З4.	правила технического обслуживания устройств РЗА;		
З5.	правила технической эксплуатации электрических станций и сетей российской федерации в области устройств РЗА;		
З6.	сведения об устройствах РЗА,		

	применяемых на объектах электроэнергетики;		
37.	технические характеристики обслуживаемого оборудования РЗА;		
38.	требования к устройствам сетевой автоматики, их назначение;		
39.	требования к точности трансформаторов тока;		
310.	условия селективности действия защитных устройств электрической сети.		

2. Оценка освоения междисциплинарного курса

2.1. Формы и методы оценивания

Предметом оценки освоения МДК являются умения и знания.

Контроль и оценка этих дидактических единиц осуществляются с использованием следующих форм и методов: тестирование, устный опрос; экспертное наблюдение и оценивание выполнения практических и лабораторных работ; реферат; экспертное наблюдение и оценка при выполнении работ по учебной и производственной практике; квалификационный экзамен.

Указываются формы оценки для проведения текущего контроля, промежуточной аттестации по МДК (если она предусмотрена).

2.2. Перечень заданий для оценки освоения профессиональных модулей

Перечень практических занятий по МДК.03.01 Релейная защита и автоматические системы управления устройствами электроснабжения

Раздел/Тема МДК	Тема практического/лабораторного занятия	Кол-во часов	Результаты освоения
Раздел 1. Основные понятия и виды релейных защит (РЗ)			
Тема 1.2 Основные элементы РЗ	Практическое занятие 1 «Изучение конструкции и технических данных реле, применяемых в схемах РЗ»	**2**	ОК 01; ОК 02; ОК 04; ОК 05; ОК 07; ОК 09; ПК 3.1; ПК 3.2; ЛР 20, ЛР 21, ЛР 28, ЛР 30, ЛР 32, ЛР 40
	Практическое занятие 2 «Исследование работы реле тока»	**2**	ОК 01; ОК 02; ОК 04; ОК 05; ОК 07; ОК 09; ПК 3.1; ПК 3.2; ЛР 20, ЛР 21, ЛР 28, ЛР 30, ЛР 32, ЛР 40
	Практическое занятие 3 «Исследование работы реле напряжения»	**2**	ОК 01; ОК 02; ОК 04; ОК 05; ОК 07; ОК 09; ПК 3.1; ПК 3.2; ЛР 20, ЛР 21, ЛР 28, ЛР 30, ЛР 32, ЛР 40
	Практическое занятие 4 «Исследование работы реле времени»	**2**	ОК 01; ОК 02; ОК 04; ОК 05; ОК 07; ОК 09; ПК 3.1; ПК 3.2; ЛР 20, ЛР 21, ЛР 28, ЛР 30, ЛР 32, ЛР 40
	Практическое занятие 5 «Исследование работы промежуточного и указательного реле»	**2**	ОК 01; ОК 02; ОК 04; ОК 05; ОК 07; ОК 09; ПК 3.1; ПК 3.2; ЛР 20, ЛР 21, ЛР 28, ЛР 30, ЛР 32, ЛР 40
	Практическое занятие 6 «Исследование работы реле мощности»	**2**	ОК 01; ОК 02; ОК 04; ОК 05; ОК 07; ОК 09; ПК 3.1; ПК 3.2; ЛР 20, ЛР 21, ЛР 28, ЛР 30, ЛР 32, ЛР 40
	Практическое занятие 7 «Исследование работы микропроцессорного устройства защиты»	**2**	ОК 01; ОК 02; ОК 04; ОК 05; ОК 07; ОК 09; ПК 3.1; ПК 3.2; ЛР 20, ЛР 21, ЛР 28, ЛР 30, ЛР 32, ЛР 40
Тема 1.3 Токовые защиты	Практическое занятие 8 «Расчет МТЗ и ТО линии электропередачи»	**4**	ОК 01; ОК 02; ОК 04; ОК 05; ОК 07; ОК 09; ПК 3.1; ПК 3.2; ЛР 20, ЛР 21, ЛР 28, ЛР 30, ЛР 32, ЛР 40

	Практическое занятие 9 «Расчет МТЗ и ТО силового трансформатора»	**4**	ОК 01; ОК 02; ОК 04; ОК 05; ОК 07; ОК 09; ПК 3.1; ПК 3.2; ЛР 20, ЛР 21, ЛР 28, ЛР 30, ЛР 32, ЛР 40
	Лабораторное занятие 1 «Ознакомление с устройством РЕТОМ-21»	**2**	ОК 01; ОК 02; ОК 04; ОК 05; ОК 07; ОК 09; ПК 3.1; ПК 3.2; ЛР 20, ЛР 21, ЛР 28, ЛР 30, ЛР 32, ЛР 40
	Лабораторное занятие 2 «Моделирование МТЗ электрической цепи с помощью автоматического выключателя»	**4**	ОК 01; ОК 02; ОК 04; ОК 05; ОК 07; ОК 09; ПК 3.1; ПК 3.2; ЛР 20, ЛР 21, ЛР 28, ЛР 30, ЛР 32, ЛР 40
	Лабораторное занятие 3 «Моделирование мгновенной токовой отсечки линии электропередач»	**2**	ОК 01; ОК 02; ОК 04; ОК 05; ОК 07; ОК 09; ПК 3.1; ПК 3.2; ЛР 20, ЛР 21, ЛР 28, ЛР 30, ЛР 32, ЛР 40
Раздел 2. Противоаварийная автоматика СЭС			
Тема 2.1 Устройства автоматики в СЭС	Лабораторное занятие 4 «Автоматическое включение резервного питания нагрузки»	**2**	ОК 01; ОК 02; ОК 04; ОК 05; ОК 07; ОК 09; ПК 3.1; ПК 3.2; ЛР 20, ЛР 21, ЛР 28, ЛР 30, ЛР 32, ЛР 40
	Лабораторное занятие 5 «АПВ линии электропередачи»	**2**	ОК 01; ОК 02; ОК 04; ОК 05; ОК 07; ОК 09; ПК 3.1; ПК 3.2; ЛР 20, ЛР 21, ЛР 28, ЛР 30, ЛР 32, ЛР 40
	Лабораторное занятие 6 «Исследование схемы и элементов автоматики трансформатора»	**2**	ОК 01; ОК 02; ОК 04; ОК 05; ОК 07; ОК 09; ПК 3.1; ПК 3.2; ЛР 20, ЛР 21, ЛР 28, ЛР 30, ЛР 32, ЛР 40
	Лабораторное занятие 7 «Ознакомление с оборудованием энергодиспетчерского пункта»	**2**	ОК 01; ОК 02; ОК 04; ОК 05; ОК 07; ОК 09; ПК 3.1; ПК 3.2; ЛР 20, ЛР 21, ЛР 28, ЛР 30, ЛР 32, ЛР 40
	Лабораторное занятие 8 «Ознакомление с аппаратурой телемеханики контролируемого пункта (подстанции)»	**2**	ОК 01; ОК 02; ОК 04; ОК 05; ОК 07; ОК 09; ПК 3.1; ПК 3.2; ЛР 20, ЛР 21, ЛР 28, ЛР 30, ЛР 32, ЛР 40

Критерии оценки практических занятий

«отлично» - ставится при правильном оформлении, правильно, выполненных расчетах, своевременной сдаче и защите и при правильных ответах при защите;

«хорошо» - ставится при незначительных отступлениях в оформлении, одной-двух ошибках в расчетах, своевременной сдаче и защите;

«удовлетворительно» - ставиться при ошибках в оформлении, в расчетах и несвоевременной сдаче, а так же если при защите студент не ответил на три вопроса;

«неудовлетворительно»- при невыполнении задания.

Основные понятия и виды релейных защит (РЗ)

Тема 11.2 Основные элементы РЗ

1. Исследование работы реле тока
2. Исследование работы реле напряжения
3. Исследование работы реле времени

Раздел 12. Релейная защита отдельных элементов системы электроснабжения

Тема 12.1 Релейная защита электрических сетей и оборудования

1. Изучение схемы защиты трансформатора
2. Изучение схемы защиты присоединения
3. Изучение принципиальной схемы защиты линии от междуфазных КЗ

Раздел 13. Противоаварийная автоматика

Тема 13.1 Устройства автоматики в системы электроснабжения

1. Исследование действия максимальной токовой защиты (МТЗ+АПВ) с применением микропроцессорных (цифровых) устройств.

Раздел 14. Техническое обслуживание релейной защиты и автоматики

Тема 14.1 Нормы приемосдаточных испытаний

1.Проверка действия максимальных, минимальных или независимых расцепителей автоматических выключателей
2.Проверка релейной аппаратуры
3.Проверка правильности функционирования полностью собранных схем при различных значениях оперативного тока
4.Испытание контакторов и автоматических выключателей многократными включениями и отключениями
5.Составление технологической последовательности технического обслуживания защитной аппаратуры

8. Задания на практические занятия

Практическое занятие

Раздел 11. Основные понятия и виды релейных защит (РЗ)

Тема 11.2 Основные элементы РЗ

Тема: Изучение конструкции и технических данных реле, применяемых в схемах РЗ.

«**Цель занятия:** научиться составлять сравнительные характеристики различных проводов применяемых на контактной сети.

Исходные данные: тип и узел цепной контактной подвески (задаются преподавателем согласно табл. 1.1, 1.2).

Типы контактных подвесок

Таблица 1.1

Номер варианта	Несущий трос	Контактный провод	Система тока	Тип подвески
Боковой путь				
—	ПБСМ-70	МФ-85	Постоянный Переменный	КС 70
Главный путь				
1	М-120	БрФ-100	Постоянный	КС 140
2	М-95	МФ-100	То же	КС 160
3	М-95	2МФ-100		КС 120
4	М-120	2МФ-100	—»—	КС 140
5	М-120	2МФ-100	—»—	КС 160
6	ПБСМ-95	НлФ-100	Переменный	КС 120

7	М-95	БрФ-100	То же	КС 160
8	ПБСМ-95	БрФ-100	—»-	КС 140
9	М-95	МФ-100		КС 160
10	ПБСМ-95	МФ-100	—»—	КС 140

Таблица 1

Узел цепной контактной подвески

Номер варианта	Узел цепной контактной подвески
1	Анкеровка компенсированной цепной контактной подвески на перегоне (рис. 1.1)
2	Анкеровка полукомпенсированной цепной контактной подвески на боковых путях на станции (рис. 1.2)
3	Средняя анкеровка компенсированной цепной контактной подвески для перегона (рис. 1.3)
4	Средняя анкеровка полукомпенсированной цепной контактной подвески боковых путей станции (рис. 1.1)
5	Крепление несущего троса на неизолированной консоли и на жесткой поперечине (рис. 1.4, 1.5)

Таблица 2

Краткие теоретические сведения

При выборе опорного узла и определении способа анкеровки проводов цепной контактной подвески необходимо учитывать скорости движения поездов по данному участку и то, что чем выше скорость движения поездов, тем большей эластичностью должна обладать цепная контактная подвеска.

Арматура контактных сетей представляет собой комплекс деталей, предназначенных для крепления конструкций, фиксации проводов и тросов, сборки различных узлов контактной сети. Она должна обладать достаточной механической прочностью, хорошей сопрягаемостью, высокой надежностью и такой же коррозийной стойкостью, а для скоростного токосъема — еще и минимальной массой.

Все детали контактных сетей можно разделить на две группы: механические и токопроводящие. К первой группе относятся детали, рассчитанные только на механические нагрузки: клиновой и цанговый зажимы для несущего троса, седла, коуши вилочные, ушки разрезные и неразрезные и т.п.

Ко второй группе — детали, рассчитанные на механические и электрические нагрузки: цанговые зажимы для стыкования несущего троса, овальные соединители, стыковые зажимы для контактного провода, струновые, соединительные и переходные зажимы. По материалу изготовления детали арматуры делятся на чугунные (ковкий или серый чугун), стальные, из цветных металлов и их сплавов (медь, бронза, алюминий, латунь).

Изделия из чугуна имеют защитное антикоррозийное покрытие — горячее оцинкование, а из стали — электролитическое оцинкование с последующим хромированием.

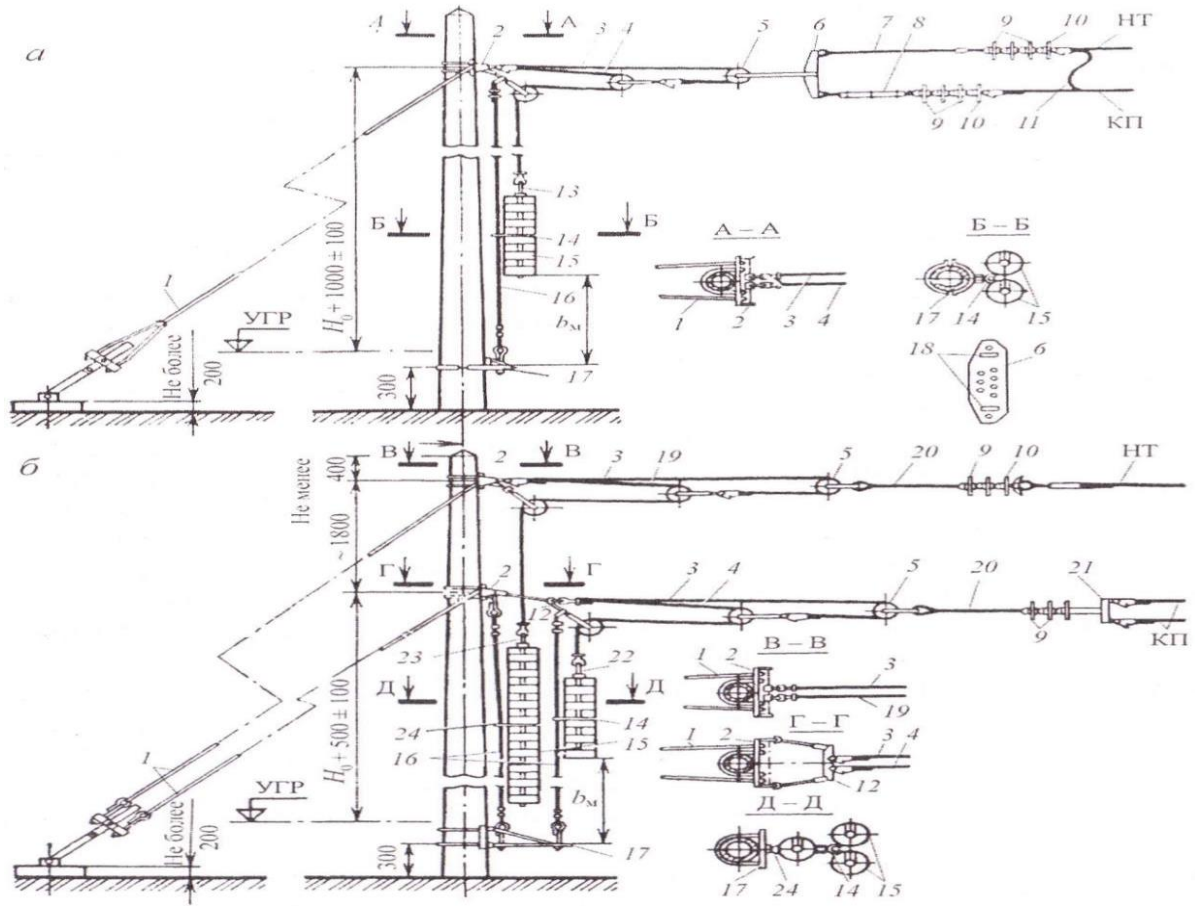


Рис. 1.1. Анкеровка компенсированной цепной контактной подвески переменного (я) и постоянного (6) тока:

1 - оттяжка анкерная; 2- кронштейн анкерный; 3, 4,19-трос компенсатора стальной диаметром 11 мм, длиной соответственно 10,11,13 м; 5 - блок компенсатора; 6 - коромысло; 7 - штанга «ушко - двойное ушко» длиной 150 мм; 8 - пластина регулировочная; 9 - изолятор с пестиком; 10 - изолятор с серьгой; 11 - электрический соединитель; 12 - коромысло с двумя штангами; 13, 22 - хомут соответственно для 25-30 грузов; 14 - ограничитель для гирлянд грузов одинарный (сі) и сдвоенный (б); 15 - груз железобетонный; 16 - трос ограничителя грузов; 17 - кронштейн ограничителя грузов; 18 - монтажные отверстия; 20- штанга «пестик-ушко» длиной 1000 мм; 21 - коромысло для крепления двух контактных проводов; 23 - штанга для 15 грузов; 24 - ограничитель для одинарной гирлянды грузов; H_0 - номинальная высота подвеса контактного провода над уровнем головки рельса; $Ь_м$ - расстояние от грузов до земли или фундамента, м

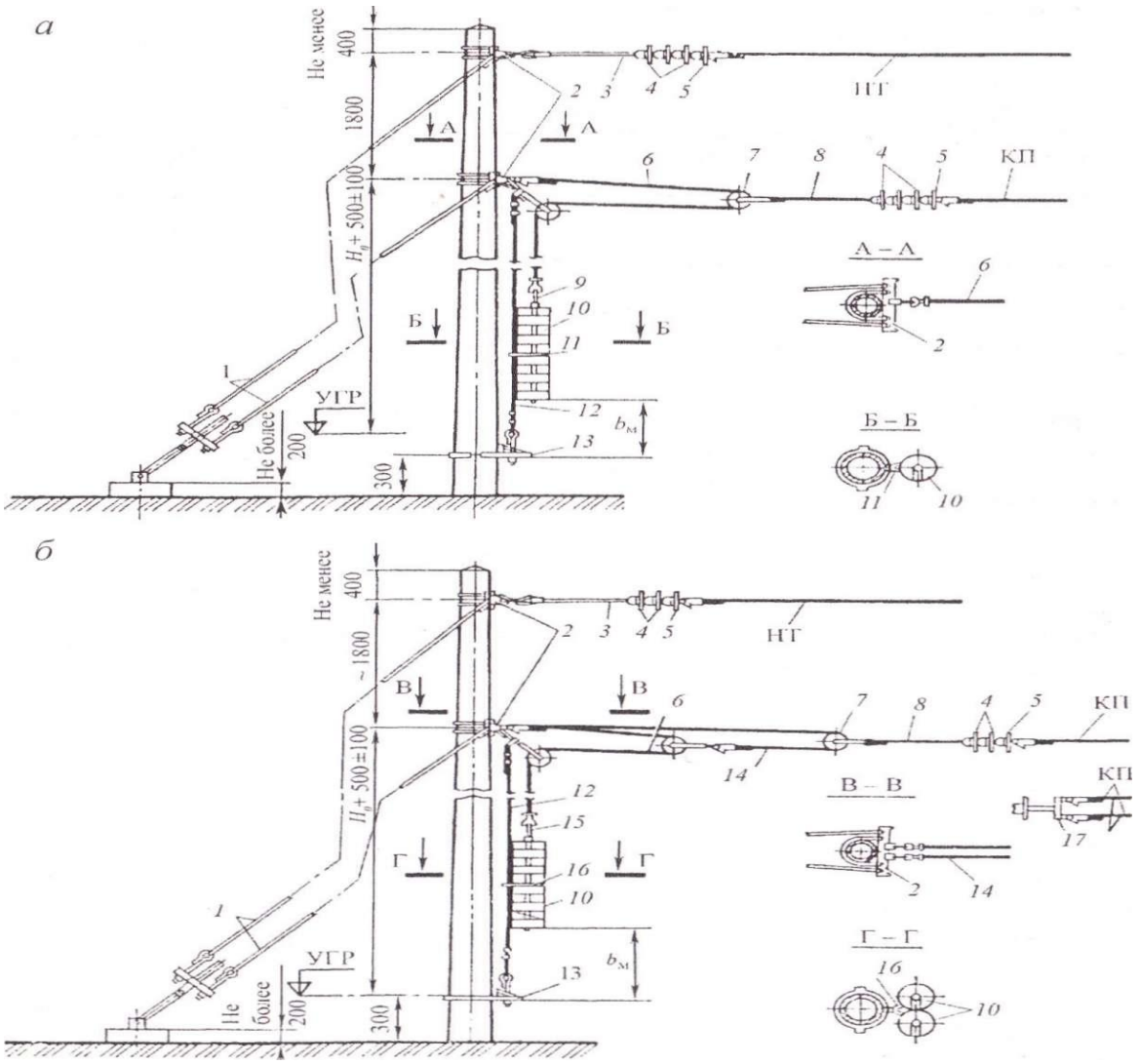


Рис. 1.2. Анкеровка полукомпенсированной цепной подвески переменного тока с двухблочным компенсатором (а) и постоянного тока с трехблочным компенсатором (б):

1 - оттяжка анкерная; ***2*** - кронштейн анкерный; 3 - штанга «пестик - двойное ушко» длиной 1000 мм; 4 - изолятор с пестиком; 5 - изолятор с серьгой; 6 - трос компенсатора стальной диаметром 11 мм; 7- блок компенсатора; 8- штанга «пес- тик-ушко» длиной 1000 мм; 9 - штанга для грузов; 10 - груз железобетонный; I I - ограничитель для одинарной гирлянды грузов; 12 - трос ограничителя грузов; 13 - кронштейн ограничителя грузов; 14 - трос компенсатора стальной диаметром 10 мм, длиной 10 м; 15 - хомут для грузов; 16 - ограничитель для сдвоенной гирлянды грузов; 77 - коромысло для анкеровки двух проводов

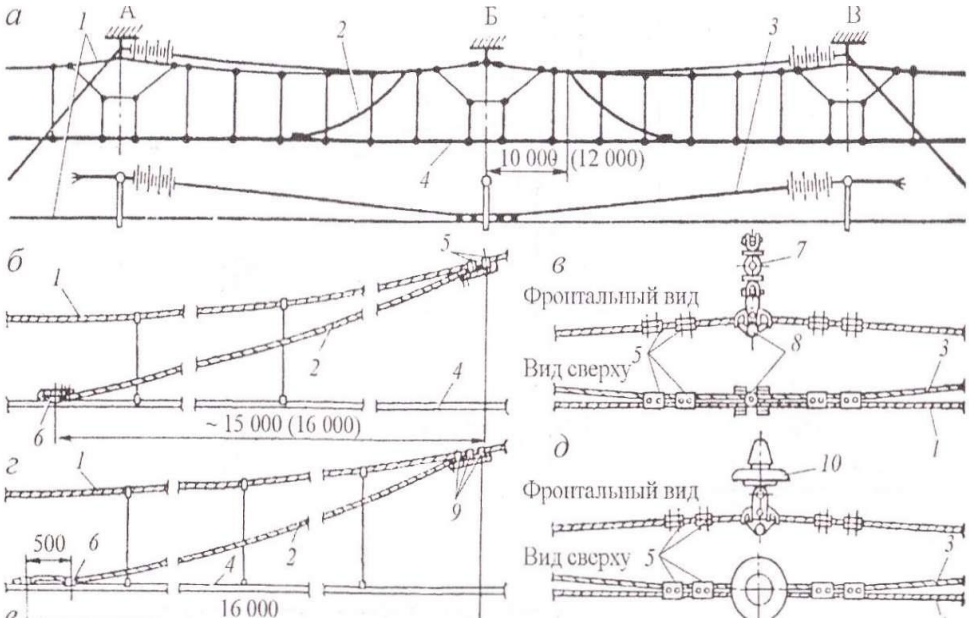


Рис. 1.3. Средняя анкеровка компенсированной (а-д) и полукомпенсированной (е) цепных контактных подвесок; для одинарного контактного провода (б), двойного контактного провода (г); крепление несущего троса и троса средней анкеровки на изолированной консоли (в) и на неизолированной консоли (Э):

1 - основной несущий трос; 2 - трос средней анкеровки контактного провода; 3 - дополнительный трос; 4 - контактный провод; 5 - зажим соединительный; 6 - зажим средней анкеровки; 7- консоль изолированная; 8 - седло двойное; 9 - зажим средней анкеровки для крепления на несущем тросе; 10– изолятор.

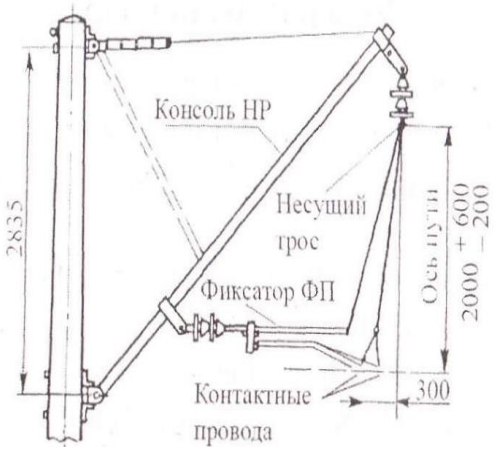


Рис. 1.4. Крепление несущего троса на неизолированной консоли

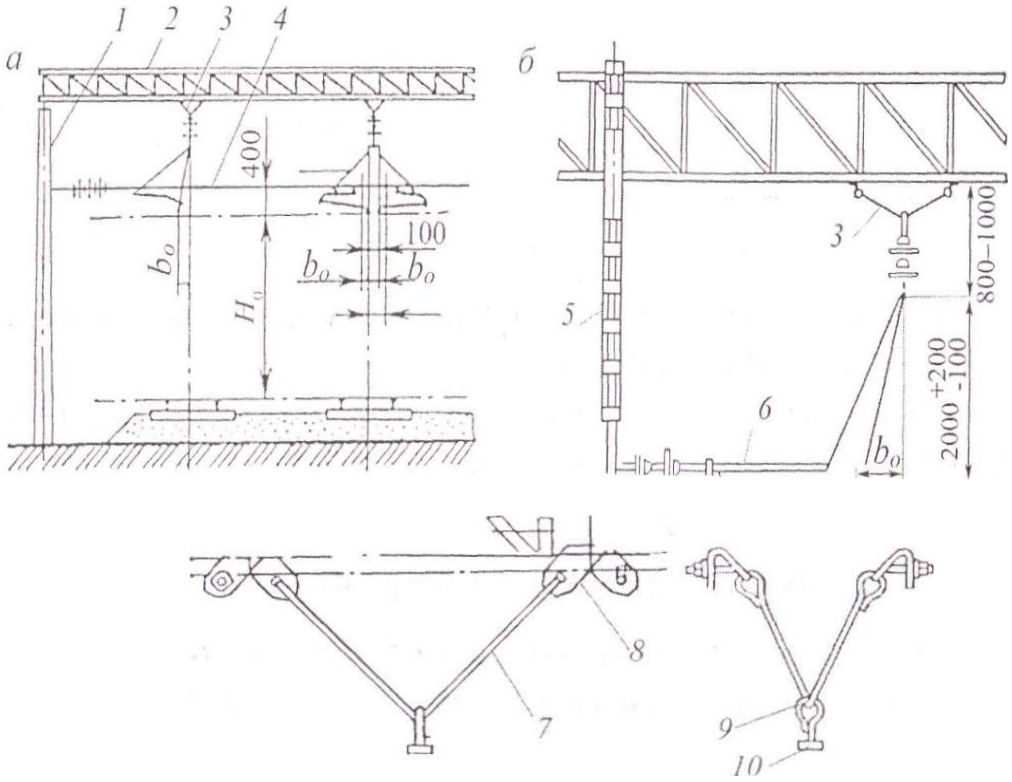


Рис. 1.5. Крепление несущего троса на жесткой поперечине: **а** - общий вид с фиксирующим тросом; **б** - с фиксаторной стойкой; **в –** тре-угольный подвес со скобами: 1 - опора; *2* - поперечина (ригель); 3 - треугольный подвес; 4- трос фиксирующий; 5- стойка фиксаторная; *6* - фиксатор; 7- штанга диаметром 12 мм; *8* - скоба; *9* - серьга с пестиком; *10* - болт крюковой

Порядок выполнения

- Выбрать опорный узел для заданной контактной подвески и зарисовать его со всеми геометрическими параметрами [7, с. 80].
- Подобрать материал и сечение проводов для простых и рессорных струн опорного узла.
- Выбрать, пользуясь [6, 9 или 12], детали для заданного узла, наименование и характеристики которых необходимо занести в табл. 1.3.
- Найти деталь для стыкования контактного провода и соединения несущего троса, которые также занести в табл. 1.3.

Таблица 1.3

Детали для узлов контактной сети

Узел подвески, детали для узла	Наименование детали	N° детали	Материал детали	Примечание

1. Описать назначение и место установки продольных и поперечных электрических соединителей.
2. Описать назначение неизолирующих сопряжений. Зарисовать схему неизолирующего сопряжения и обозначить все основные габариты.
3. Оформить отчет. Сделать выводы.

Контрольные вопросы

1. Какие нагрузки воспринимают детали контактной сети?
2. От чего зависит выбор типа опорного узла цепной контактной подвески?
3. Какими способами можно добиться равномерной эластичности цепной контактной подвески?

4. Почему для несущих тросов можно применять материалы, не обладающие высокой проводимостью?
5. Сформулируйте назначение и типы средних анкеровок.
От чего зависит способ крепления несущего троса на поддерживающей конструкции?

Практическое занятие
Тема 11.2 Основные элементы РЗ
Тема: .Изучение схем питания релейной защиты на оперативном токе
Цель занятия: научиться практически выбирать детали для заданной цепной контактной подвески.

Исходные данные: тип цепной контактной подвески, узел цепной контактной подвески (задаются преподавателем согласно табл. 2, 3).

Таблица 2 **Типы цепных контактных подвесок**

Номер варианта	Несущий трос	Контактный провод	Система тока	Тип подвески
Боковой железнодорожный путь				
—	ПБСМ-70	МФ-85	Постоянный переменный	КС 70
Главный железнодорожный путь				
1	М-120	БрФ-100	постоянный	КС-40
2	М-95	МФ-100	постоянный	КС-160
3	М-95	2МФ-100	постоянный	КС-120
4	М-120	2МФ-100	постоянный	КС-140
5	М-120	2МФ-100	постоянный	КС-160
6	ПБСМ-95	НлФ-100	переменный	КС-120
7	М-95	БрФ-100	переменный	КС-160
8	ПБСМ-95	БрФ-100	переменный	КС-140
9	М-95	МФ-100	переменный	КС-160
10	ПБСМ-95	МФ-100	переменный	КС-140

Таблица 3 **Узел цепной контактной подвески**

Номер варианта	Узел цепной контактной подвески
1	Анкеровка компенсированной цепной контактной подвески на перегоне (рис. 1).
2	Анкеровка полукомпенсированной цепной контактной подвески на боковых железнодорожных путях на железнодорожной станции (рис. 2).
3	Средняя анкеровка компенсированной цепной контактной подвески для перегона (рис. 3)
4	Средняя анкеровка полукомпенсированной цепной контактной подвески боковых железнодорожных путей железнодорожной станции (рис. 3)
5	Крепление несущего троса на неизолированной консоли и на жесткой поперечине (рис. 4, 5).

Краткие теоретические сведения:

Электрические соединители служат для обеспечения надежного контакта проводов во всех случаях, когда требуется обеспечить их параллельное соединение или непрерывность

сечения вдоль электрифицированной линии, а также для обеспечения протекания тока по всем проводам.

Различные электрические соединения и шлейфы, предназначенные для подключения секционных разъединителей, разрядников и других аппаратов к проводам контактной сети, стыковые электрические соединители рельсовой цепи выполняют из медных гибких неизолированных многопроволочных проводов марки МГ.

Провода МГ свивают из нескольких прядей, свитых, в свою очередь, из нескольких тонких медных проволок диаметром 0,52—0,97 мм. Этим обеспечивается большая гибкость проводов МГ по сравнению с проводами марки М. Основные данные медных гибких неизолированных проводов МГ, применяемых в контактной сети, приведены в табл. 2.13 [5].

Звеньевые струны цепных подвесок изготавливают из сталемедной проволоки БСМ1 или БСМ2 диаметром 4 мм. Рессорные струны (тросы) выполняют из сталемедной проволоки диаметром 6 мм. Основные данные биметаллических сталемедных проволок приведены в табл. 2.14 [5].

Арматура контактных сетей представляет собой комплекс деталей, предназначенных для крепления конструкций, фиксации проводов и тросов, сборки различных узлов контактной сети. Арматура должна обладать достаточной механической прочностью, хорошей сопрягаемостью, высокой надежностью и такой же коррозийной стойкостью, а для скоростного токосъема — еще и минимальной массой.

Все детали контактных сетей можно разделить на две группы: механическую и токопроводящую.

К первой группе относятся детали, рассчитанные на чисто механические нагрузки. К ней относятся: клиновой зажим, цанговый зажим для несущего троса, седла, коуши вилочные, ушки разрезные и неразрезные и т.п.

Ко второй группе относятся детали, рассчитанные на механические и электрические нагрузки. К ней относятся: цанговые стыковые зажимы для стыкования несущего троса, овальные соединители, стыковые зажимы для контактного провода, струновые, соединительные и переходные зажимы. По материалу изготовления детали арматуры делятся на чугунные (ковкий или серый чугун), стальные, из цветных металлов и их сплавов (медь, бронза, алюминий, латунь).

Изделия из чугуна имеют защитное антикоррозийное покрытие — горячее оцинкование, а из стали — электролитическое оцинкование с последующим хромированием.

Порядок выполнения:

1. Выбрать материал и сечение проводов для простых и рессорных струн опорного узла цепной контактной подвески для главных железнодорожных путей железнодорожной станции.
2. Выбрать детали для заданного узла, пользуясь [9] и занести их в табл. 4.
3. Выбрать деталь для стыкования контактного провода и соединения несущего троса и занести их в табл. 4.

Детали для узлов контактной подвески

Узел подвески, детали для узла	Наименование детали	№ детали по каталогу	Материал детали	Примечание

4. Описать назначение и место установки продольных и поперечных электрических соединителей.

Содержание отчета:

1. Описание выбора материала и сечения проводов для простых и рессорных струн опорного узла цепной контактной подвески для главных железнодорожных путей

железнодорожной станции.
2. Описание выбора деталей для заданного узла цепной контактной подвески.
3. Описание выбора деталей для стыкования контактного провода и соединения несущего троса.
4. Формулировка назначения продольных и поперечных электрических соединителей и места их установки.
5. Выводы.

Контрольные вопросы:
1. Какие нагрузки воспринимают детали контактной сети?
2. Объясните назначение и виды электрических соединителей.
3. Какими способами можно сделать эластичность цепной контактной подвески равномерной?
4. Почему для несущих тросов можно применять материалы, не обладающие высокой проводимостью?
5. Сформулируйте понятия назначения и типов средних анкеровок.
6. От чего зависит способ крепления несущего троса на поддерживающей конструкции?

Практическое занятие

Тема 11.3 Токовые защиты

Тема: «Изучение схемы МТЗ линии»

Цель занятия: научиться выбирать фиксаторы для промежуточных, переходных опор и опор расположенных под мостом.

Исходные данные: исходные данные выбираются из табл. 5 согласно положению фамилии обучающегося в журнале.

Таблица 5

Исходные данные

Вариант Рельеф	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кривая R, м	300	700	1200	1400	1100	500	900	1500	1800	800
Длина пролета, м	40	50	60	70	70	35	50	65	70	60
Скорость ветра, м/с	22	25	29	32	36	22	25	29	32	36
Возвышение наружного рельса над внутренним для всех вариантов принять 40 мм										

Краткие теоретические сведения

Устройства, с помощью которых контактные провода удерживаются в горизонтальной плоскости в требуемом положении относительно оси железнодорожного пути (оси токоприемника), называются фиксаторами.

На главных железнодорожных путях перегонов и железнодорожных станций и приемоотправочных железнодорожных путях, где скорость движения превышает 50 км/ч, устанавливают сочлененные фиксаторы, состоящие из основных и легких дополнительных стержней, связанных непосредственно с контактным проводом.

Прямые фиксаторы используют при минусовых (к опоре) зигзагах контактного провода или при горизонтальном усилии, направленном от опоры в случае изменения направления контактного провода; обратные фиксаторы — при плюсовых (от опоры) зигзагах контактного провода или горизонтальном усилии к опоре (поддерживающему устройству).

При больших усилиях (более 200 Н) от изменения направления контактного провода на внешней стороне кривой монтируют гибкие фиксаторы. В Правилах устройства и технической

эксплуатации контактной сети [2] определены условия установки гибких фиксаторов. Эти условия приведены в табл. 6.

В обозначениях фиксаторов буквы и цифры указывают на его конструкцию, напряжение в контактной сети, для которого он предназначен, и геометрические размеры: Ф — фиксатор, П — прямой,

О — обратный, А — анкеруемой ветви, Т — троса анкеруемой ветви, Г — гибкий, С — воздушных стрелок, Р — ромбовидных подвесок, И — изолированных консолей, У — усиленный, цифра 3 — на напряжение 3 кВ (для линий постоянного тока), 25 — на напряжение 25 кВ (для линий переменного тока); римские цифры I, II, III и т.д. — характеризуют длину основного стержня фиксатора.

Условия установки гибких фиксаторов

Расчетная скорость ветра, м/с	Максимальный радиус кривой, м, при котором производится установка гибких фиксаторов, при длине пролета, м			
	40	50	60	70
До 25	900/1150	1000/1150	1100/1250	1150/1350
30	750/850	800/950	850/1050	900/1100
35	600/750	650/800	650/850	-/850
40	500/600	500/650	550/700	-
45	400/500	450/550	-/550	-
50	350/450	350/450	-	-

Примечания. В числителе указаны радиусы для одного контактного провода, в знаменателе — для двух. Прочерки означают, что в этих условиях установка гибких фиксаторов не допускается.

Длины основных стержней фиксаторов выбирают в зависимости от габарита установки опор, направления зигзага контактного провода, длины дополнительного стержня. Длина дополнительного стержня принята 1200 мм.

Фиксаторы для изолированных консолей отличаются от фиксаторов для неизолированных консолей тем, что на конце основного стержня, обращенном к консоли, вместо стержня с нарезкой для соединения с изолятором приварено ушко для соединения с консолью.

Габарит опор и сооружений — это расстояние от оси крайнего железнодорожного пути до внутреннего края фундаментов или опор контактной сети. На перегонах и железнодорожных станциях это расстояние должно быть не менее 3,1 м, а в снегозаносимых выемках и на выходах из них на длине 100 м не менее 5,7 м. На кривых участках железнодорожного пути указанные расстояния увеличиваются в соответствии с габаритным уширением.

Определить габарит опор контактной сети следует, пользуясь табл. 7.

Определение габаритов опор контактной сети

Радиус кривой, м	Расстояние Г (габарит) на прямом участке пути, мм	Увеличение расстояния Г при любом возвышении наружного рельса (наружная сторона кривой), мм	Увеличение расстояния Г при возвышении наружного рельса (внутренняя сторона кривой),			
			40	60	80	100

1500	2450	25	110	160	215	270
	2750-3100	25	80	120	160	200
1200	2350	30	115	165	220	275
	2750-3100	30	85	125	165	205
1000	2450	35	120	175	225	280
	2750-3100	35	90	130	170	210
800	2450	45	30	180	235	290
	2750-3100	45	100	140	180	220
600	2450	60	145	195	250	305
	2750-3100	60	115	155	195	235
400	2450	90	175	225	280	335
	2750-3100	90	145	185	225	265

Порядок выполнения

1. Определить габариты опор для прямого участка железнодорожного пути, для опоры на внешней и внутренней сторонах кривой.
2. Подобрать типовые фиксаторы для установки на промежуточной опоре контактной сети на участке переменного тока:
   — на прямом участке железнодорожного пути;
   — на внутренней стороне кривой;
   — на внешней стороне кривой.

Считать на прямом участке железнодорожного пути зигзаг к опоре контактной сети.

Данные свести в табл. 8.

Подбор типовых фиксаторов для пунктов 2—4 следует производить, пользуясь [8, с. 49, приложение 5].

Подбор типовых фиксаторов

№ п/п	Тип опоры	Место установки опоры и ветвь подвески	Габарит опоры	Тип фиксатора
1	Промежуточная опора	Прямая		
		Внешняя сторона кривой		

		Внутренняя сторона кривой		
2	Переходная опора, неизолирующее сопряжение	Опора А: рабочая ветвь		
		Анкеруемая ветвь		
		Опора Б: рабочая ветвь		
		Анкеруемая ветвь		
3	Опора средней анкеровки	Прямая		

3. Подобрать типовые фиксаторы для установки на переходных опорах неизолирующего сопряжения участка контактной сети переменного тока, на прямом участке железнодорожного пути.
   Данные свести в табл. 8.
4. Начертить схему средней анкеровки и подобрать фиксаторы для опоры средней анкеровки компенсированной контактной подвески переменного тока на прямом участке железнодорожного пути.
   Данные свести в табл. 8.

Содержание отчета

1. Описание определения габаритов опор для прямого участка железнодорожного пути, для опоры на внешней и внутренней сторонах кривой.
2. Описание подбора типовых фиксаторов для установки на промежуточной опоре контактной сети на различных участках переменного тока.
3. Описание подбора типовых фиксаторов для установки на переходных опорах неизолирующего сопряжения участка контактной сети переменного тока, на прямом участке железнодорожного пути.
4. Схема средней анкеровки и подбор фиксаторов для опоры средней анкеровки компенсированной контактной подвески переменного тока на прямом участке железнодорожного пути.
   Заполненная табл. 8.

Выводы.

Контрольные вопросы

1. Какими бывают поддерживающие конструкции контактной сети?
2. Назовите преимущества изолированных консолей контактной сети.
3. Какие фиксаторы следует выбирать на кривых участках железнодорожного пути малых радиусов и почему?
4. На какую нагрузку работает дополнительный стержень фиксатора?
5. От чего зависит выбор типа консоли и типа фиксатора для опоры контактной сети?
6. От чего зависит выбор типа тяги консоли для опоры контактной сети?

Практическое занятие
11.3 Токовые защиты
Тема:.Изучение схемы токовой отсечки линии с односторонним питанием
Цель работы: научиться рассчитывать нагрузки, действующие на провода цепной контактной подвески, определять коэффициенты для расчета в различных режимах воздействия нагрузок.

Исходные данные: в качестве исходных данных выбирается:

Тип цепной контактной подвески главных железнодорожных путей на железнодорожной станции по табл. 2;

Типы ветрового и гололедного районов согласно вариантам указаны в табл. 9;

Нормативные значения толщины стенки гололеда и скорости ветра в табл. 10.

Типы ветрового и гололедного районов

Номер варианта	Ветровой район	Гололедный район
1	I	II
2	II	1
3	III	II
4	IV	III
5	V	II

Таблица 10

Нормативные значения толщины стенки гололеда и скоростей ветра

Номер гололедного или ветрового районов	Нормативная толщина стенки гололеда,$b_н$ мм	Нормативная скорость ветра,	
		Максимальная V_{max}	При гололеде $V_г$
I	5	22	13
II	10	25	14
III	15	29	15
IV	20	32	18
V	25	36	19

Краткие теоретические сведения

Для контактной сети решающими являются нагрузки климатического характера: ветер, гололед и температура воздуха, действующие в разных сочетаниях. Эти нагрузки имеют случайный характер: их расчетные значения за какой-либо период времени могут быть определены статистической обработкой данных наблюдений в районе электрифицированной линии.

Нагрузки, действующие на провода контактной сети, делятся на постоянные, кратковременные и особые.

К постоянным нагрузкам относятся: нагрузки от веса конструкций, веса проводов, веса и давления грунтов, горного давления.

К кратковременным нагрузкам относятся: ветровые нагрузки, гололедные нагрузки, температурные климатические воздействия. К особым нагрузкам относятся: сейсмические и взрывного воздействия; нагрузки, возникающие от повреждения конструкций и т.п.

Для установления расчетных климатических условий пользуются картами районирования территории России, для упрощенных расчетов варианты задаются преподавателем.

Нагрузка от веса проводов является равномерно распределенной вертикальной нагрузкой, которую можно определить, пользуясь справочной литературой.

Рекомендуемая величина нагрузки от струновых зажимов (gc) составляет 0,05 даН/м при одном контактном проводе.

Нагрузку от собственного веса цепной контактной подвески (gn) можно рассчитать по формуле:

$$g_п = g_{НТ} + n(g_{КП} + g_c) = (даН / м)$$

где п — число контактных проводов;

$g_{кп}$ — нагрузка от собственного веса контактного провода;

$g_{нт}$ — нагрузка от собственного веса несущего троса.

Для выполнения расчета нагрузки от собственного веса несущего троса и собственного веса контактного провода необходимо выбрать из справочной литературы.

Вес контактного провода ($g_{кп}$) и вес несущего троса ($g_{нт}$) определяется в зависимости от марки провода по таблице [7, с. 166, табл. П1].

Например, для несущего троса ПБСМ-70: $g_{нт}$ = 0,586 даН/м; для контактного провода МФ-85: $g_{кп}$ = 0,74 даН/м.

Гололедная нагрузка вызывается гололедом, представляющим собой слой плотного льда стекловидного строения с плотностью 900 кг/м3. Для расчетов принимаем, что гололед выпадает цилиндрической формы с равномерной толщиной стенки льда, по воздействию нагрузка является вертикальной.

На толщину стенки гололеда на проводах оказывает влияние диаметр проводов. Поэтому при определении толщины стенки гололеда на проводах и тросах разных диаметров заданную толщину стенки гололеда умножают на коэффициент к.'.

На интенсивность гололедных образований большое влияние оказывают высота расположения провода над поверхностью земли. Поэтому при расчете толщины стенки гололеда на проводах, расположенных на насыпях, значение толщины стенки гололеда следует также умножить на поправочный коэффициент к".

Расчетную гололедную нагрузку на провода контактной сети следует умножить на коэффициент перегрузки «г, учитывающий изменение гололедной нагрузки в зависимости от рельефных условий расположения цепной контактной подвески.

Коэффициенты перегрузки $n_г$ принимают:

$n'_г$ = 1,25 — для участков контактной сети, сооружаемых в местах с явно выраженным усилением гололедной нагрузки (возвышенности и перевалы, резко выделяющихся над окружающей местностью, наветренные склоны возвышенностей и речных долин, вершины холмов, насыпи высотой более 5 м); таким образом, гололедную нагрузку увеличивают на 25 % по сравнению с принятой для данного района;

$n''_г$ = 0,75 — для участков контактной сети, расположенных в котловинах, узких долинах, проходящих меридиально, в местах сплошной застройки, в лесных массивах, не подлежащих вырубке, в выемках глубиной более 6 м, а также при наличии снегозащитных лесных полос вдоль железной дороги с высотой деревьев или зданий, превышающей высоту подвески контактного провода; таким образом, гололедную нагрузку уменьшают на 25 %.

Ветровые нагрузки на провода контактной сети зависят как от средней скорости ветра, так и от характера поверхности окружающей местности и высоты расположения проводов над землей. В соответствии со строительными нормами и правилами «Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования» расчетную скорость ветра для заданных условий (высоты расположения проводов над поверхностью и шероховатости поверхности окружающей местности) определяют умножением нормативной скорости ветра на коэффициент к., зависящий от высоты расположения проводов над поверхностью земли и от ее шероховатости.

Ветровая нагрузка на провода цепной контактной подвески является горизонтальной нагрузкой.

Из разного сочетания метеорологических условий, действующих на провода контактной сети, можно выделить три расчетных режима, при которых усилие (натяжение) в несущем тросе может оказаться наибольшим, т.е. опасным для прочности троса:

режим минимальной температуры — сжатие троса;

режим максимального ветра — растяжение троса;

режим гололеда с ветром — растяжение троса.

Для этих расчетных режимов и определяют нагрузки, действующие на несущий трос. В режиме минимальной температуры несущий трос испытывает нагрузку только вертикальную — от собственного веса; ветер и гололед отсутствует — в режиме максимального ветра на несущий трос действует вертикальная нагрузка от веса проводов контактной подвески и горизонтальная нагрузка от давления ветра на несущий трос, гололед отсутствует. В режиме гололеда с ветром на несущий трос действуют вертикальные нагрузки от собственного веса проводов контактной подвески, от веса гололеда на проводах подвески и горизонтальная нагрузка от давления ветра на несущий трос, покрытый гололедом при соответствующей скорости ветра.

Рассчитать нагрузки, действующие на провода цепной контактной подвески, определить коэффициенты для расчета в различных режимах воздействия нагрузок можно по приведенным ниже формулам.

Нагрузку на несущий трос от веса гололеда можно определить по формуле:

$$g_{ГНТ} = n_г 0{,}009 \times \pi \times b_p \left(d + b_p\right)$$

где $n_г$ —коэффициент перегрузки, учитывающий влияние высоты расположения провода над землей на интенсивность гололедных образований;

$n_г$ = 1 — для железнодорожной станции, расположенной на нулевом месте.

b_p-толщина стенки гололеда на несущем тросе

d-диаметр несущего троса (справочник)

Расчетная толщина корки гололеда:

$$b_p = \kappa'_г \kappa''_г b_н, (мм)$$

где $\kappa'_г$ — коэффициент, учитывающий влияние диаметра НТ на толщину гололедных образований

Диаметр провода , троса, мм	5	10	20	30
Поправочный коэффициент	1,1	1	0,9	0,8

Например, для несущего троса М-120, диаметром 14 мм, поправочный коэффициент будет равен 0,96.

$\kappa''_г$ — коэффициент, учитывающий влияние высоты расположения контактного провода на толщину гололедных образований (на насыпи)

Выемка глубиной, м

7 и более- 0,6

5- 0,75

Участи защищенные лесом, зданиями , станционными постройками-0,8

Нулевые места, насыпи до 5 метров, выемки-1

Насыпи высотой, м

5-1,1

10-1,3

15-1,35

$b_н$-нормативная толщина стенки гололеда (табл.10)

Расчетную толщину стенки гололеда с учетом поправочных коэффициентов допускается округлять до ближайшей целой цифры.

На контактных проводах расчетную толщину стенки гололеда устанавливают равной 50 % толщины стенки, принятой для прочих проводов контактной сети, так как здесь учитывается уменьшение гололедообразования за счет движения электропоездов и плавки гололеда (если таковая имеется).

Нагрузку на контактный провод от веса гололеда можно рассчитать по формуле:

$$g_{ГКП} = n_г 0{,}0009\pi \frac{b_p}{2}\left(d_{ср} + \frac{b_p}{2}\right)$$ где $$d_{ср} = \frac{A+H}{2}$$ — средний диаметр КП;

А и Н — ширина и высота сечения (соответственно) для контактного провода.

Основные данные проводов

Марка провода	Площадь расчетного сечения провода $S_р$, мм^2	Высота сечения H, мм, или диаметр d, мм	Ширина сечения A, мм	Линейная нагрузка от веса провода g, Н/м	$24\alpha \cdot 10^{-6}$, 1/°С	α ES, Н/^{0}С	Разрушающая нагрузка при растяжении проводов R, кН
1	2	3	4	5	6	7	8
ПБСА-50/70	117	14,0	–	6,8	330	24,13	48,0
ПБСМ-70	69,9	11,0	–	6,1	319	13,82	48,7
ПБСМ-95	90,6	12,5	–	7,8	319	17,93	62,9
М-35	34,6	7,5	–	3,11	408	–	35,3
М-70	67,7	10,7	–	6,12	408	–	37,0
М-95	92,5	12,6	–	8,4	408	17,38	33,5
М-120	117,0	14,0	–	10,6	408	21,98	41,06
МФ-85	85	10,8	11,76	7,6	408	18,78	31,3
МФ-100	100	11,8	12,8	8,9	408	22,10	36,26
МФО-100	100	10,5	14,92	8,9	408	22,10	36,26
МФ-120	120	12,9	13,9	10,7	408	22,10	42,9
МФ-150	150	14,5	15,5	13,4	408	33,15	53,0
БрМгФ-85	85	10,8	11,76	7,6	408	18,78	35,8
БрМгФ-100	100	11,8	12,8	8,9	408	22,10	41,16
БрМгФ-120	120	12,9	13,9	8,9	408	26,6	49,6
БрФ-150	150	14,5	15,5	13,4	408	33,3	59,0
НлОлФ-85	85	10,8	11,76	7,6	408	18,78	32,1
НлОлФ-100	100	11,8	12,8	8,9	408	22,10	37,73
НлОлФО-100	100	10,5	14,92	8,9	408	22,10	37,73
НлОлФ-120	120	12,9	13,9	10,7	408	22,10	44,6

Нагрузку от веса всех проводов цепной контактной подвески, покрытых гололедом можно рассчитать по формуле:

$$g_{ГП} = g_П + g_{ГНТ} + g_{ГКП} \times n$$

Ветровую нагрузку на несущий трос при максимальном ветре можно рассчитать по формуле:

$$P_{НТ} = C_X \frac{(K_V \times V_{max})^2}{16} \times \frac{d}{1000} =, даН / м,$$

где C_X = 1,2 — аэродинамический коэффициент лобового сопротивления ветру, отнесенный к площади сечения провода;

Таблица П6

Аэродинамический коэффициент лобового сопротивления провода ветру C_x

Провода	Коэффициент C_x
Одиночные провода и тросы диаметром более/менее 20 мм, а также провода и тросы, покрытые гололедом	1,1/1,2
Одиночные контактные провода и несущие тросы контактной подвески с учетом зажимов и струн	1,25
Одиночные овальные контактные провода	1,15
Одиночные контактные провода сечением 150 мм^2	1,30
Двойные контактные провода при расстоянии между ними 40 мм на нулевых местах и насыпях до /более 5 м	1,55/1,85

Провода	Коэффициент C_X
Одиночные провода и тросы диаметром более/менее 20 мм, а также провода и тросы, покрытые гололедом	

V_{max}-нормативная скорость ветра при гололеде

Ветровой район России	1	2	3	4	5
Нормативная скорость ветра при гололеде	13	14	15	18	19

K_V — коэффициент ветрового воздействия в зависимости от рельефа местности

Характеристика местности и значение шероховатости Z_0	Значение коэффициента k_v для различного профиля уч.					
	Выемка глубиной, м		Нулевое место	Насыпи, эстакады, высотой, м		
	7 и более	До 5		До 5	До 10	До 15
Открытая ровная поверхность без растительности; поверхность озер, водоемов и морей , пойма крупных рек Z_0=0,05 м	0,98	1,1	1,26	1,35	1,43	1,3
Степь, равнина, луг Z_0=0,1м	0,8	0,93	1,1	1,18	1,21	1,3
Открытая равнинная местность с невысоким (до 4-5 м) редким лесом , кустарником: Z_0=0,15м	0,7	0,83	1,0	1,09	1,16	1,22
Открытая холмистая или равнинная местность с редким лесом высотой 6-7 м, садами, парками: Z_0=0,2м	0,65	0,77	0,94	1,03	1,1	1,15
Участки, защищенные лесозащитными насаждениями, не подлежащими вырубке ; станции в пределах станционных построек Z_0=0,5м	0,43	0,55	0,73	0,85	1,0	1,13
Не подлежащие вырубки густой лес с высотой е менее 10 м ; город со зданиями высотой более 10м; Z_0=1,0м	0,27	0,38	0,6	0,78	0,95	1,03

Ветровую нагрузку на контактный провод в режиме максимального ветра можно рассчитать по формуле:

$$P_{КП} = C_X \frac{(K_V \times V_{max})^2}{16} \times \frac{H}{1000}, даН / м,$$

Рассчитать ветровую нагрузку на несущий трос, покрытый гололедом можно по формуле:

$$P_{ГНТ} = C_X \frac{(K_V \times V_Г)^2}{16} \times \frac{(d + 2b_p)}{1000} м,$$

Рассчитать ветровую нагрузку на контактный провод, покрытый гололедом можно по формуле:

$$P_{ГКП} = C_X \frac{(K_V \times V_Г)^2}{16} \times \frac{(H + b_p)}{1000}, даН / м,$$ Расчет проводов на совместное действие вертикальных (масса проводов, гололед) и горизонтальных (давление ветра) нагрузок ведут по суммарным (результирующим) нагрузкам, определяемым геометрическим сложением вертикальных и горизонтальных нагрузок.

Суммарную нагрузку на несущий трос при максимальном ветре можно рассчитать по формуле:

$$q_{v\,max} = \sqrt{g_{П}^{2} + p_{НТ}^{2}}, даН / м$$

Суммарную нагрузку на несущий трос в режиме гололеда с ветром можно рассчитать по формуле:

$$q_{г\,max} = \sqrt{g_{ГП}^{2} + p_{гнт}^{2}}, даН / м$$

Порядок выполнения

1. Рассчитать нагрузку от собственного веса цепной контактной подвески.
2. Рассчитать нагрузку на несущий трос от веса гололеда.
3. Рассчитать нагрузку на контактный провод от веса гололеда.
4. Рассчитать нагрузку от веса всех проводов цепной контактной подвески, покрытых гололедом.
5. Рассчитать ветровую нагрузку на несущий трос в режиме максимального ветра.
6. Рассчитать ветровую нагрузку на контактный провод в режиме максимального ветра.
7. Рассчитать ветровую нагрузку на несущий трос, покрытый гололедом.
8. Рассчитать ветровую нагрузку на контактный провод, покрытый гололедом.
9. Рассчитать суммарную нагрузку на несущий трос при максимальном ветре.
10. Рассчитать суммарную нагрузку на несущий трос в режиме гололеда с ветром.

Содержание отчета

1. Расчет нагрузки от собственного веса цепной контактной подвески.
2. Расчет нагрузки на несущий трос от веса гололеда.
3. Расчет нагрузки на контактный провод от веса гололеда.
4. Расчет нагрузки от веса всех проводов цепной контактной подвески, покрытых гололедом.
5. Расчет ветровой нагрузки на несущий трос в режиме максимального ветра.
6. Расчет ветровой нагрузки на контактный провод в режиме максимального ветра.
7. Расчет ветровой нагрузки на несущий трос, покрытый гололедом.
8. Расчет ветровой нагрузки на контактный провод, покрытый гололедом.
9. Расчет суммарной нагрузки на несущий трос при максимальном ветре.
10. Расчет суммарной нагрузки на несущий трос в режиме гололеда с ветром.

Выводы.

Контрольные вопросы

1. Поясните, для чего производят расчет нагрузок, действующих на провода контактной сети.
2. Укажите, какие факторы влияют на изменение гололедной нагрузки.
3. Расскажите, что такое коэффициент перегрузки.
4. Поясните, почему на контактном проводе гололедная нагрузка принимается в два раза меньше, чем на несущем тросе.
5. Объясните, от чего зависит величина ветровой нагрузки на провода контактной сети.
6. Поясните, почему при расчете ветровой нагрузки на контактный провод для расчета принимают высоту сечения контактного провода.

Таблица П6

Аэродинамический коэффициент лобового сопротивления провода ветру C_x

Провода	Коэффициент C_x
Одиночные провода и тросы диаметром более/менее 20 мм, а также провода и тросы, покрытые гололедом	1,1/1,2
Одиночные контактные провода и несущие тросы контактной подвески с учетом зажимов и струн	1,25
Одиночные овальные контактные провода	1,15
Одиночные контактные провода сечением 150 мм^2	1,30
Двойные контактные провода при расстоянии между ними 40 мм на нулевых местах и насыпях до /более 5 м	1,55/1,85

Практическое занятие
Раздел 12. Релейная защита отдельных элементов системы электроснабжения
Тема 12.1 Релейная защита электрических сетей и оборудования
Тема: Изучение схемы защиты присоединения.
Цель работы: научиться рассчитывать и выбирать длины пролетов цепной контактной подвески.
Исходные данные: в качестве исходных данных выбираются данные проводов по табл. 2 и нагрузки, рассчитанные в практическом занятии № 4.

Исходные данные сводим в табл. 11.

Тип контактной подвески	Нагрузки, действующие на провода цепной контактной подвески, даН/м									Натяжение проводов, даН	
	$g_{КП}$	$P_{КП}$	$P_{НТ}$	$P_{ГКП}$	$P_{ГНТ}$	g_n	$g_{ГП}$	g_{vmax}	$g_{Гmax}$	несущего троса	Контактного провода
Тип подвески по регулировке натяжения проводов — полукомпенсированная											
Конструктивная высота цепной контактной подвески переменного тока, h = 1,8 м											
Конструктивная высота цепной контактной подвески постоянного тока, h = 2,2 м											
Переменный ток — консоли изолированные											
Постоянный ток — консоли неизолированные, количество изоляторов в гирлянде — 2 шт.											

Натяжение проводов цепной контактной подвески следует выбрать, пользуясь [7, с. 170, табл. П4].

Краткие теоретические сведения

Нормальное взаимодействие токоприемников с контактными подвесками при ветре может быть нарушено вследствие больших горизонтальных отклонений контактного провода от оси токоприемника, длительных устойчивых вертикальных колебаний проводов

/ кон-

цепных подвесок в пролетах. При сильном ветре может произойти обрыв или вследствие касания заземленных конструкций пережог проводов.

Чтобы обеспечить ветроустойчивость контактной подвески, необходимо правильно выбрать длины пролетов. От длины пролетов зависит и стоимость сооружения и эксплуатации контактной сети. Поэтому при проектировании контактной сети длины ее пролетов устанавливают всегда по возможности большими, но с учетом ограничений, вызываемых условиями обеспечения надежной работы.

Основными ограничениями являются: допустимое отклонение контактного провода от оси токоприемника в пролете под действием максимального ветра или ветра при гололеде на проводах.

Расчет длин пролетов выполняется для главных и боковых железнодорожных путей железнодорожной станции и перегона, для контактной подвески, расположенной на насыпи и в выемке, а также для подвески на кривом участке железнодорожного пути.

Сначала производится выбор расчетного режима.

Для выбора расчетного режима сравним горизонтальные ветровые нагрузки в двух режимах: в режиме максимального ветра и в режиме гололеда с ветром. Затем по наибольшей нагрузке выберем расчетный режим.

Для расчетов выбираем из табл. 11 необходимые данные.

Сравниваем величины ветровых нагрузок $p_{кп}$ и $p_{ГКП}$ действующих на цепную контактную подвеску в режиме максимального ветра и в режиме гололеда с ветром и выбираем расчетный режим по величине наибольшей нагрузки: $p_{кп}$, $p_{ГКП}$

Если расчетным режимом будет режим максимального ветра, это значит, что наибольшие нагрузки контактная подвеска воспринимает именно в этом режиме. Если расчетный режим — режим гололеда с ветром, то и длину пролета мы будем рассчитывать с учетом нагрузок, возникающих в режиме гололеда с ветром.

Эквивалентная нагрузка — это такая нагрузка, которая вызывает такое же горизонтальное отклонение контактного провода, как и нагрузки, возникающие в контактном проводе от реакции в струне при взаимном ветровом отклонении контактного провода и несущего троса.

Допустим, что эта нагрузка равна нулю, тогда производим расчет максимально допустимой длины пролета без учета эквивалентной нагрузки по формуле:

$$I_{\max} = 2\sqrt{\frac{K}{P_{кп}} * \left[b_{к.доп} - y_k + \sqrt{\left(b_{к.доп} - y_k\right)^2 - a^2} \right]} м$$

Где К-натяжение контактного провод, даН;

$b_{к.доп}$ – допустимое горизонтальное отключение контактного провода от оси токоприемника, м; $b_{к.доп}$ =0,5 м $[1, с.23]$;

а – зигзаг контактного провода,м $[2, с.23]$;

$y_к$ – прогиб опоры под действием ветра на уровне подвеса контактного провода $[5, с.146]$

Расчет средней длины струны производим по формуле:

$$S_{ср} = h - 0{,}115\frac{g_n \bullet l_{\max}^2}{T_{\circ}}; \text{ м,}$$

где h- конструктивная высота цепной контактной подвески,м;

$T_{\circ}$- натяжение несущего троса, соответствующие беспровесному положению контактного провода, даН;

$T_{\circ}$=0,8*T_{max} –для биметаллических несущих тросов;

$T_{\circ}$ = 0,75*T_{max} – для медных несущих тросов;

T_{max} – максимальное допустимое значение натяжения несущего троса из исходных данных.

Теперь по имеющимся расчетам мы сможем рассчитать значение эквивалентной нагрузки по формуле:

$$p_э = \frac{p_{КП} - p_{НТ} * К - \frac{8КТ}{l_{max}^2}\left(\frac{h_u * p_{НТ}}{q_{v\,max}} + y_Т - y_К\right)}{Т + К + \frac{10{,}6 s_{ср} КТ}{g_{КП} * l_{max}^2}}$$,даН/м,

Где h_u- длина подвесной гирлянды изоляторов несущего троса, $[5, с.146]$;

$y_Т$ – допустимый прогиб опоры под действием ветра на уровне подвеса несущего троса $[4, с.146]$

Т — натяжение несущего троса;

Т = Тном — для компенсированных цепных контактных подвесок

Т = Ттах — для полукомпенсированных цепных контактных подвесок

Длину подвесной гирлянды изоляторов несущего троса принимают равной 0,16 м (длина серьги и седла) при изолированных консолях; 0,56 м — при двух подвесных изоляторах в гирлянде; 0,73 м — при трех; 0,9 м — при четырех.

Далее производим расчет максимально допустимой длины пролета с учетом эквивалентной нагрузки:

$$l_{max} = \sqrt[2]{\frac{К}{p_{КП} \pm p_э} * \left[b_{к.доп} - y_к + \sqrt{(b_{к.доп} - y_k)^2 - a^2}\right]}$$,м,

$$l'_{max} < l_{max}$$

Сравниваем полученные величины длин пролетов между собой, они должны отличаться не более, чем на 5 %.

Итоговые значения длин пролетов определяются согласно [2, с. 26, табл. 2.6.2].

Порядок выполнения

1. Выбрать расчетный режим.
2. Рассчитать величину максимально допустимой длины пролета без учета эквивалентной нагрузки.
3. Рассчитать величину средней длины струны.
4. Рассчитать величину эквивалентной нагрузки.
5. Рассчитать величину максимально допустимой длины пролета с учетом эквивалентной нагрузки.
6. Произвести окончательный выбор длины пролета цепной контактной подвески.

Содержание отчета

1. Описание выбора расчетного режима.
2. Расчет величины максимально допустимой длины пролета без учета эквивалентной нагрузки.
3. Расчет величины средней длины струны.
4. Расчет величины эквивалентной нагрузки.
5. Расчет величины максимально допустимой длины пролета с учетом эквивалентной нагрузки.
6. Окончательный выбор длины пролета цепной контактной подвески.
7. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Как можно обеспечить ветроустойчивость цепной контактной подвески?
2. Что учитывает эквивалентная нагрузка?
3. Что означает расчетный режим максимального ветра?
4. Почему для полукомпенсированной подвески выбирается максимальное натяжение несущего троса, а для компенсированной — номинальное натяжение?
5. Почему важно опираться на требования ПУТЭКС [2] при окончательном выборе длины

пролета?

Практическое занятие
Тема 12.1 Релейная защита электрических сетей и оборудования
Тема:Изучение принципиальной схемы защиты линии от междуфазных КЗ.
Цель занятия: приобрести практические навыки в делении контактной сети на отдельные секции и составлении схемы питания и секционирования железнодорожной станции и прилегающих перегонов.
Исходные данные: систему тока выбрать из табл. 2, номер схемы задается преподавателем [8, приложение 1].

Краткие теоретические сведения

На электрифицированных линиях ЭПС получает электроэнергию через контактную сеть от тяговых подстанций, расположенных на таком расстоянии между ними, чтобы было обеспечено стабильное номинальное напряжение на ЭПС и работала защита от токов короткого замыкания.

Для каждого участка электрифицированной линии при ее про- тировании разрабатывают схему питания и секционирования 6К актной сети. При разработке схем питания и секционирования контактной сети электрифицированной линии используют типовые принципиальные схемы секционирования, разработанные на основе опыта эксплуатации, с учетом затрат на сооружение контактной сети.

При составлении схемы секционирования контактной сети на железнодорожной станции число секций должно быть выбрано в соответствии с работой железнодорожной станции, а также условиями обеспечения надежности работы сети и удобствами ее обслуживания.

Излишнее дробление контактной сети на секции снижает ее надежность, усложняет и удорожает ее устройство.

На схеме должно быть предусмотрено питание контактной сети железнодорожной станции и прилегающих перегонов, продольное секционирование (отделение контактной сети железнодорожной станции от контактной сети перегона) и поперечное секционирование (выделение группы железнодорожных путей в отдельные секции).

На промежуточных железнодорожных станциях предусматривают секционирование контактной сети с обеих сторон железнодорожной станции.

Продольное секционирование предусматривает разделение в отдельные секции контактной сети перегонов от контактной сети железнодорожной станции по главному железнодорожному пути. Оно осуществляется трехпролетными изолирующими сопряжениями анкерных участков на постоянном токе, а на переменном токе — трехпролетными изолирующими сопряжениями и нейтральными вставками (на том конце железнодорожной станции, где расположена тяговая подстанция, должно быть предусмотрено разделение секций, питающихся от разных фаз переменного тока).

Изолирующие сопряжения, разделяющие контактную сеть железнодорожных станций и перегонов, должны быть расположены между входными светофорами или знаком «Граница железнодорожной станции» и первыми входными стрелочными переводами железнодорожной станции.

Нейтральная вставка располагается за входным светофором в сторону перегона. Длину нейтральной вставки выбирают с учетом находящихся в обращении серий электровозов и электропоездовПитание на продольные секции подается по независимым питаю, щим линиям — фидерам контактной сети, через нормально включен, ные секционные разъединители. Разъединители, устанавливаемые на питающих линиях, на схеме питания и секционирования обозначают буквой Ф с присвоенным номером (согласно номеру секции).

Изолирующие сопряжения должны быть зашунтированы продольным секционным разъединителем, который предназначен для резервирования питания смежных продольных секций и для безопасности производства работ на изолирующем сопряжении.

Все вышеназванные разъединители имеют моторный привод и управляются по телеуправлению.

Для шунтирования изолирующих сопряжений нейтральной вставки устанавливают секционные разъединители с ручным приводом, нормально отключенные, для того, чтобы невозможно было переключить такие разъединители с пульта телеуправления ошибочно или из-за искажения команды телеуправления.

Разъединители изолирующих сопряжений должны быть обозначены заглавными буквами русского алфавита, которые наносят на приводе разъединителя.

Поперечное секционирование контактной сети между железнодорожными путями осуществляется секционными изоляторами, поперечными разъединителями.

При поперечном секционировании в отдельные секции выделяются контактные подвески главных железнодорожных путей перегонов и железнодорожных станций друг от друга; контактные подвески боковых железнодорожных путей от главных железнодорожных путей; контактные подвески путей для производства погрузочно-разгрузочных работ на подъездных железнодорожных путях и тупиках, а также железнодорожных путей для производства работ для осмотра крыше- вого оборудования подвижного состава; контактные сети сортировочных горок и железнодорожных путей специального назначения.

Питание на поперечные секции подается от главного железнодорожного пути через поперечные нормально включенные секционные разъединители. На секции контактной сети, где производятся погрузочно-разгрузочные работы, работы по осмотру крышевого оборудования подвижного состава питание подается через разъединители с ручным приводом и заземляющим ножом. Это выполняется для того, чтобы соблюдалась безопасность производства работ со стропольными кранами и подъемными механизмами и при подъеме на высоту. При отключении секции от питания секционный разъединитель одновременно заземляет ее и, кроме того, создает видимый разрыв цепи для лиц, производящих работы.

Секционные изоляторы и воздушные стрелки должны иметь присвоенный номер, поперечные разъединители обозначаются буквой П с заземляющим ножом — буквой З. К каждой из указанных букв в случае необходимости добавляют цифровой индекс, соответствующий номерам подвесок соединяемых железнодорожных путей и направлений.

При секционировании желательно обходиться минимальным числом разъединителей, располагать их группами, а не размещать по всей территории железнодорожной станции.

Установка двух разъединителей с обоих концов секции не допускается, поскольку это усложняет оперативность действий и не обеспечивает безопасность.

На схемах питания и секционирования контактной сети и продольных линий электроснабжения должны быть показаны условными обозначениями: контактная сеть; разъединители в нормальном положении, изолирующие сопряжения анкерных участков, нейтральные вставки; секционные изоляторы и воздушные стрелки с присвоенными им обозначениями или номерами; номера путей железнодорожных станций и перегонов; подъездные железнодорожные пути тяговых подстанций, примыкающие неэлектрифицированные железнодорожные пути; границы участка, подлежащего электроснабжению.

Продольные разъединители обеих горловин оборудуют моторными приводами, управляемыми по телеуправлению.

На питающей линии постоянного тока непосредственно у тяговой подстанции устанавливают разъединитель с моторным приводом. При длине линии более 150 м у места подсоединения питающей линии к контактной сети дополнительно монтируют разъединитель с моторным приводом.

По окончании разработки схемы питания и секционирования необходимо дать ее описание. ■

Схему питания и секционирования вычерчивают без масштаба.

Порядок выполнения

1. Выполнить продольное секционирование участка контактной сети (на схеме).
2. Выполнить поперечное секционирование участка контактной сети (на схеме).
3. Подключить питание на продольные секции (на схеме).
4. Подключить питание на поперечные секции (на схеме).
5. Выполнить описание схемы питания и секционирования.

Содержание отчета

1. Выполненная схема питания и секционирования.
2. Дать описание понятия продольного секционирования участка контактной сети, чем выполняется.
3. Дать описание понятия поперечного секционирования участка контактной сети, чем выполняется.
4. Дать описание, как подключается питание на продольные и поперечные секции.

Контрольные вопросы

1. Что такое секционирование контактной сети?
2. Чем выполняется продольное секционирование?
3. Объясните назначение нейтральной вставки.
4. Чем выполняют поперечное секционирование?
5. Почему питание на контактную сеть тупиков и железнодорожных путей, предназначенных для производства погрузочно-разгрузочных работ, подается через разъединители с заземляющими ножами?

Практическое занятие

Тема 12.2 Расчет установок защит

Тема: «Расчет установок МТЗ и токовой отсечки. Выбор схемы соединения трансформаторов тока.

Цель занятия: научиться определять условные обозначения принятые на планах контактной сети

Исходные данные: исходные данные выбираются из табл. 12 согласно положению фамилии обучающегося в журнале.

Краткие теоретические сведения

Номограммы — это комплекс кривых, полученных в результате выполнения расчетов длин пролетов с помощью компьютерных технологий по динамической методике [7, с. 177, приложение 12]. Они позволяют определить максимально допустимую длину пролетов для подвесок разных типов в режиме максимального ветра и в режиме гололеда с ветром для прямых и кривых участков железнодорожного пути. При этом не нужно выполнять уточненных расчетов, а, зная заданный тип подвески и тип консолей, следует пользоваться данными климатических условий и данными рельефа местности.

По номограммам определяют длину пролета в режиме максимального ветра и гололеда с ветром. Это следует выполнять следующим образом: по кривым левой плоскости находят точку, соответствующую скорости ветра и толщине стенки гололеда. От этой точки проводим горизонталь до пересечения с кривой, соответствующей рельефу местности — прямому участку пути или заданному значению кривой. По полученному пересечению и определяют длину пролета.

Так определяют длину пролета для двух режимов — режима максимального ветра и режима гололеда с ветром, сравнивают между собой и определяют расчетный режим по наименьшей величине длины пролета. Итоговые значения длин пролетов не должны превышать длины пролетов, определенные в [2, с. 26, табл. 2.6.2].

Практическое занятие

Тема 13.1 Устройства автоматики в системы электроснабжения

Тема: Изучение схемы АПВ ВЛ.

Цель занятия: научиться выбирать фиксаторы для промежуточных, переходных опор и опор средней анкеровки.

Исходные данные: исходные данные выбираются из табл. 5 согласно положению фамилии обучающегося в журнале.

Таблица 5

Исходные данные

Вариант Рельеф	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кривая R, м	300	700	1200	1400	1100	500	900	1500	1800	800
Длина пролета, м	40	50	60	70	70	35	50	65	70	60
Скорость ветра, м/с	22	25	29	32	36	22	25	29	32	36
Возвышение наружного рельса над внутренним для всех вариантов принять 40 мм										

Краткие теоретические сведения

Устройства, с помощью которых контактные провода удерживаются в горизонтальной плоскости в требуемом положении относительно оси железнодорожного пути (оси токоприемника), называются фиксаторами.

На главных железнодорожных путях перегонов и железнодорожных станций и приемоотправочных железнодорожных путях, где скорость движения превышает 50 км/ч, устанавливают сочлененные фиксаторы, состоящие из основных и легких дополнительных стержней, связанных непосредственно с контактным проводом.

Прямые фиксаторы используют при минусовых (к опоре) зигзагах контактного провода или при горизонтальном усилии, направленном от опоры в случае изменения направления контактного провода; обратные фиксаторы — при плюсовых (от опоры) зигзагах контактного провода или горизонтальном усилии к опоре (поддерживающему устройству).

При больших усилиях (более 200 Н) от изменения направления контактного провода на внешней стороне кривой монтируют гибкие фиксаторы. В Правилах устройства и технической эксплуатации контактной сети [2] определены условия установки гибких фиксаторов. Эти условия приведены в табл. 6.

В обозначениях фиксаторов буквы и цифры указывают на его конструкцию, напряжение в контактной сети, для которого он предназначен, и геометрические размеры: Ф — фиксатор, П — прямой,

О — обратный, А — анкеруемой ветви, Т — троса анкеруемой ветви, Г — гибкий, С — воздушных стрелок, Р — ромбовидных подвесок, И — изолированных консолей, У — усиленный, цифра 3 — на напряжение 3 кВ (для линий постоянного тока), 25 — на напряжение 25 кВ (для линий переменного тока); римские цифры I, II, III и т.д. — характеризуют длину основного стержня фиксатора.

Условия установки гибких фиксаторов

Расчетная скорость ветра, м/с	Максимальный радиус кривой, м, при котором производится установка гибких фиксаторов, при длине пролета, м			
	40	50	60	70
До 25	900/1150	1000/1150	1100/1250	1150/1350
30	750/850	800/950	850/1050	900/1100

35	600/750	650/800	650/850	-/850
40	500/600	500/650	550/700	-
45	400/500	450/550	-/550	-
50	350/450	350/450	-	-

Примечания. В числителе указаны радиусы для одного контактного провода, в знаменателе — для двух. Прочерки означают, что в этих условиях установка гибких фиксаторов не допускается.

Длины основных стержней фиксаторов выбирают в зависимости от габарита установки опор, направления зигзага контактного провода, длины дополнительного стержня. Длина дополнительного стержня принята 1200 мм.

Фиксаторы для изолированных консолей отличаются от фиксаторов для неизолированных консолей тем, что на конце основного стержня, обращенном к консоли, вместо стержня с нарезкой для соединения с изолятором приварено ушко для соединения с консолью.

Габарит опор и сооружений — это расстояние от оси крайнего железнодорожного пути до внутреннего края фундаментов или опор контактной сети. На перегонах и железнодорожных станциях это расстояние должно быть не менее 3,1 м, а в снегозаносимых выемках и на выходах из них на длине 100 м не менее 5,7 м. На кривых участках железнодорожного пути указанные расстояния увеличиваются в соответствии с габаритным уширением.

Определить габарит опор контактной сети следует, пользуясь табл. 7.

Определение габаритов опор контактной сети

Радиус кривой, м	Расстояние Г (габарит) на прямом участке пути, мм	Увеличение расстояния Г при любом возвышении наружного рельса (наружная сторона кривой), мм	Увеличение расстояния Г при возвышении наружного рельса (внутренняя сторона кривой),			
			40	60	80	100
1500	2450	25	110	160	215	270
	2750-3100	25	80	120	160	200
1200	2350	30	115	165	220	275
	2750-3100	30	85	125	165	205
1000	2450	35	120	175	225	280
	2750-3100	35	90	130	170	210
800	2450	45	30	180	235	290
	2750-3100	45	100	140	180	220
600	2450	60	145	195	250	305

	2750-3100	60	115	155	195	235
400	2450	90	175	225	280	335
	2750-3100	90	145	185	225	265

Порядок выполнения

1. Определить габариты опор для прямого участка железнодорожного пути, для опоры на внешней и внутренней сторонах кривой.
2. Подобрать типовые фиксаторы для установки на промежуточной опоре контактной сети на участке переменного тока:
   — на прямом участке железнодорожного пути;
   — на внутренней стороне кривой;
   — на внешней стороне кривой.

Считать на прямом участке железнодорожного пути зигзаг к опоре контактной сети.

Данные свести в табл. 8.

Подбор типовых фиксаторов для пунктов 2—4 следует производить, пользуясь [8, с. 49, приложение 5].

Подбор типовых фиксаторов

№ п/п	Тип опоры	Место установки опоры и ветвь подвески	Габарит опоры	Тип фиксатора
1	Промежуточная опора	Прямая		
		Внешняя сторона кривой		
		Внутренняя сторона кривой		
2	Переходная опора, неизолирующее сопряжение	Опора А: рабочая ветвь		
		Анкеруемая ветвь		
		Опора Б: рабочая ветвь		
		Анкеруемая ветвь		
3	Опора средней анкеровки	Прямая		

3. Подобрать типовые фиксаторы для установки на переходных опорах неизолирующего сопряжения участка контактной сети переменного тока, на прямом участке железнодорожного пути.

   Данные свести в табл. 8.

4. Начертить схему средней анкеровки и подобрать фиксаторы для опоры средней анкеровки компенсированной контактной подвески переменного тока на прямом участке железнодорожного пути.
   Данные свести в табл. 8.

Содержание отчета

1. Описание определения габаритов опор для прямого участка железнодорожного пути, для опоры на внешней и внутренней сторонах кривой.
2. Описание подбора типовых фиксаторов для установки на промежуточной опоре контактной сети на различных участках переменного тока.
3. Описание подбора типовых фиксаторов для установки на переходных опорах неизолирующего сопряжения участка контактной сети переменного тока, на прямом участке железнодорожного пути.
4. Схема средней анкеровки и подбор фиксаторов для опоры средней анкеровки компенсированной контактной подвески переменного тока на прямом участке железнодорожного пути.
   Заполненная табл. 8.

Выводы.

Контрольные вопросы

1. Какими бывают поддерживающие конструкции контактной сети?
2. Назовите преимущества изолированных консолей контактной сети.
3. Какие фиксаторы следует выбирать на кривых участках железнодорожного пути малых радиусов и почему?
4. На какую нагрузку работает дополнительный стержень фиксатора?
5. От чего зависит выбор типа консоли и типа фиксатора для опоры контактной сети?
6. От чего зависит выбор типа тяги консоли для опоры контактной сети?

Практическое занятие

Тема 13.1 Устройства автоматики в системы электроснабжения

Тема: Изучение схемы АВР

Цель занятия: научиться рассчитывать нагрузки, действующие на провода цепной контактной подвески, определять коэффициенты для расчета в различных режимах воздействия нагрузок.

Исходные данные: тип цепной контактной подвески главных путей на станции по заданию к практическому занятию № 1; типы ветрового и гололедного районов согласно вариантам (табл. 2.1); нормативные значения толщины стенки гололеда и скорости ветра (табл. 2.2).

Таблица 2.1

Типы ветрового и гололедного районов

Номер варианта	Ветровой район	Гололедный район
1	I	II
2	П	I
3	III	II
4	IV	III
5	V	II

Таблица 2.2

Нормативные значения толщины стенки гололеда и скорости ветра

Номер гололедного или ветрового района	Нормативная толщина стенки гололеда, Ь\, мм	Нормативная скорость ветра, м/с	
		Максимальная V_{rmx}	При гололеде V_r

I	5	22	13
II	10	25	14
III	15	29	15
IV	20	32	18
V	25	36	19

Краткие теоретические сведения

Для контактной сети решающими являются нагрузки климатического характера: ветер, гололед и температура воздуха, действующие в разных сочетаниях. Эти нагрузки имеют случайный характер: их расчетные значения за какой-либо период времени могут быть определены статистической обработкой данных наблюдений в районе электрифицированной линии.

Нагрузки, действующие на провода контактной сети, делятся на постоянные, кратковременные и особые.

К постоянным относятся нагрузки: от веса конструкций, проводов, веса^ и давления грунтов, горного давления.

К кратковременным нагрузкам относятся ветровые, гололедные, температурные климатические воздействия.

К особым нагрузкам относятся: сейсмические, взрывного воздействия, возникающие от повреждения конструкций и т.п.

Для установления расчетных климатических условий пользуются картами районирования территории России, для упрощенных расчетов варианты задает преподаватель.

Нагрузка от веса проводов является равномерно распределенной вертикальной нагрузкой, которую можно определить, пользуясь справочной литературой.

Рекомендуемая величина нагрузки от струновых зажимов составляет 0,05 даН/м при одном контактном проводе.

Гололедная нагрузка вызывается гололедом, представляющим собой слой плотного льда стекловидного строения с плотностью 900 кг/м^3. Для расчетов можно принять, что гололед образуется цилиндрической формы с равномерной толщиной стенки льда, по воздействию нагрузка является вертикальной.

На толщину стенки гололеда на проводах оказывает влияние диаметр проводов. Поэтому для ее определения на проводах и тросах разных диаметров заданную толщину стенки гололеда умножают на коэффициент к .

На интенсивность гололедных образований большое влияние оказывает высота расположения провода над поверхностью земли. Поэтому при расчете толщины стенки гололеда на проводах, расположенных на насыпях, значение толщины стенки гололеда следует также умножить на поправочный коэффициент А;".

Расчетную гололедную нагрузку на провода контактной сети следует умножить на коэффициент перегрузки $n_г$, учитывающий изменение гололедной нагрузки в зависимости от рельефных условий расположения цепной контактной подвески.

Ветровые нагрузки на провода контактной сети зависят как от средней скорости ветра, так и от характера поверхности окружающей местности и высоты расположения проводов над землей. В соответствии со строительными нормами и правилами СНиП «Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования» расчетную скорость ветра для заданных условий (высоты расположения проводов над поверхностью и шероховатости поверхности окружающей местности) определяют умножением величины нормативной скорости ветра на коэффициент к $_9$ зависящий от высоты расположения проводов над поверхностью земли и от ее шероховатости.

Ветровая нагрузка на провода цепной контактной подвески является горизонтальной нагрузкой.

Порядок выполнения

- Выбрать нагрузки от собственного веса несущего троса и контактного провода.

Вес контактного провода g_{Kn} и вес несущего троса $g_{НТ}$ определяется в зависимости от марки провода по табл. 1.5 [11, с. 18], или табл. 6.1.1, 6.2.1, 6.2.7 [12, с. 163, 166, 168].

Например, для несущего троса ПБСМ-70: $g_{НТ}$= 0,586 даН/м; для контактного провода МФ-85: $g_{Кп}$= 0,74 даН/м.

- Рассчитать нагрузку от собственного веса цепной контактной подвески:

$$g_n = g_{нт} + n*(g_{кп} + g_c), даН/м \quad (2.1)$$

где g_c = 0,05 даН/м - нагрузка от собственного веса струн и зажимов;
п — число контактных проводов.

- Рассчитать нагрузку на несущий трос от веса гололеда.

$$g_{гнт} = n_г * 0{,}0009 * П * b_р * (d + b_р) \quad (2.2)$$

где $п_г$ — коэффициент перегрузки, учитывающий влияние высоты расположения провода над землей на интенсивность гололедных образований [7, с. 101];

$n'_е$ = 0,75 — для выемки глубиной более 6 м;

$п_е$'' = 1,25 — для насыпи высотой более 5 м;

$п_г$ = 1 — для станции, расположенной на нулевом месте.

$в_р = k_г k_г b$ [мм] - расчетная толщина корки гололеда, (2.3)

где к' — коэффициент, учитывающий влияние диаметра несущего троса на толщину гололедных образований [7, с. 100];
к'' — коэффициент, учитывающий влияние высоты расположения контактного провода на толщину гололедных образований (на насыпи) [7, с. 100].
Расчетную толщину стенки гололеда с учетом поправочных коэффициентов допускается округлять до ближайшей целой цифры.
4.Рассчитать нагрузку на контактный провод от веса гололеда.
На контактных проводах расчетную толщину стенки гололеда устанавливают равной 50 % толщины стенки, принятой для прочих проводов контактной сети, так как здесь учитывается уменьшение гололе- дообразования за счет движения электропоездов и плавки гололеда (если таковая имеется).

$$g_{гкп} = n_г * 0{,}0009 * П * \frac{^b p}{2}(d_{ср} + \frac{^b p}{2}), \quad (2.4)$$

Где $d_{ср} = \frac{A + H}{2}$ — средний диаметр контактного провода.
А и Н — ширина и высота сечения (соответственно) для контактного провода [11, табл. 1.5, с. 18, или 12, табл. 6.1.1, 6.2.1, 6.2.7, с. 163, 166, 168].
5.Рассчитать нагрузку от веса всех контактных проводов цепной контактной подвески, покрытых гололедом.

$$g_{гкп} = g_n + g_{гнт} + g_{гкп} n \quad (2.5)$$

6.Рассчитать ветровую нагрузку на несущий трос при максимальном ветре.

$$p_{кп} = c_x \frac{(k_v * v_{max})^2}{16} * \frac{d}{1000}, даН/м \quad (2.6)$$

где c_x=1,2 — аэродинамический коэффициент лобового сопротивления ветру, отнесенный к площади сечения провода [7, с. 105];
к - коэффициент ветрового воздействия в зависимости от рельефа местности [7, с. 105, табл. 19].
7.Рассчитать ветровую нагрузку на контактный провод в режиме максимального ветра.

$$p_{кп} = c_x \frac{(k_v * v_{max})^2}{16} * \frac{H}{1000}, даН/м \quad (2.7)$$

8. Рассчитать ветровую нагрузку на несущий трос, покрытый гололедом.

$$p_{гнт} = c_x \frac{(k_v * v_г)^2}{16} * \frac{(d + 2 * b_р)}{1000}, даН/м \quad (2.8)$$

9.Рассчитать ветровую нагрузку на контактный провод, покрытый гололедом.

$$p_{гнv} = c_x \frac{(k_v * v_г)^2}{16} * \frac{(H + b_p)}{1000}, даН / м \qquad (2.9)$$

10.Рассчитать суммарную нагрузку на несущий трос при максимальном ветре.

Расчет проводов на совместное действие вертикальных (масса проводов, гололед) и горизонтальных (давление ветра) нагрузок ведут по суммарным (результирующим) нагрузкам, определяемым геометрическим сложением вертикальных и горизонтальных нагрузок.

$$q_{vMAX} = \sqrt{g_n^2 + p_{нт}^2} \qquad (2.10)$$

11.Рассчитать суммарную нагрузку на несущий трос в режиме гололеда с ветром.

$$q_{vMAX} = \sqrt{g_{гп}^2 + p_{гнт}^2} \qquad (2.11)$$

12.Оформить отчет. Сделать выводы.

Контрольные вопросы

1.Для чего производят расчет нагрузок, действующих на провода контактной сети?

2.Какие факторы влияют на изменение гололедной нагрузки?

3.Что такое коэффициент перегрузки?

4.Почему на контактном проводе гололедная нагрузка принимается в два раза меньше, чем на несущем тросе?

5.От чего зависит величина ветровой нагрузки на провода контактной сети?

6.Почему при расчете ветровой нагрузки на контактный провод для расчета принимают высоту сечения контактного провода?

Практическое занятие

Тема 13.1 Устройства автоматики в системы электроснабжения

Тема: Изучение схемы двукратного АПВ

Цель занятия: научиться рассчитывать нагрузки, действующие на опору контактной сети, установленную на кривом участке железнодорожного пути; выбирать по рассчитанному изгибающему моменту опору контактной сети.

Исходные данные: тип фиксаторов и консолей выбрать из практических занятий № 3 и № 12 соответственно; длина пролета указывается преподавателем; вес консолей и фиксаторов и гололеда на них выбрать из табл. 21, нагрузки от веса проводов контактной сети $g_п$, $g_г$, $p_{кп}$, $p_{нт}$, $p_{гкп}$, $p_{гнт}$ выбираются из практического занятия № 4, характеристики климатических условий следует выбрать из практического занятия № 4.

Краткие теоретические сведения

Опоры контактной сети в зависимости от назначения и характера нагрузок, воспринимаемых от проводов контактной подвески, разделяют на промежуточные, переходные, анкерные и фиксирующие.

Промежуточные опоры воспринимают нагрузки от массы проводов контактных подвесок и дополнительных нагрузок на них (гололед, изморозь) и горизонтальные нагрузки от давления ветра на провода и от изменения направления проводов на кривых участках железнодорожного пути.

Переходные опоры устанавливаются в местах устройства сопряжений анкерных участков контактных подвесок и воздушных стрелок и воспринимают нагрузки, аналогичные промежуточным опорам, но от двух контактных подвесок. На переходные опоры также воздействуют усилия от изменения направления проводов при отводе их на анкеровку и на стрелочной кривой.

Анкерные опоры могут воспринимать только нагрузки от натяжения закрепленных на них проводов или, кроме того, нести такие же нагрузки, как промежуточные, переходные или фиксирующие опоры.

Фиксирующие опоры не несут нагрузок от массы проводов и воспринимают только горизонтальные нагрузки от изменения направления проводов на кривых участках пути, на воздушных стрелках, при отходах на анкеровку и от давления ветра на провода.

По типу закрепляемых на опорах поддерживающих устройств контактной сети различают:

- консольные опоры с креплением на консоли контактной подвески одного, двух или нескольких железнодорожных путей;
- опоры с жесткой поперечиной или, как их называют, ригельные или портальные, с креплением контактных подвесок электрифицируемых железнодорожных путей на жесткой поперечине (ригеле);
- опоры с гибкой поперечиной с креплением на ней контактных перекрываемых этой поперечиной электрифицируемых железнодорожных путей.

Для трассировки контактной сети на однопутных и двухпутных Метках (перегонах) применяют струнобетонные конические опоры высотой 13,6 м и толщиной стенки бетона 60 мм типа С для участков переменного тока и СО для участков постоянного тока. В последнее время на постоянном и переменном токе внедряются опоры СС, ССА

Стойки этих опор представляют собой полые конические бесстыковые трубы из предварительно напряженного железобетона с армированием высокопрочной проволокой. Поперечное армирование принято в виде спирали. Для предотвращения стягивания продольной арматуры при навивке спирали по длине стоек предусмотрена установка монтажных колец.

В нижней части опор предусмотрено смешанное армирование — т.е. с установкой дополнительных стержней ненапрягаемой арматуры: у опор с высотой стойки 10,8 м на 2 метра от низа опоры, у опор высотой 13,6 м — на 4 метра. Смешанное армирование повышает трещиностойкость опор.

Важнейшей характеристикой опор является их несущая способность — допустимый изгибающий момент М0 на уровне условного обреза — УОФ, который находится на 500 мм ниже уровня головки рельса (УГР). По несущей способности подбирают типы опор для применения в конкретных условиях установки.

Выбор опор начинают, как правило, с расчета и подбора опор для кривых участков железнодорожного пути, т.к. эти условия установки опор являются наиболее отягощенными, особенно в кривых малых радиусах.

Для расчета необходимо составить расчетную схему, показав на ней все силы, действующие на опору, и плечи этих сил относительно точки пересечения оси опоры с УОФ. Расчет суммарных изгибающих моментов в основании опор определяют для трех расчетных режимов по нормативным нагрузкам: в режимах гололеда с ветром, максимального ветра, минимальной температуры. По наибольшему из полученных моментов и выбирают опору для установки.

Таблица 21

Вертикальные нагрузки от веса консоли и фиксатора с учетом веса гололеда

консоли		
тип	масса, кг ($G'_{кн}$)	вес гололеда ($G^{г}_{кн}$)
1	2	3
ИТР-11, ИТС-11	22	10
ИР-11, ИС-11	40	10
НР-1-5, НС-1-5	66	10
НТС-11, НТРИ-1	40	20
фиксаторы		
ФП-3, ФП-25, ФО-3, фО-25, ФПИ, ФОН	4 — для одного к.п. 6 — для 2-х к.п.	—

Расчет изгибающего момента, действующего на опору контактной сети, будем производить согласно расчетной схеме (рис. 6) для опоры, установленной в кривом участке железнодорожного пути.

Практическое занятие

Тема 13.1 Устройства автоматики в системы электроснабжения

Тема: Изучение схемы АЧР.

Цель занятия: используя наглядные пособия, изучить конструкцию и принцип действия искровых промежутков и диодных зазем- лителей.

Исходные данные: вариант исходных данных задается преподавателем.

Таблица 21

№варианта	Тип защитного устройства
1	Искровой промежуток типа ИПМ
2	Искровой промежуток типа ИПВ-ЦНИИ
3	Диодный, заземлитель ЗД-1

Краткие теоретические сведения

Все металлические сооружения (мосты, путепроводы, опоры, у, т.п.), на которых крепятся элементы контактной сети, детали крепления контактной сети на железобетонных опорах, на железобетонных и неметаллических искусственных сооружениях, а также отдельно стоящие металлические конструкции, расположенные на расстоянии менее 5 м от частей контактной сети, находящихся под напряжением, должны быть заземлены или оборудованы устройствами защитного отключения при попадании на сооружения и конструкции высокого напряжения (рис. 7).

Заземлению подлежат все расположенные в зоне влияния контактной сети переменного тока металлические сооружения, на которых могут возникнуть опасные напряжения.

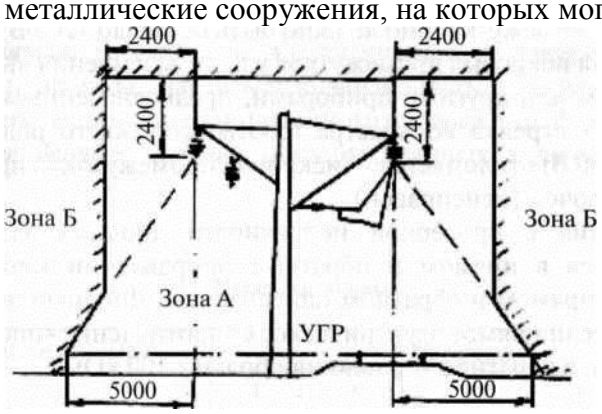


Рис. 7. Зона заземления на тяговую рельсовую цепь (зона А), зона не требующая заземления (зона Б)

Заземление опор контактной сети и находящихся вблизи напряжения сооружений выполняются индивидуальными или групповыми заземляющими проводниками, присоединенными к тяговым Рельсам или средним точкам путевых дроссель-трансформаторов стальным прутком диаметром не менее 12 мм на участках постоянного тока и 10 мм — на участках переменного тока.

Защитные заземления опор контактной сети создают для блуждающих токов цепь «рельс—опора—фундамент—земля», при- приводящую к электрической коррозии анкерных болтов фундаментов и арматуры железобетонных опор. Для предотвращения этого явления, а также для обеспечения нормального функционирования релейных цепей автоблокировки и электрической централизации заземление на тяговую рельсовую цепь, выполняется через специальные защитные устройства, препятствующие утечке тока с рельсов через конструкцию в землю. Для этого на опорах контактной сети устанавливают искровые промежутки, диодные и диодно-искровые заземлители [5, с. 321].

Перед установкой в цепь заземления опоры контактной сети новые искровые промежутки регулируют, бывшие в употреблении ремонтируют и регулируют. Для проверки искрового промежутка собирают схему. Вращают ручку мегаомметра и наблюдают за стрелкой вольтметра. При исправном искровом промежутке стрелка вольтметра отклонится в сторону увеличения напряжения до пробоя искрового промежутка (оно должно быть от 800 до 1200 В).

Проверка искровых промежутков в цепи заземления выполняется вольтметром или другими приборами, предназначенными для этих целей. Если стрелка вольтметра (соответствующего рода тока, на шкале до 100 В) отклоняется — искровой промежуток исправен, если нет — закорочен (неисправен).

Измерения с проверкой исправности диодных заземлителей производятся в прямом и обратном направлении мегаомметром на 500 В в прямом и обратном направлении. Диодный заземлитель

исправен, если прямое электрическое сопротивление «опора—рельс» равно нулю, а обратное — равно или больше 100 кОм.

Порядок выполнения

1. Ознакомиться с конструкцией заданного типа защитного устройства. Зарисовать конструкцию.
2. Дать описание принципа действия защитного устройства.
3. Охарактеризовать места установки защитного устройства.
4. Проанализировать функционирование защитного устройства при пробое изоляции.

Содержание отчета

1. Конструкция заданного типа защитного устройства. Рисунок защитного устройства.
2. Описание принципа действия защитного устройства.
3. Характеристика мест установки защитного устройства.
4. Анализ работы защитного устройства при пробое изоляции.
5. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Объясните назначение заземления опор контактной сети.
2. Назовите типы заземлений опор контактной сети защитных устройств.
3. Назовите типы защитных устройств.
4. Как проверяют исправность искровых промежутков?
5. Как проверяют исправность диодного заземлителя?

Практическое занятие
Раздел 14. Техническое обслуживание релейной защиты и автоматики
Тема 14.1 Нормы приемосдаточных испытаний

Тема: «Проверка работы механической части электрооборудования на соответствие заводским и монтажным инструкциям»
Цель занятия: научиться рассчитывать стрелы провеса несущего троса в реальных пролетах анкерного участка, научиться строить монтажные кривые стрел провеса проводов.
Исходные данные: данные для расчетов взять из практических занятий № 8 и № 9.
Краткие теоретические сведения
Монтажные кривые и таблицы используются в процессе монтажа контактной подвески в работах по регулировке проводов и тросов. До начала этих работ принимают высоту контактного провода при его беспровесном положении. Затем определяют температуру окружающего воздуха и по монтажной таблице определяют провес проводов в середине пролета, изменение высоты расположения провода у опоры контактной сети по этим размерам изменяют вышеназванные параметры проводов. В других точках пролетов провес устанавливают так, чтобы обеспечивалось плавное изменение высоты контактного провода в средней части пролета.
Для построения монтажных кривых, нужно рассчитать стрелы провеса несущего троса. Так как этот расчет является продолжением предыдущих расчетов, то для их выполнения нужно воспользоваться кривой изменения натяжения несущего троса от температуры из предыдущего занятия.
Для расчета монтажных кривых нужно задать значения температуры от t_{min} до t_{max} примерно с одинаковым интервалом, затем, пользуясь вышеназванной кривой, определить соответствующие этим, температурам натяжения (T_x) и занести их в табл. 18 (практ. № 11) ими же необходимо пользоваться при расчетах.
Стрелы провеса нагруженного контактным проводом несущего троса F_x для каждого из заданных действительных пролетов, входящих в анкерный участок, определяют по формуле:

$$F_x = \frac{\left(g_x + g_0 * \frac{K}{T_0}\right) * (l - 2*e)^2}{8*(T_x + K)} + \frac{(g_x * l - g_{Tx} * e) * e}{2 * T_x}, м,$$

где g_x — вертикальная нагрузка на несущий трос от веса всех проводов контактной подвески, соответствующая расчетным условиям, даН/м;
g_0 — вертикальная нагрузка на несущий трос от веса всех проводов контактной подвески, при беспровесном положении контактного провода, даН/м;
g_{Tx} — нагрузка от веса несущего троса при расчетных условиях, даН/м;
T_x — натяжение несущего троса, соответствующее расчетной температуре;
e — расстояние от опоры до первой простой струны, табл. 12.

$$g_x = g_0 = g_n;\ \ g_{Tx} = g_{HT}$$

Допустим ,что : $$M = \frac{\left(g_x + g_0 * \frac{K}{T_0}\right) * (l - 2*e)^2}{8};$$

$$N = \frac{(g_x * l - g_{Tx} * e)}{2} * 2$$

тогда формула стрелы провеса несущего троса примет вид:

$$F_x = \frac{M}{T_x + K} + \frac{N}{T_x}$$

Подставляя значения T_X из табл. 18 производим расчеты. Поданным расчетов строим монтажные кривые для двух заданных полетов между опорами контактной сети на миллиметровой бумаге. Результаты расчетов сводим в табл. 18 (см. практическое занятие№ 11)

Порядок выполнения

1. Определить стрелы провеса нагруженного несущего троса.
2. Построить монтажные кривые.
3. Содержание отчета
4. Определение стрелы провеса нагруженного несущего троса.
5. Монтажные кривые для двух заданных пролетов между опорами контактной сети.

Выводы.

1. Контрольные вопросы
2. Что такое стрела провеса несущего троса?
3. Почему в режиме минимальной температуры максимальному натяжению соответствуют минимальные стрелы провеса?
4. Что такое монтажная таблица и монтажные кривые?
5. Для чего необходимо строить монтажные кривые?

Практическое занятие

Тема 14.2 Техническое обслуживание аппаратов управления, защиты и устройств автоматики

Тема: Измерение сопротивления катушек постоянному току.

Цель занятия: научиться рассчитывать стрелы провеса контактного провода в реальных пролетах анкерного участка, научиться строить монтажные кривые стрел провеса проводов.

Исходные данные: данные для расчетов взять из практических занятий № 8 и № 9.

Краткие теоретические сведения

Монтажные кривые и таблицы используются в процессе монтажа контактной подвески в работах по регулировке проводов и тросов. До начала этих работ принимают высоту контактного провода при его беспровесном положении. Затем определяют температуру окружающего воздуха и по монтажной таблице определяют провес проводов, середине пролета, изменение высоты расположения провода у onоры контактной сети и по этим размерам изменяют вышеназванные па- раметры проводов. В других точках пролетов провес устанавливаю так, чтобы обеспечивалось плавное изменение высоты контактного провода в средней части пролета.

Для построения монтажных кривых, нужно рассчитать стрелы провеса несущего троса, контактного провода и изменение высоты контактного провода у опоры контактной сети. Так как этот расчёт является продолжением предыдущих расчетов, то для его выполнения нужно воспользоваться монтажной кривой изменения натяжения несущего троса от температуры (из практического занятия № 10).

Для расчета монтажных кривых нужно задать значения температуры от t_{min} до t_{max} примерно с одинаковым интервалом, затем, пользуясь вышеназванной кривой, определить соответствующие этим температурам натяжения (T_x) и занести их в табл. 18, ими же необходимо пользоваться при расчетах.

Расчет стрелы провеса контактного провода для действительного пролета производим по формуле:

$$f_{кс} = \frac{g_0 * (l - 2e)^2 * (T_0 - T_x)}{8 * T_0 * (T_x + K)}, м$$

Определим постоянный коэффициент для расчета, соответствующий определенной длине пролета l:

$$z = \frac{g_0 * (l - 2e)^2}{8 * T_0}$$

тогда формула стрелы провеса контактного провода примет вид:

$$f_{kx} = z * \frac{(T_0 - T_x)}{(T_x + K)}$$

Подставляя значения T_x из табл. 18, производим расчеты.
При беспровесном положении контактного провода $f_{kx} = 0$. Результаты расчетов сводим в табл. 18.
Строим монтажные кривые: по горизонтальной оси откладываем значение температуры в прежнем масштабе, по вертикальной оси — рачение стрелы провеса контактного провода в масштабе: 1 см = 0,01 м.
Расчет изменения высоты расположения контактного провода в пролете «2е» будем производить по формуле:

$$\Delta h_{ex} = \frac{e*(g_0 * l - g_{HT} * e)}{2} * \left(\frac{1}{T_x} - \frac{1}{T_0}\right), \text{м}$$

Результаты расчетов сводим в табл. 18.
По результатам расчетов строим монтажные кривые, масштаб выбираем такой же, как и для предыдущей кривой.
Таблица 18

Монтажная таблица

t_x°c	T_x, даН	l_1			l_2		
		$F_{x,м}$	$F_{kx,м}$	$\Delta h_{ex,м}$	$F_{x,м}$	$F_{kx,м}$	$\Delta h_{ex,м}$
t_{min}							
…							
t_0							
…							
…							
…							
t_{max}							

Порядок выполнения

1 . Определить стрелы провеса контактного провода в средней части
пролета l_1,l_2
2.Определить изменение высоты расположения контактного про- в°дау опоры контактной сети в пролете «2е».

Содержание отчета.

1. Описание расчета стрелы провеса контактного провода средней части пролета /1 /2..
2. Описание расчета изменения высоты расположения контактного провода у опоры контактной сети в пролете «2е».
3. Монтажные кривые для двух заданных пролетов между опорами контактной сети.
4. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Что такое стрела провеса несущего троса, контактного провода?
2. На какую характеристику цепной контактной подвески влияет стрела провеса контактного провода?

3. Почему в режиме минимальной температуры максимальному натяжению соответствуют минимальные стрелы провеса?
4. Что такое монтажная таблица и монтажные кривые?
5. Для чего необходимо строить монтажные кривые?

Практическое занятие
Раздел 15. Техническое обслуживание автоматизированных систем управления
Тема 15.1 Автоматизированные системы управления
Тема: Ознакомление с оборудованием энергодиспетчерского пункта
Цель занятия: научиться рассчитывать стрелы провеса несущего троса в реальных пролетах анкерного участка, научиться строить монтажные кривые стрел провеса проводов.
Исходные данные: данные для расчетов взять из практических занятий № 8 и № 9.
Краткие теоретические сведения
Монтажные кривые и таблицы используются в процессе монтажа контактной подвески в работах по регулировке проводов и тросов. До начала этих работ принимают высоту контактного провода при его беспровесном положении. Затем определяют температуру окружающего воздуха и по монтажной таблице определяют провес проводов в середине пролета, изменение высоты расположения провода у опоры контактной сети по этим размерам изменяют вышеназванные параметры проводов. В других точках пролетов провес устанавливают так, чтобы обеспечивалось плавное изменение высоты контактного провода в средней части пролета.
Для построения монтажных кривых, нужно рассчитать стрелы провеса несущего троса. Так как этот расчет является продолжением предыдущих расчетов, то для их выполнения нужно воспользоваться кривой изменения натяжения несущего троса от температуры из предыдущего занятия.
Для расчета монтажных кривых нужно задать значения температуры от t_{min} до t_{max} примерно с одинаковым интервалом, затем, пользуясь вышеназванной кривой, определить соответствующие этим, температурам натяжения (T_x) и занести их в табл. 18 (практ. № 11) ими же необходимо пользоваться при расчетах.
Стрелы провеса нагруженного контактным проводом несущего троса F_x для каждого из заданных действительных пролетов, входящих в анкерный участок, определяют по формуле:

$$F_x = \frac{\left(g_x + g_0 * \frac{K}{T_0}\right) * (l - 2*e)^2}{8*(T_x + K)} + \frac{(g_x * l - g_{Tx} * e) * e}{2 * T_x}, м,$$

где g_x — вертикальная нагрузка на несущий трос от веса всех проводов контактной подвески, соответствующая расчетным условиям, даН/м;
g_0 — вертикальная нагрузка на несущий трос от веса всех проводов контактной подвески, при беспровесном положении контактного провода, даН/м;
g_{Tx} — нагрузка от веса несущего троса при расчетных условиях, даН/м;
T_x — натяжение несущего троса, соответствующее расчетной температуре;
e — расстояние от опоры до первой простой струны, табл. 12.

$$g_x = g_0 = g_n;\ g_{Tx} = g_{HT}$$

Допустим ,что :

$$M = \frac{\left(g_x + g_0 * \frac{K}{T_0}\right) * (l - 2*e)^2}{8};$$

$$N = \frac{(g_x * l - g_{Tx} * e)}{2} * 2$$

тогда формула стрелы провеса несущего троса примет вид:

$$F_x = \frac{M}{T_x + K} + \frac{N}{T_x}$$

Подставляя значения T_X из табл. 18 производим расчеты. Поданным расчетов строим монтажные кривые для двух заданных полетов между опорами контактной сети на миллиметровой бумаге. Результаты расчетов сводим в табл. 18 (см. практическое занятие№ 11)

Порядок выполнения

6. Определить стрелы провеса нагруженного несущего троса.
7. Построить монтажные кривые.
8. Содержание отчета
9. Определение стрелы провеса нагруженного несущего троса.
10. Монтажные кривые для двух заданных пролетов между опорами контактной сети.

Выводы.

6. Контрольные вопросы
7. Что такое стрела провеса несущего троса?
8. Почему в режиме минимальной температуры максимальному натяжению соответствуют минимальные стрелы провеса?
9. Что такое монтажная таблица и монтажные кривые?
10. Для чего необходимо строить монтажные кривые?

Практическое занятие

Тема 15.1 Автоматизированные системы управления

Тема: Ознакомление с оборудованием энергодиспетчерского пункта

Цель работы: Ознакомиться с нормами времени на производство работ на контактной сети.

Нормы времени и нормативы численности на техническое обслуживание и текущий ремонт устройств контактной сети постоянного и переменного тока и пунктов группировки станций стыкования электрифицированных железных дорог (далее нормы времени и нормативы численности) предназначены для организации, планирования и нормирования труда электромехаников и электромонтеров контактной сети, выполняющих работы по техническому обслуживанию и текущему ремонту устройств контактной сети в районах контактной сети - подразделениях дистанции электроснабжения.

Нормы времени и нормативы численности разработаны в соответствии с Положением о системе нормирования труда в ОАО «РЖД», утвержденным распоряжением ОАО «РЖД» от 3 июля 2006 г. № 1350р. В основу разработки норм времени и нормативов численности положены:

- Стандарт ОАО «РЖД» СТО РЖД 1.12.001-2007 «Устройства электрификации и электроснабжения. Техническое обслуживание и ремонт. Общие требования», утвержденный распоряжением ОАО «РЖД» от 29 декабря 2007 г. № 2496р с последующими изменениями в редакции распоряжений ОАО «РЖД» от 16 апреля 2008 г. № 806р, от 31 декабря 2009 г. № 2763р и от 29 декабря 2010 г. № 2761р;
- Технологические карты на работы по содержанию и ремонту устройств контактной сети электрифицированных железных дорог. Книга II. Техническое обслуживание и текущий ремонт, утвержденные Департаментом электрификации и электроснабжения от 14 декабря 2009 г. № ЦЭ-868-П5/1-2;
- Инструкция по безопасности для электромонтеров контактной сети, утвержденная распоряжением ОАО «РЖД» от 16 декабря 2010 г. № 104;
- Правила безопасности при эксплуатации контактной сети и устройств электроснабжения автоблокировки железных дорог ОАО «РЖД», утвержденные распоряжением ОАО «РЖД» от 16 декабря 2010 г. № 103;
- технические характеристики испытательных и измерительных приборов, приспособлений и инструмента;
- фотохронометражные наблюдения.

Нормы времени отражают затраты труда на измеритель работы всех исполнителей. Количественный состав исполнителей принят в соответствии с действующими в ОАО «РЖД» правилами и инструкциями, в зависимости от сложности и объема выполняемых работ. Изменение численности исполнителей не может служить основанием для изменения норм времени.

Наименования профессий рабочих и должностей приняты согласно Общероссийскому классификатору профессий рабочих, должностей служащих и тарифных разрядов (ОК 016-94, Москва, 2005 г.). Разряды квалификации рабочих приняты согласно Единому тарифно-квалификационному справочнику (ЕТКС выпуск 56, 1984 г.) и сборнику тарифно-

квалификационных характеристик рабочих, занятых на железнодорожном транспорте (Москва, ПВЦ МПС, 1999 г.).

Квалификационная характеристика электромеханика принята согласно распоряжению ОАО «РЖД» от 18 июля 2006 г. № 1505р «Об утверждении квалификационных характеристик и разрядов оплаты труда должностей руководителей, специалистов и служащих открытого акционерного общества «Российские железные дороги».

Нормами времени и нормативами численности учтены следующие категории затрат рабочего времени: оперативное время (Топ), подготовительно-заключительное время (Тпз), время на обслуживание рабочего места (Тоб), время на отдых и личные надобности (Тотл).

К оперативному времени Топ относится время на:

- непосредственное выполнение работ по техническому обслуживанию и текущему ремонту устройств контактной сети;
- установку защитных и монтажных приспособлений;
- подъем на изолирующую съемную вышку, вышку автомотрисы (дрезины), опору, лестницу и спуск с них;
- перемещение вышки в процессе работы;
- сборку и разборку испытательных схем;

Практическое занятие

Тема 15.1 Автоматизированные системы управления

Тема: Ознакомление с аппаратурой телемеханики контролируемого пункта (подстанции)

Цель занятия: изучить содержание работ по проверке состояния, регулировке и ремонту секционных изоляторов со стеклопластиковыми или фарфоровыми вставками.

Оборудование: секционный изолятор или макет секционного изолятора.

Приспособления: линейка, деревянный брусок, наждачное полотно.

Краткие теоретические сведения:

Секционные изоляторы должны обеспечивать надежную изоляцию и плавный переход по ним полозов токоприемника с установленной скоростью на данном участке. Их применяют в основном на станции для поперечного секционирования контактной сети.

Тип секционного изолятора выбирается в зависимости от номинального напряжения контактной сети, количества контактных проводов, установленной скорости движения поездов, места применения и степени загрязнения атмосферы. Конструкция секционных изоляторов предусматривает эффективное гашение электрической дуги на дугогасительных устройствах.

Секционные изоляторы монтируют в первой трети пролета так, чтобы нижняя плоскость скольжения находилась на 20-30 мм выше соседних точек подвеса контактного провода. Перед монтажом все детали секционного изолятора следует тщательно проверить, а изоляторы и скользуны тщательно очистить от любых видов загрязнения, не допуская для этих целей применение химически активных веществ, способных вызвать их повреждение или нарушение антикоррозийного покрытия деталей.

Секционный изолятор в плане следует располагать так, чтобы его продольная ось совпадала с осью полоза токоприемника. Максимальное отклонение не должно превышать 100 мм.

Металлические скользуны, дугоотводящие и дугогасительные рога при износе в плоскости скольжения более 5 мм подлежат замене.

Проверку состояния, регулировку и ремонт изоляторов производят 1 раз в год.

Работа на СИ может быть выполнена со снятием напряжения и заземлением контактной сети или под напряжением.

Работа под напряжением на секционном изоляторе выполняется по наряду и приказу энергодиспетчера. Перед выдачей приказа на работу энергодиспетчер должен включить (по ДУ, ТУ) секционный разъединитель, параллельный этому секционному изолятору или выдать приказ на переключение такового вручную.

До начала работы после получения приказа на секционном изоляторе устанавливают шунтирующую перемычку.

Проверка состояния и ремонт секционного изолятора:

1. Проверить состояние крепления и степень загрязненности изоляторов в несущем тросе, а также состояние несущего троса, используя навесную лестницу 3 м.

2. Осмотреть и очистить изоляторы от загрязнения.

3. Проверить длины пути утечки тока по изоляторам, конфигурацию дугогасительных рогов, состояние металлических скользунов, величину воздушных зазоров, надежность крепления всех деталей.

4. Проверить состояние звеньевых струн, зажимов, распорок, коромысел и натяжных муфт, валиков и шплинтов.

5. Проверить состояние и посадку стыковых зажимов в местах соединения СИ с рабочим контактным проводом.

6. Проверить правильность положения и регулировки СИ (проверяют положение СИ по высоте, положение продольной оси СИ, положение СИ по отношению к расположенному над ним врезному изолятору на несущем тросе).

7. Проверить правильность регулировки СИ (перемещая вдоль него брусок, который должен плавно переходить с одного скользуна на другой без искривления и отрыва).

Порядок выполнения работы:

1. Описать назначения и требования, предъявляемые к секционному изолятору.

2. Нарисовать эскиз секционного изолятора, указав на рисунке все размеры, названные в ПУТЭКС.

3. Определить категорию работ по правилам техники безопасности, перечислить организационные и технические мероприятия, квалификационные группы руководителя работ, членов бригады.

4. Выполнить ревизию секционного изолятора, согласно вышеизложенным указаниям (Проверка состояния и ремонт СИ) и руководствуясь Правилами устройства и технической эксплуатации контактной сети (Л5).

5. Сделать вывод о состоянии изолятора.

6. Оформить отчёт. Сделать выводы по выполненному занятию.

Контрольные вопросы:

1. Для чего предназначены секционные изоляторы?

2. В каких местах устанавливают секционные изоляторы?

3. Какие устройства в конструкции секционных изоляторов предназначены для гашения дуги?

4. Какие основные меры безопасности необходимо выполнять при производстве работ на секционном изоляторе?

5. Почему необходимо проверять правильность положения и регулировки

секционного изолятора?

6. Почему во время прохода токоприёмника по секционному изолятору может возникать электрическая дуга?

Тема 15.1 Автоматизированные системы управления
Практическое занятие
Тема: Построение схемы сбора и передачи информации на контролируемом пункте

Цель занятия: изучить содержание работ по проверке состояния и регулировке изолирующего сопряжения.

Оборудование: макет изолирующего сопряжения анкерных участков или названный узел на полигоне контактной сети.

Приспособления: линейка, наждачное полотно, деревянный брусок, набор гаечных ключей.

Краткие теоретические сведения

Изолирующее сопряжение анкерных участков служит для разделения питания на отдельные секции участков контактной сети. Изолирующее сопряжение должно обеспечивать продольное взаимное перемещение проводов при температурных изменениях, а также плавный переход полоза токоприемника с контактного провода одного анкерного участка на контактный провод другого по условиям контактного нажатия без ухудшения токосъема и снижения установленной скорости.

На перегонах и глухих путях железнодорожных станций необходимо применять:

Изолирующие сопряжения (воздушные промежутки) на прямых и кривых участках пути радиусом более 2000м – трехпролетные или четырехпролетные, на кривых участках пути радиусом 2000м и менее и в стесненных местах по их распоряжению – трехпролетные.

Не допускается совмещать на изолирующих сопряжениях компенсированные и полукомпенсированные подвески.

На изолирующем сопряжении горизонтальное расстояние между внутренними расстояниями рабочих контактных проводов должно быть 550мм. Если по ветровым отклонениям проводов на действующих участках такое расстояние не может быть допущено, оно может составлять 400мм на контактной сети постоянного тока и 500мм – переменного тока. Допустимые отклонения от указанных значений ±50мм при скоростном движении до 160 км/ч и ±40мм при скоростном движении от 161 – 200км/ч. Расстояние от рабочего контактного провода до нижней поверхности врезного фарфорового изолятора при двух контактных проводах должно составлять 250+ 20мм при одном контактном проводе 300+20мм.

Вертикальное расстояние от рабочего контактного провода до нижней поверхности гладкостержневого полимерного изолятора должно составлять 300+20мм, а до нижней поверхности гладкостержневого изолирующего элемента, допускающего взаимодействие с токоприемником – 200+20мм.

Переход токоприёмника с контактного провода одного анкерного участка на контактный провод другого анкерного участка должен располагаться в середине переходного пролёта у

трехпролетных сопряжений на длине 8 – 12м и у четырехпролетных сопряжений на длине 10 – 15м по обе стороны от средней переходной опоры.

Фиксаторы, струны и электрические соединители следует размещать так, чтобы обеспечивалась изоляция анкерных участков при возможных температурных изменениях.

Нормально разомкнутые изолирующие сопряжения должны быть оборудованы защитными устройствами от пережогов проводов электрической дугой. На путях с двухсторонним движением защитные устройства от пережогов должны быть в обоих направлениях.

Переходные опоры контактной сети, ограничивающие изолирующее сопряжение, должны иметь отличительный знак – чередующиеся четыре черные и три белые горизонтальные полосы. Первая опора по направлению движения поездов, кроме того, дополнительно обозначается вертикальной черной полосой. Знаки наносятся непосредственно на опоры или закрепленные на них щиты.

При постоянном токе, кроме того, применяются сигнальные световые указатели «Опустить токоприемник», имеющие сигнальное значение при появлении на них мигающей светящейся полосы.

Перед нейтральными вставками устанавливают предупредительные постоянные сигнальные знаки «Отключить ток».

При выполнении работы необходимо осмотреть изолирующее сопряжение, проверить все нормируемые размеры, проверить состояние проводов и элементов сопряжения.

Изолирующее сопряжение проверяют 1раз в год, обращая внимание на плавность перехода токоприемника, соответствие требованиям технологической карты, чертежей примененных конструкций.

Проверку состояния, регулировку и ремонт изолирующего сопряжения следует производить в следующем порядке:

- проверить зону перехода токоприемника с одного анкерного участка на другой и места подхвата токоприемниками контактных проводов, используя деревянный брусок. Первые приемные струны в зоне прохода полоза токоприемника должны быть двойными;

- проверить расположение контактных проводов в плане;

- проверить расстояние по вертикали между рабочими и нерабочими контактными проводами. При необходимости произвести регулировку по вертикали с помощью струн, а по горизонтали – путем изменения положения фиксатора на переходных опорах;

- проверить расположение несущих тросов. В месте пересечения ветвей отходящего на анкеровку и рабочего несущих тросов не должно быть касания. Зазор между ними должен быть не менее 50мм;

- убедиться что положение фиксаторов, струн и электрических соединителей обеспечивает изоляцию смежных анкерных участков при любых возможных температурных изменениях;

- проверить внешним осмотром состояние отличительной окраски на переходных опорах;

- проверить внешним осмотром видимость и состояние сигнальных световых указателей «Опустить токоприемник»;

- проверить положение грузов относительно земли и неподвижного блока компенсатора. Проверить работу компенсатора, приподнимая и опуская грузы руками;

- проверить состояние, отрегулировать и произвести ремонт проводов и элементов сопряжения;

- проверить правильность установки на переходных опорах фиксаторов отходящих на анкеровку ветвей контактных проводов. Фиксаторы должны крепиться на неизолированных прямых консолях или фиксаторных кронштейнах опор выше уровня номинальной высоты контактного провода на 600+200мм на участках постоянного тока и 700+200мм на участках переменного тока. На изолированных консолях указанное расстояние должно составить 900 мм;

- проверить состояние коромысел у анкерных опори врезных изоляторов у переходных опор в ветвях подвески, отходящих на анкеровку. Расстояние от рабочей ветви контактного провода до низа коромысла должно быть не менее 300мм. Работа на врезных изоляторах производится при завешенной по обе стороны изолятора переносной шунтирующей штанге, а на несущем тросе с использованием навесной лестницы;

- проверить состояние шлейфов секционных разъединителей и роговых разрядников в местах подключения их к контактной подвеске.

Порядок выполнения

1. Описать назначение и требования, предъявляемые к изолирующим сопряжениям.

2. Начертить схему изолирующего сопряжения с указанием всех размеров и габаритов.

3. Осуществить проверку технического состояния и регулировку изолирующего сопряжения по вышеизложенной методике и руководствуясь Правилами устройства и технической эксплуатации контактной сети.

4. Описать порядок выполнения работ по проверке и регулировке изолирующего сопряжения.

Содержание отчета

1. Описание назначения и требований, предъявляемых к изолирующим сопряжениям.

2. Схема изолирующего сопряжения с указанием всех размеров и габаритов.

3. Описание порядка проверки технического состояния и регулировки изолирующего сопряжения по вышеизложенной методике и руководствуясь Правилами устройства и технической эксплуатации контактной сети.

4. Описание порядка выполнения работ по проверке и регулировке изолирующего сопряжения.

5. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначены и где размещаются изолирующие сопряжения?

2. Почему в середине переходного пролёта провода сопрягаемых контактных подвесок должны находиться в одной горизонтальной плоскости?

3. Что обеспечивает изоляцию секций контактной сети друг от друга в изолирующем сопряжении?

4. Почему изолирующие сопряжения не используют для изоляции продольных секций?

5. Каким должно быть горизонтальное расстояние между внутренними расстояниями рабочих контактных проводов на изолирующем сопряжении?

6. Какие сигнальные ограждения устанавливают перед изолирующим сопряжением при различных родах тока?

Тема 15.1 Автоматизированные системы управления
Практическое занятие
Тема: Исследование взаимодействия шкафа управления подстанцией и рабочего места энергодиспетчера при передаче команд телеуправления
Цель занятия: изучить содержание работы по проверке состояния и регулировке воздушной стрелки.

Оборудование: макет воздушной стрелки.

Приспособления: линейка, отвес, деревянный брусок, наждачное полотно.

Краткие теоретические сведения

Воздушные стрелки должны обеспечивать плавный, без ударов и искрений, переход полоза токоприемника с контактных проводов одного пути (съезда) на контактные провода другого, свободное взаимное перемещение подвесок, образующих воздушную стрелку, и минимальное взаимное вертикальное перемещение контактных проводов в зоне подхвата полозом токоприемника провода примыкающего пути.

Воздушные стрелки над обыкновенными и перекрестными стрелочными переводами и над глухими пересечениями путей должны быть фиксированными с обеспечением возможности взаимных продольных перемещений контактных проводов. На второстепенных путях допускается применять нефиксированные воздушные стрелки.

Текущий ремонт воздушной стрелки выполняется согласно технологическим картам[10] и предусматривает: проверку расположения точки пересечения контактных проводов относительно стрелочного перевода, проверку ограничительной накладки, проверку состояния несущих тросов, контактных проводов и фиксации стрелки, проверку струн, электрических соединителей.

Проверка состояния и регулировка воздушных стрелок на главных путях станции производится 2 раза в год, на остальных путях – 1 раз в год в нижеперечисленном порядке.

Проверка правильности расположения точки пересечения контактных проводов, образующих воздушную стрелку, относительно стрелочного перевода производится отвесом, который закрепляется в точке пересечения несущих тросов и опускается вертикально. Пересечение контактных проводов, образующих воздушную стрелку на обыкновенном стрелочном переводе, должно отстоять от оси прямого и отклоненного пути на 360-400 мм и находиться в том месте, где расстояние между внутренними гранями головок соединительных рельсов крестовины составляет 730-800 мм.

Измерение положения зоны подхвата полозом токоприемника контактных проводов примыкающего или пересекаемого пути и положения контактных проводов ветвей воздушной стрелки в зоне подхвата их токоприемником по высоте осуществляется устройством, имитирующим токоприемник. Зона подхвата полозом токоприемника контактных проводов примыкаемого или пересекаемого пути должна быть расположена на расстоянии 630-1100 мм от оси данного пути.

В зоне подхвата ветвей не допускается наличие каких-либо зажимов за исключением зажимов крепления ограничительной накладки. При необходимости выполняется регулировка проводов по высоте с помощью вертикальных струн.

Для обеспечения одновременного подъема контактных проводов обоих путей (съезда) в месте их пересечения устанавливаются ограничительные накладки на каждый контактный провод главного пути длиной 1500 мм для стрелок 1/6 и 1/9, 1700 мм – для 1/11 и 2000 мм –

для 1/8 и 1/22 (длина ограничительной накладки указана между валиками фиксирующих зажимов).

Расстояние между ограничительной накладкой и контактным проводом, на котором она установлена, должно быть 13-15 мм.

Головки болтов фиксирующих зажимов, крепящих ограничительную накладку, должны быть развернуты к контактному проводу примыкающего пути (съезда).

Проверяют состояние и правильность расположения ограничительной накладки и узлов ее крепления к контактному проводу. при необходимости производят регулировку.

Проверяют состояние рабочих поверхностей контактных проводов в зоне воздушной стрелки. Обращают внимание на отсутствие подбоев токоприемника, местных износов, наплывов или подгаров. При необходимости шлифуют поверхности наждачной бумагой. Осматривают и заменяют зажимы, имеющие трещины, раковины или коррозию болтов.

При обыкновенном стрелочном переводе электрические соединители контактных подвесок устанавливаются на расстоянии 2-2,5 м от точки пересечения контактных проводов в сторону остряка стрелочного перевода. Дополнительные электрические соединители устанавливаются в сторону крестовины на расстоянии 2-2,5 м от зоны подхвата.

При перекрестных переводах и глухих пересечениях путей электрические соединители контактных подвесок размещают с обеих сторон воздушной стрелки на расстоянии 2-2,5 м от зоны подхвата в сторону крестовины.

Проверяют правильность установки и состояние электрических соединителей. Питающие зажимы должны быть укомплектованы клиньями и надежно закреплены на контактном проводе.

На расстоянии 800-1000 мм от зоны подхвата в сторону крестовины стрелочного перевода должны быть установлены двойные вертикальные звеньевые или скользящие струны.

Скользящие струны устанавливаются при полукомпенсированной подвеске в соответствии с графиком [2].

Вместо скользящих струн могут применяться устройства одновременного подъема контактных проводов воздушной стрелки. Допускается применение перекрестных гибких струн и жестких распорок.

Проверяют состояние звеньевых или скользящих струн.

Также проверяют:

- состояние антикоррозионного покрытия стальных изделий и, при необходимости, окрасить их масляной краской;

- соединение соединительными зажимами между собой несущих тросов полукомпенсированных подвесок над точкой пересечения контактных проводов;

- узлы фиксации контактного провода, наклон и продольное перемещение дополнительного стержня фиксатора в месте крепления его к контактному проводу, измеряют высоту сечения контактных проводов на всей длине воздушной стрелки, обратив внимание на зону подхвата;

- расстояние от рабочего контактного провода до основного стержня фиксатора, оно должно составлять 350 – 400 мм для прямых и 400 – 500 мм для обратных фиксаторов и фиксирующих тросов.

С помощью рейки и уровня проверяют положение контактных проводов в зоне подхвата. Проверяют правильность регулировки и плавность перехода полоза токоприемника с

контактного провода одного пути на контактный провод другого пути перемещением рейки (бруска) в горизонтальном положении с усилием не менее 100 Н (10 кгс).

Порядок выполнения

1. Начертить схему расположения проводов на воздушной стрелке с указанием основных регулируемых размеров.

2. Изучить технологическую карту и типовую норму времени, проверки состояния и регулировки воздушной стрелки.

2. Проверить состояние воздушной стрелки на макете, следуя рекомендациям, изложенным выше.

3. При выполнении работы на макете контактной подвески выявить отклонения от Правил устройства и технической эксплуатации контактной сети. Сделать вывод о состоянии воздушной стрелки.

Содержание отчета

1. Схема расположения проводов на воздушной стрелке с указанием основных регулируемых размеров.

2. Описание последовательности выполнения работ по проверке состояния и регулировке воздушной стрелки.

3. Описание проверки состояния воздушной стрелки на макете и её геометрических параметров.

4. Вывод о состоянии воздушной стрелки.

5. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Сформулируйте назначение воздушной стрелки.

2. Для чего необходимо контролировать положение проводов на воздушной стрелке?

3. К чему может привести разрегулировка воздушной стрелки?

4. С какой периодичностью производят ревизию воздушной стрелки цепной контактной подвески для главных путей станции, для боковых путей станции?

5. Как определить зону одновременного подхвата проводов на воздушной стрелке?

Тема 15.1 Автоматизированные системы управления
Практическое занятие
Тема: Исследование взаимодействия шкафа управления подстанцией и рабочего места энергодиспетчера при приеме телесигнализации
Цель занятия: изучить содержание работ по проверке состояния и регулировке изолирующего сопряжения.

Оборудование: макет изолирующего сопряжения анкерных участков или названный узел на полигоне контактной сети.

Приспособления: линейка, наждачное полотно, деревянный брусок, набор гаечных ключей.

Краткие теоретические сведения

Изолирующее сопряжение анкерных участков служит для разделения питания на отдельные секции участков контактной сети. Изолирующее сопряжение должно обеспечивать продольное взаимное перемещение проводов при температурных изменениях, а также плавный переход полоза токоприемника с контактного провода одного анкерного участка на контактный провод другого по условиям контактного нажатия без ухудшения токосъема и снижения установленной скорости.

На перегонах и глухих путях железнодорожных станций необходимо применять:

Изолирующие сопряжения (воздушные промежутки) на прямых и кривых участках пути радиусом более 2000м – трехпролетные или четырехпролетные, на кривых участках пути радиусом 2000м и менее и в стесненных местах по их распоряжению – трехпролетные.

Не допускается совмещать на изолирующих сопряжениях компенсированные и полукомпенсированные подвески.

На изолирующем сопряжении горизонтальное расстояние между внутренними расстояниями рабочих контактных проводов должно быть 550мм. Если по ветровым отклонениям проводов на действующих участках такое расстояние не может быть допущено, оно может составлять 400мм на контактной сети постоянного тока и 500мм – переменного тока. Допустимые отклонения от указанных значений ±50мм при скоростном движении до 160 км/ч и ±40мм при скоростном движении от 161 – 200км/ч. Расстояние от рабочего контактного провода до нижней поверхности врезного фарфорового изолятора при двух контактных проводах должно составлять 250+ 20мм при одном контактном проводе 300+20мм.

Вертикальное расстояние от рабочего контактного провода до нижней поверхности гладкостержневого полимерного изолятора должно составлять 300+20мм, а до нижней поверхности гладкостержневого изолирующего элемента, допускающего взаимодействие с токоприемником – 200+20мм.

Переход токоприёмника с контактного провода одного анкерного участка на контактный провод другого анкерного участка должен располагаться в середине переходного пролёта у трехпролетных сопряжений на длине 8 – 12м и у четырехпролетных сопряжений на длине 10 – 15м по обе стороны от средней переходной опоры.

Фиксаторы, струны и электрические соединители следует размещать так, чтобы обеспечивалась изоляция анкерных участков при возможных температурных изменениях.

Нормально разомкнутые изолирующие сопряжения должны быть оборудованы защитными устройствами от пережогов проводов электрической дугой. На путях с двухсторонним движением защитные устройства от пережогов должны быть в обоих направлениях.

Переходные опоры контактной сети, ограничивающие изолирующее сопряжение, должны иметь отличительный знак – чередующиеся четыре черные и три белые горизонтальные полосы. Первая опора по направлению движения поездов, кроме того, дополнительно обозначается вертикальной черной полосой. Знаки наносятся непосредственно на опоры или закрепленные на них щиты.

При постоянном токе, кроме того, применяются сигнальные световые указатели «Опустить токоприемник», имеющие сигнальное значение при появлении на них мигающей светящейся полосы.

Перед нейтральными вставками устанавливают предупредительные постоянные сигнальные знаки «Отключить ток».

При выполнении работы необходимо осмотреть изолирующее сопряжение, проверить все нормируемые размеры, проверить состояние проводов и элементов сопряжения.

Изолирующее сопряжение проверяют 1раз в год, обращая внимание на плавность перехода токоприемника, соответствие требованиям технологической карты, чертежей примененных конструкций.

Проверку состояния, регулировку и ремонт изолирующего сопряжения следует производить в следующем порядке:

- проверить зону перехода токоприемника с одного анкерного участка на другой и места подхвата токоприемниками контактных проводов, используя деревянный брусок. Первые приемные струны в зоне прохода полоза токоприемника должны быть двойными;

- проверить расположение контактных проводов в плане;

- проверить расстояние по вертикали между рабочими и нерабочими контактными проводами. При необходимости произвести регулировку по вертикали с помощью струн, а по горизонтали – путем изменения положения фиксатора на переходных опорах;

- проверить расположение несущих тросов. В месте пересечения ветвей отходящего на анкеровку и рабочего несущих тросов не должно быть касания. Зазор между ними должен быть не менее 50мм;

- убедиться что положение фиксаторов, струн и электрических соединителей обеспечивает изоляцию смежных анкерных участков при любых возможных температурных изменениях;

- проверить внешним осмотром состояние отличительной окраски на переходных опорах;

- проверить внешним осмотром видимость и состояние сигнальных световых указателей «Опустить токоприемник»;

- проверить положение грузов относительно земли и неподвижного блока компенсатора. Проверить работу компенсатора, приподнимая и опуская грузы руками;

- проверить состояние, отрегулировать и произвести ремонт проводов и элементов сопряжения;

- проверить правильность установки на переходных опорах фиксаторов отходящих на анкеровку ветвей контактных проводов. Фиксаторы должны крепиться на неизолированных прямых консолях или фиксаторных кронштейнах опор выше уровня номинальной высоты контактного провода на 600+200мм на участках постоянного тока и 700+200мм на участках переменного тока. На изолированных консолях указанное расстояние должно составить 900 мм;

- проверить состояние коромысел у анкерных опори врезных изоляторов у переходных опор в ветвях подвески, отходящих на анкеровку. Расстояние от рабочей ветви контактного провода до низа коромысла должно быть не менее 300мм. Работа на врезных изоляторах производится при завешенной по обе стороны изолятора переносной шунтирующей штанге, а на несущем тросе с использованием навесной лестницы;

- проверить состояние шлейфов секционных разъединителей и роговых разрядников в местах подключения их к контактной подвеске.

Порядок выполнения

1. Описать назначение и требования, предъявляемые к изолирующим сопряжениям.

2. Начертить схему изолирующего сопряжения с указанием всех размеров и габаритов.

3. Осуществить проверку технического состояния и регулировку изолирующего сопряжения по вышеизложенной методике и руководствуясь Правилами устройства и технической эксплуатации контактной сети.

4. Описать порядок выполнения работ по проверке и регулировке изолирующего сопряжения.

Содержание отчета

1. Описание назначения и требований, предъявляемых к изолирующим сопряжениям.

2. Схема изолирующего сопряжения с указанием всех размеров и габаритов.

3. Описание порядка проверки технического состояния и регулировки изолирующего сопряжения по вышеизложенной методике и руководствуясь Правилами устройства и технической эксплуатации контактной сети.

4. Описание порядка выполнения работ по проверке и регулировке изолирующего сопряжения.

5. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначены и где размещаются изолирующие сопряжения?

2. Почему в середине переходного пролёта провода сопрягаемых контактных подвесок должны находиться в одной горизонтальной плоскости?

3. Что обеспечивает изоляцию секций контактной сети друг от друга в изолирующем сопряжении?

4. Почему изолирующие сопряжения не используют для изоляции продольных секций?

5. Каким должно быть горизонтальное расстояние между внутренними расстояниями рабочих контактных проводов на изолирующем сопряжении?

6. Какие сигнальные ограждения устанавливают перед изолирующим сопряжением при различных родах тока?

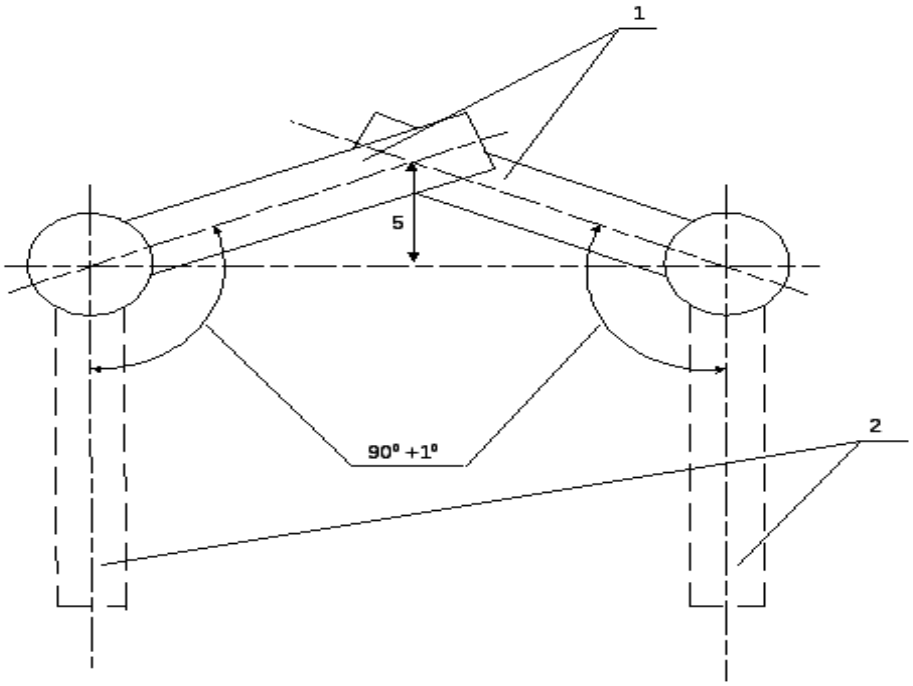
Тема 15.2
Обслуживание автоматизированных систем управления
Практическое занятие
Тема: «Проверка работы аппаратуры энергодиспетчерского пункта»
Цель: проверить техническое состояние и отрегулировать секционный разъединитель.

1. Очистить изоляторы разъединителя и изоляторы шлейфов от загрязнения и осмотреть их. Не допускаются сколы на ребрах фарфора общей площадью более 3см^2, продольные и радиальные трещины на изоляционных деталях и оконцевателях, нарушение заделки в местах соединений изоляционных деталей с оконцевателями. При наличии изоляции между конструкцией разъединителя и опорой внешним осмотром проверить ее состояние. Не допускается механическое повреждение или шунтирование изолирующих элементов.
2. Осмотреть и зачистить контактные поверхности подвижного ножа и неподвижных губок наждачным полотном до блеска, удалив наплывы и заусенцы. Проверить целостность гибких шунтов и их крепление к ножу и шине. На все резьбовые соединения нанести смазку.
3. При наличии дугогасящих рогов проверить их крепление и осмотреть. При отключении разъединителя не допускается сцепление рогов. Зачистить рога наждачной бумагой до

блеска, удалив наплывы и заусенцы. Износ рогов не должен превышать 10% поперечного сечения.

4. Проверить плотность контакта в местах присоединения шлейфов к разъединителю. При подключении шлейфов не допустить расслоения проводов и перекос плашек зажимов, убедиться в надежности затяжки болтов.
5. Проверить сцепление тяг с изоляторами и затяжку всех болтовых соединений.

Рисунок 9.1. Положение контактных ножей разъединителя типа РЛНД-35/1000



6. Проверить при включенном положении разъединителя положение оси контактных ножей. Для разъединителей типа РЛНД - 35/1000 горизонтальные оси ножей должны совпадать с точностью до 1^0, смещение осей, при этом, не должно превышать 5мм (см. рис 9.1). Отключить разъединитель и убедиться, что контактные ножи повернулись на угол 90– 91^0. При отклонении от приведенных значений произвести регулировку изменением длины внутриполюсной тяги.

1 – при включенном разъединителе

2 – при отключенном разъединителе

Для разъединителя РКС- 3,3/3000 проверить правильность положения ножа в «губках». Перекос ножа или одностороннее его прилегание не допускается.

7.Проверить контактное натяжение и отрегулировать его изменением затяжки гаек на шпильках ламелей (РЛНД -35/1000). Плотность прилегания ножей в «губках» (РКС- 3,3/3000) регулируют изменением нажатия стальной пружины. Коррозия пружины не допускается.

8 Нанести на все трущиеся части разъединителя смазку ЦИАТИМ – 201 или ЖСТКЭ – 65, а на контактные поверхности – смазку ЦИАТИМ – 101.

9. Проверить соединение тяги с приводом и с изолятором разъединителя. Не допускается механическое повреждение вставки или наличие на ней следов перекрытия.

Порядок выполнения занятия*:*

1. Ознакомиться с содержанием работ по проверке состояния секционного разъединителя. Выбрать категорию работ.

2. Перечислить организационные и технические мероприятия при работе в порядке их выполнения.

3. Произвести работы по проверке и регулировке секционного разъединителя по вышеизложенной методике (Проверка состояния, регулировка и ремонт разъединителя)и руководствуясь Правилами устройства и технической эксплуатации контактной сети (Л5).

4. Сделать вывод о состоянии секционного разъединителя соответствующего типа.

5.Оформить отчёт. Сделать выводы по выполненному занятию.

Контрольные вопросы:

1. Сформулируйте назначение секционных разъединителей.
2. Как присоединяют секционные разъединители к проводам контактной сети?
3. С помощью какого устройства включаются и отключаются секционные разъединители? Каким образом можно производить управление этими устройствами?
4. В каких местах устанавливают секционные разъединители с заземляющими ножами?
5. Что необходимо проверять при ревизии секционного изолятора?
6. Почему на разъединителях постоянного тока дугогасящие рога должны расходиться после расхождения контактов?

Тема 15.2

Обслуживание автоматизированных систем управления

Практическое занятие

Тема : Проверка работы аппаратуры контролируемого пункта в режиме приема команды управления

Цель: проверить техническое состояние и регулировка ограничителя перенапряжения.

1. Проверить заземление опоры и разрядника, надёжность присоединения его к тяговому рельсу или к средней точке дроссель-трансформатора, их изоляцию от опоры контактной сети.

2. Проверить правильность установки разрядника на опоре, отсутствие проводов, тросов и других конструкций в зоне работы трубчатого или рогового разрядника.

3. Проверить крепление разрядника на кронштейне и места подключения к ним шлейфов. Проверить состояние электродов разрядника, при необходимости зачистить их наждачным полотном

4. Проверить форму дугогасящих рогов рогового разрядника, линейкой – величину искровых промежутков рогового разрядника или внешнего искрового промежутка трубчатого разрядника. При необходимости произвести регулировку изменением длины или положения электрода.

5. Очистить изоляторы от загрязнения и осмотреть их на предмет отсутствия сколов, трещин и пр.

Порядок выполнения занятия:

1. Ознакомиться с содержанием работ по проверке состояния разрядника.
2. Описать принцип работы разрядника соответствующего типа, места его обязательной установки.

3. Произвести работы по проверке и регулировке разрядника по вышеизложенной методике (Проверка технического состояния, регулировка и ремонт разрядника) и руководствуясь Правилами устройства и технической эксплуатации контактной сети (Л5).

4 . Сделать вывод о состоянии рогового разрядника соответствующего типа.

5. Оформить отчёт. Сделать выводы по выполненному занятию.

Контрольные вопросы:

1. Для чего предназначены разрядники и какого типа они бывают?
2. Что такое ограничители перенапряжений? Почему в последнее время они имеют преимущественное применение?
3. Из какого материала выполняют внутреннюю поверхность трубчатого разрядника?
4. Почему в конструкции рогового разрядника применяют два последовательно расположенных искровых промежутка?
5. Почему необходимо соблюдать размеры искровых промежутков?
6. С чем связаны ограничения в применении трубчатых разрядников для контактной сети?

Тема 15.2 Обслуживание автоматизированных систем управления
Практическое занятие
Тема: Проверка работы аппаратуры контролируемого пункта в режиме телесигнализации
Цель занятия: рассмотреть на практике методы измерения износа контактного провода, научиться анализировать причины износа и рассчитывать средний износ контактного провода в анкерном участке.
Исходные данные: вариант исходных данных задается преподавателем.
Таблица 28

Исходные данные

Исходные данные	№ варианта				
	1	2	3	4	5
1	3	4	5	6	7
Число прошедших поездов за год, $N_{эл}$	13870	14600	15330	16060	16790
Кратность тяги,а	1	1,5	1	1,5	1
Число электропоездов за год, $N_{эп}$	5110	4380	3650	2920	2190
Число секций, Ь	4	6	8	6	4
Износ контактных проводов По предыдущим	0,15	0,17	0,12	0,16	0,14

измерениям (предыдущий год)$S^l_и$ мм2						
Марка контактного провода		МФ85	МФ100	МФО 100	МФ120	МФ150
Высота измеренного сечения	h1	10,72	11,70	10,43	12,82	14,4
	h2	10,70	11,69	10,40	12,81	14,41
	h3	10,69	11,68	10,44	12,8	14,43
	h4	10,68	11,71	10,43	12,79	14,39
	h5	10,69	11,69	10,44	12,77	14,4
	h6	10,67	11,71	10,42	12,8	14,42
	h7	10,70	11,72	10,40	12,81	14,41
	h8	10,69	11,70	10,47	12,8	14,4
	h9	10,71	11,69	10,44	12,79	14,41
	h10	10,68	11,70	10,43	12,81	14,42

Краткие теоретические сведения

По исходным данным для анкерного участка контактной подвески можно определить значение среднего арифметического значения высоты контактного провода $h_{ср}$ по формуле:

$$\Delta h_{ср} = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + ... + h_n}{n}, мм$$

Где h_1-h_n- высота измеренного сечения, мм, по заданию

n-— количество измерений.

По средней высоте сечения контактного провода $h_{ср}$ с помошью таблиц [2, приложение 3] определяется средний износ — средняя площадь изношенной части сечения провода S_u, мм2.

По данным последних и предыдущих измерений определяется средний износ провода в анкерном участке за период измерения по формуле:

$$\Delta S_и = S_и - S_и^{\,l}, \quad мм^2$$

где $S_и^{\,l}$ мм^2- данные предыдущих измерений (по заданию).

Общее число проходов электроподвижного состава Р определяется формулой:

$$P = \sum (N_{эл} * a) + \sum (N_{эл} * b) * 10^4$$

Где $N_{эл}$-— число прошедших поездов с электрической тягой (по заданию),

а — кратность тяги (число электровозов в поезде);

$N_{эл}$ — число прошедших электропоездов (по заданию);

b — число секций в электропоезде.

Интенсивность изнашивания контактного провода в каждом анкерном участке устанавливают по среднему удельному износу контактного провода по формуле:

$$i_a = \frac{\Delta S_u}{p * 10^{-4}}, мм^2 / 10^4$$ проходов токоприемника.

Удельный износ контактного провода в анкерном участке используется при определении удельного износа контактного провода по всему участку (перегону).
По средней высоте и среднему износу контактного провода в анкерном участке можно сделать вывод о возможности дальнейшей эксплуатации контактного провода.

Порядок выполнения

1. Определить среднее арифметическое значение высоты контактного провода.
2. Определить среднюю площадь изношенной части сечения провода.
3. Определить общее число проходов токоприемников электро- подвижных составов.
4. Определить удельный износ контактного провода в анкерном Участке.

Содержание отчета

1. Привести среднее арифметическое значение высоты контактного провода.
2. Значение средней площади изношенной части сечения провода.
3. Число общего числа проходов токоприемников электроподвижных составов.
4. Значение удельного износа контактного провода в анкерном Участке.
5. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Что такое износ контактного провода?
2. Какие виды износа контактного провода вам известны?
3. Для чего необходимо определять средний износ провода в анкерном участке?
4. В каком случае делается вывод о полной замене контактного провода?
5. Можно ли визуально определить возникновение износа контактного провода?
6. Какими способами измеряют износ контактного провода?

Тема 15.2 Обслуживание автоматизированных систем управления
Практическое занятие
Тема: Исследование работы аппаратуры каналов связи в режиме телеуправления
Цель: рассчитать стоимость сооружения участка контактной сети перегона.
Работы по электрификации участков железных дорог выполняются по утвержденной проектно-сметной и технической документации. При сооружении контактной сети выполняемые работы разделяют на строительные и электромонтажные (монтажные).
Студенты и специалисты среднего звена должны знать состав, объем и порядок строительных и монтажных работ, иметь ориентировочное представление о стоимости основных работ и затрат. Эти знания студенты приобретают, изучая в соответствии с программой дисциплины «Контактная сеть» тему 15 *Сооружение контактной сети.*
Наиболее четкие знания о составе работ и стоимости затрат при сооружении контактной сети дает анализ смет. Сметы составляются на основании общих данных (ведомостей и спецификаций) к выполнен ным планам контактной сети каждого перегона и станции и сборником действующих сметных цен и расценок.
В данном пособии даны упрощенные таблицы цен строительных и монтажных работ, материалов и оборудования контактной сети в базис ном уровне цен по состоянию на 01.01.2000 г. (см. приложение 32) и при мер составления сметы для условий общих данных, содержащихся и приложении 31. Таблицы цен приложения 32 охватывают большую ч:м 11. применяемых типов контактных подвесок постоянного и переменною тока, марок проводов, опорных и поддерживающих конструкций, оборудования и методов строительных и монтажных работ.
Внимательный анализ примера сметы и таблиц цен показываем. им то, и другое состоит из разделов: строительные работы, работы, материалы и оборудование, позволяет установить содержимым- каждого из этих разделов, а также получить представление о стоим» »• III проводов, опорных и поддерживающих конструкций и **оборудования** контактной сети.

2.2.1. Перечень заданий для оценки освоения МДК.03.01 Релейная защита и автоматические системы управления устройствами электроснабжения

2.2.1.1. Задания для текущего контроля (вопросы для устных опросов).

Раздел. Основные понятия и виды релейных защит (РЗ)
Назначение, функции, требования, предъявляемые к РЗ.
Основные элементы РЗ
1.Назначение, основные типы и принцип действия реле, применяемых в схемах РЗ.
2.Трансформаторы тока и напряжения в цепях РЗ.
3.Оперативный ток в схемах РЗ.

Токовые защиты
1.Максимальные токовые защиты. Токовая отсечка.
2.Токовые защиты нулевой последовательности
3.Дифференциальные и дистанционные защиты

Раздел 12. Релейная защита отдельных элементов системы электроснабжения
1.Защита кабельных и воздушных линий.
2.Защита силовых трансформаторов.
3.Защита высоковольтных присоединений различного назначения.
4.Защита от замыканий на землю в сетях с изолированной нейтралью.

Расчет установок защит
1.Методика расчёта уставок защит. Выбор схемы соединения трансформаторов тока

Микропроцессорные защиты
Микропроцессорные защиты. Структура, принцип действия, основные функции.
1.Назначение, виды и разновидности устройств автоматики в системе электроснабжения.
2.Системы автоматического повторного включения (АПВ): назначение, виды, требования к АПВ.
3.Схема АПВ.
4.Назначение, требования и схема автоматического ввода резерва (АВР).

Противоаварийная автоматика. Устройства автоматики в системы электроснабжения.
1.Назначение, виды и разновидности устройств автоматики в системе электроснабжения.
2.Системы автоматического повторного включения (АПВ): назначение, виды, требования к АПВ
3.Схема АПВ.
4.Назначение, требования и схема автоматического ввода резерва (АВР).

Техническое обслуживание релейной защиты и автоматики
1. Требования к выполнению работ по техническому обслуживанию устройств релейной защиты и автоматики. Виды и периодичность технического обслуживания релейных защит. Проверка (наладка) при новом включении. Состав работ. Наименьшее допустимое сопротивление изоляции аппаратов вторичных цепей и электропроводки до 1000 В. Испытание контакторов и автоматических выключателей.
Проверка схем на нормальное функционирование.
2.Обслуживание цепей оперативного тока.
3.Профилактический контроль устройств релейной защиты и автоматики.
4.Профилактическое восстановление. Состав работ
5.Заполнение отчетной документации.

Техническое обслуживание автоматизированных систем управления

1. Автоматизация работы систем электроснабжения.
2. Способы управления и передачи информации.
3. Принципы построения устройств телемеханики.
4. Аппаратура автоматизированных систем управления на диспетчерских пунктах.
5. Работа в режимах телеуправления и телеконтроля.
6. Аппаратура автоматизированных систем управления на контролируемых пунктах.
7. Работа в режимах телеконтроля и телеуправления.
8. Требования к выполнению работ по техническому обслуживанию аппаратуры автоматизированных систем управления.
9. Виды и периодичность технического обслуживания аппаратуры
10. автоматизированных систем управления.
11. Технические осмотры и опробования.
12. Состав работ. Заполнение отчетной документации.
13. Профилактический контроль аппаратуры автоматизированных систем управления.
14. Особенности технического обслуживания микропроцессорных автоматизированных систем управления.

Критерии оценивания устного (письменного) опроса на занятиях

Оценка «отлично» ставится, если:

- студент обнаруживает усвоение всего объема программного материала;
- выделяет главные положения в изученном материале и не затрудняется при ответах на видоизмененные вопросы;
- не допускает ошибок в воспроизведении изученного материала.

Оценка «хорошо» ставится, если:

- студент знает весь изученный материал;
- отвечает без особых затруднений на вопросы преподавателя;
- в устных ответах не допускает серьезных ошибок, легко устраняет отдельные неточности с помощью дополнительных вопросов преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если:

- студент обнаруживает усвоение основного материала, но испытывает затруднение при его самостоятельном воспроизведении и требует дополнительных и уточняющих вопросов преподавателя,
- предпочитает отвечать на вопросы, воспроизводящего характера и испытывает затруднение при ответах на видоизмененные вопросы,

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если

- у студента имеются отдельные представления об изученном материале, но все же большая часть материала не усвоена.

2.2.1.2. Задания для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по междисциплинарному курсу

Объектами оценивания выступают:

– степень усвоения теоретических знаний;
– уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
– результаты самостоятельной работы.

Задание для промежуточной аттестации (дифференцированный зачет).

Промежуточная аттестация по междисциплинарному курсу

Объектами оценивания выступают:

– степень усвоения теоретических знаний;

– уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;

– результаты самостоятельной работы.

Промежуточная аттестация по междисциплинарному курсу проводится в форме дифференцированного зачета.

К промежуточной аттестации допускаются студенты, не имеющие задолженности по изучаемым темам, имеющие допуск учебной части. При явке на экзамен студентам необходимо иметь зачетную книжку.

По результатам всех видов оценочной ведомости студенту выставляется итоговая отметка по междисциплинарному курсу. Шкала оценок: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Студенты, не сдавшие экзамен в установленное время по уважительной причине, подтвержденной документально соответствующим документом, сдают его индивидуально, в установленные сроки .

1. Приведите требования к устройствам релейной защиты и поясните их значение.

2. Приведите назначение, конструкцию и принцип действия электромагнитного реле тока.

3. Приведите назначение, конструкцию и принцип действия электромагнитного реле напряжения.

4. Приведите назначение, конструкцию и принцип действия электромагнитных реле времени.

5. Приведите назначение, конструкцию и принцип действия промежуточных реле.

6. Приведите назначение, конструкцию и принцип действия указательных реле.

7. Приведите назначение и объясните принцип действия максимальной токовой защиты ЛЭП.

8. Приведите назначение и объясните принцип действия токовой отсечки ЛЭП.

9. Поясните принцип действия и порядок расчета уставок совместной схемы максимальной токовой защиты и токовой отсечки ЛЭП в случае близкого короткого замыкания.

10. Поясните принцип действия и порядок расчета уставок совместной схемы максимальной токовой защиты и токовой отсечки ЛЭП в случае длительной перегрузки.

11. Приведите назначение и объясните принцип действия максимальной токовой защиты ЛЭП с блокировкой по напряжению.

12. Приведите назначение и объясните принцип действия направленной максимальной токовой защиты ЛЭП.

13. Приведите назначение и объясните принцип действия дистанционной защиты ЛЭП.

14. Приведите назначение и объясните принцип действия максимальной токовой защиты трансформатора.

15. Приведите назначение и принцип действия токовой отсечки трансформатора.

16. Приведите назначение и объясните принцип действия газовой защиты трансформатора.

17. Приведите назначение и объясните принцип действия дифференциальной токовой защиты трансформаторов.

18. Приведите назначение и принцип действия земляной защиты тяговой подстанции постоянного тока.

19. Приведите требования к устройствам автоматического повторного включения и автоматического включения резерва.

20. Приведите конструкцию и принцип действия реле РПВ-58.

21. Перечислите конструктивные особенности, преимущества и недостатки микропроцессорных релейных защит типа БМРЗ.

22. Перечислите конструктивные особенности, преимущества и недостатки цифровых защит типа ЦЗА - 27,5.

23. Перечислите конструктивные особенности, преимущества и недостатки цифровой защиты типа ЦЗАФ - 3,3.

24. Приведите назначение и основной состав аппаратуры микропроцессорной системы телемеханики на энергодиспетчерском пункте.

25. Приведите назначение и основной состав аппаратуры микропроцессорной системы телемеханики на тяговой подстанции.

26. Пользуясь схемой цепей вторичной коммутации фидера районного потребителя 6-10 кВ, опишите порядок переключения элементов схемы и сигнализацию при оперативном включении выключателя.

27. Пользуясь схемой цепей вторичной коммутации фидера районного потребителя 6-10 кВ, опишите порядок переключения элементов схемы и сигнализацию при оперативном отключении выключателя.

28. Пользуясь схемой цепей вторичной коммутации фидера районного потребителя 6-10 кВ, опишите порядок переключения элементов схемы и сигнализацию при автоматическом отключении выключателя от токовой отсечки.

29. Пользуясь схемой цепей вторичной коммутации фидера районного потребителя 6-10 кВ, опишите порядок переключения элементов схемы и сигнализацию при автоматическом отключении выключателя от максимальной токовой защиты.

30. Пользуясь схемой цепей вторичной коммутации фидера районного потребителя 6-10 кВ, опишите порядок переключения элементов схемы и сигнализацию при автоматическом повторном включении выключателя.

31. Пользуясь схемой цепей вторичной коммутации линии с двусторонним питанием, опишите порядок переключения элементов схемы при оперативном включении выключателя с контролем синхронизма.

32. Пользуясь схемой цепей вторичной коммутации линии с двусторонним питанием, опишите порядок переключения элементов схемы и сигнализацию при автоматическом повторном включении.

33. Пользуясь схемой переключения питания устройств СЦБ, опишите порядок автоматического включения резервного выключателя.

34. Пользуясь схемой цепей вторичной коммутации фидера контактной сети переменного тока, опишите порядок переключения элементов схемы и сигнализацию при оперативном включения выключателя.

35. Пользуясь схемой цепей фидера контактной сети переменного тока, опишите порядок переключения элементов схемы и сигнализацию при оперативном отключении выключателя.

36. Пользуясь схемой цепей вторичной коммутации фидера контактной сети переменного тока, опишите порядок переключения элементов схемы и сигнализации при автоматическом отключении выключателя от электронной защиты.

37. Пользуясь схемой цепей вторичной коммутации фидера контактной сети переменного тока, опишите порядок переключения элементов схемы и сигнализацию при автоматическом повторном включении выключателя.

38. Пользуясь схемой цепей вторичной коммутации фидера контактной сети постоянного тока, опишите порядок переключения элементов схемы и сигнализацию при оперативном включении быстродействующих выключателей.

39. Пользуясь схемой цепей вторичной коммутации фидера контактной сети постоянного тока, опишите порядок переключения элементов схемы и сигнализацию при оперативном отключении быстродействующих выключателей.

40. Пользуясь схемой цепей вторичной коммутации понижающего трансформатора, опишите порядок переключения элементов схемы при оперативном включении трансформатора.

41. Пользуясь схемой цепей вторичной коммутации понижающего трансформатора, опишите порядок переключения элементов схемы при оперативном отключении трансформатора.

42. Пользуясь схемой цепей вторичной коммутации понижающего трансформатора, опишите порядок переключения элементов схемы при автоматическом отключении трансформатора от токовой отсечки.

43. Пользуясь схемой цепей вторичной коммутации понижающего трансформатора, опишите порядок переключения элементов схемы при автоматическом отключении трансформатора от максимальной токовой защиты.

44. Пользуясь схемой цепей вторичной коммутации понижающего трансформатора, опишите порядок переключения элементов схемы при автоматическом отключении трансформатора от газовой защиты.

45. Пользуясь схемой цепей вторичной коммутации понижающего трансформатора, опишите порядок переключения элементов схемы при автоматическом включении резервного трансформатора.

46. Пользуясь схемой цепей вторичной коммутации трансформатора собственных нужд, опишите порядок переключения элементов схемы при оперативном включении трансформатора.

47. Пользуясь схемой цепей вторичной коммутации трансформатора собственных нужд, опишите порядок переключения элементов схемы при оперативном отключении трансформатора.

48. Пользуясь схемой цепей вторичной коммутации преобразовательного агрегата, опишите порядок переключения элементов схемы при оперативном включении преобразователя.

49. Пользуясь схемой цепей вторичной коммутации преобразовательного агрегата, опишите порядок переключения элементов схемы при оперативном отключении преобразователя.

50. Пользуясь схемой цепей вторичной коммутации преобразовательного агрегата, опишите порядок переключения элементов схемы при автоматическом отключении преобразователя от земляной защиты.

51.Опишите порядок и условия проведения внешнего осмотра электромагнитных реле.

52. Укажите порядок проверки и регулировки электромагнитного реле тока.

53 .Поясните проверку и регулировку механической части электромагнитного реле тока.

54. Укажите порядок снятия электрических характеристик реле тока, приведите схему проверки.

55. Укажите порядок проверки и регулировки электромагнитного реле напряжения.

56. Поясните проверку и регулировку механической части электромагнитного реле напряжения.

57. Укажите порядок снятия электрических характеристик реле напряжения, приведите схему проверки.

58. Укажите порядок проверки и регулировки реле времени.

59. Укажите порядок проверки и регулировки промежуточных реле.

60. Укажите порядок проверки и регулировки указательных реле.

61. Укажите виды и периодичность технического обслуживания релейных защит.

62. Поясните порядок проведения внутреннего осмотра устройств релейной защиты и автоматики.

63. Перечислите состав проверок релейных защит простой и средней сложности.

64. Укажите особенности эксплуатации и технического обслуживания микропроцессорных релейных защит.

65. Укажите виды и периодичность технического обслуживания систем телемеханики.

66.оясните порядок проведения проверки сопротивления изоляции для устройств релейной защиты, автоматики и телемеханики.

67. Опишите процесс контроля взаимодействия элементов проверяемой схемы цепей вторичной коммутации между собой.

68. Опишите порядок проведения комплексного контроля действия устройства релейной защиты и автоматики при имитации аварийного режима с измерением времени срабатывания.

69. Опишите порядок проведения комплексного контроля действия устройства релейной защиты и автоматики при имитации аварийного режима без измерения времени срабатывания.

70. Опишите порядок проведения контроля взаимодействия проверяемого устройства с другими устройствами защиты, автоматики, управления и сигнализации.

71. Опишите порядок проведения контроля воздействия проверяемого устройства релейной защиты и автоматики на коммутационные аппараты.

72. Опишите порядок проведения контроля устройств релейной защиты и автоматики с подачей рабочих токов и напряжений.

73. Опишите порядок проведения тестового контроля микропроцессорных устройств.

74. Перечислите состав работ при профилактическом восстановлении цифровых защит, укажите условия их выполнения.

75. Перечислите состав работ при профилактическом восстановлении микропроцессорных систем телемеханики, укажите условия их выполнения.

3. Оценка по учебной и (или) производственной практике

3.1. Формы и методы оценивания

Целью оценки по учебной и (или) производственной практике является оценка профессиональных и общих компетенций; практического опыта и умений.

Оценка по учебной и (или) производственной практике выставляется на основании данных аттестационного листа (характеристики профессиональной деятельности обучающегося/студента на практике) с указанием видов работ, выполненных обучающимся во время практики, их объема, качества выполнения в соответствии с технологией и (или) требованиями организации, в которой проходила практика.

3.2. Виды работ практики и проверяемые результаты обучения по профессиональному модулю

3.2.1. Учебная практика

Таблица 6 – Виды работ и проверяемые компетенции

Виды работ[1]	**Коды проверяемых результатов**			
	ПК	**ОК**	**ЛР**	**ПО, У**

3.2.2. Производственная практика

Таблица 7 – Виды работ и проверяемые компетенции

Виды работ[2]	**Коды проверяемых результатов**			
	ПК	**ОК**	**ЛР**	**ПО, У**

[1] *Указываются в соответствии с разделом 3 рабочей программы профессионального модуля.*

[2] *Указываются в соответствии с разделом 3 рабочей программы профессионального модуля.*

3.3. Форма отчетных документов по практике

(наименование образовательной организации)

(наименование структурного подразделения (отделение))

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий отделением
_____ /_____ /
«__» _____ 202__ г.

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ НА ПРАКТИКУ

Общие сведения

ФИО обучающегося	
Курс	
Форма обучения	
Направление подготовки / специальность / профессия	
Наименование структурного подразделения (отделение)	
Группа	
Вид практики	
Тип практики	
Способ проведения практики	
Форма проведения практики	
Место прохождения практики	
Период прохождения практики	

Содержание индивидуального задания

Задачи учебной практики
1**.** Развитие общих и профессиональных компетенций.
2**.** Проверка готовности обучающегося к самостоятельной трудовой деятельности.
3.Закрепление и совершенствование приобретённого в процессе обучения опыта практической деятельности обучающихся в сфере изучаемой профессии.
Содержание отчета по учебной/производственной практике
1.
2.
3.
4.
5.
Методические указания
Отчет составляется на основе личных наблюдений, сопоставлений и оценки технических
средств и технологических процессов с действующими инструкциями и правилами.
Отчет составляется объемом 10 – 25 листов формата А – 4 с приложением графиков,
рисунков, схем и т.д.

Отчет составляется в соответствии с требованиями ГОСТ к оформлению текстовой документации

Задание на практику составил:

руководитель практики от образовательной организации

преподаватель _____ _____ _____ «___»_____г.

(должность) (подпись) (И.О. Фамилия) (дата)

Задание на практику принял:

обучающийся _____ _____ «___»_____г.

(подпись) (И.О. Фамилия) (дата)

(наименование образовательной организации)

(наименование структурного подразделения (кафедра / отделение))

ДНЕВНИК ПРАКТИКИ

Общие сведения

ФИО обучающегося	
Курс	
Форма обучения	
Направление подготовки / специальность / профессия	
Наименование структурного подразделения (отделение)	
Группа	
Вид практики	
Тип практики	
Способ проведения практики	
Форма проведения практики	
Место прохождения практики	
Период прохождения практики	

Учет выполняемой работы

№ п/п	Содержание работы	Дата выполнения	Отметка о выполнении
1	2	3	4
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			
11.			
12.			
13.			
14.			

15.			
16.			
17.			
18.			

Дневник заполнил:
обучающийся _____ _____ «__» _____ 202_ г.
(подпись) (И.О. Фамилия) (дата)

Дневник проверил:
руководитель практики от образовательной организации
преподаватель _____ _____ _____ «__» _____ 202_ г.
(должность) (подпись) (И.О. Фамилия) (дата)

_____

Наименование учебного заведения

АТТЕСТАЦИОННЫЙ ЛИСТ

по ПП.03.01 Производственная практика (по профилю специальности)

Студента группы _____

(фамилия, имя, отчество)

обучающегося по специальности 13.02.07 Электроснабжение, который успешно прошёл ПП.03.01 Производственную практику (по профилю специальности) в объёме 72 часов с «__» июня 202__ г. по «__» июля 202__ г.

в _____

наименование организации, юридический адрес

Виды и объём работ, выполненных обучающимся во время практики	**Качество выполнения работ в соответствии с технологией и требованиями организации, в которой проходила практика**
Разборка и ревизия простых устройств РЗА.	Качество выполнения работ соответствует технологии и требованиям организации, в которой проходила практика
Проверка устройств РЗА или отдельных их элементов в лаборатории под руководством работника более высокой квалификации.	Качество выполнения работ соответствует технологии и требованиям организации, в которой проходила практика
Внутренний осмотр и проверка механической части простых устройств РЗА на объектах электроэнергетики.	Качество выполнения работ соответствует технологии и требованиям организации, в которой проходила практика
Проверка и при необходимости регулирование механических характеристик устройств (люфтов, зазоров, провалов, растворов, прогибов) в лаборатории под руководством работника более высокой квалификации.	Качество выполнения работ соответствует технологии и требованиям организации, в которой проходила практика
Подготовка необходимых приборов и испытательной аппаратуры.	Качество выполнения работ соответствует технологии и требованиям организации, в которой проходила практика
Подготовка необходимой документации для выполнения простых работ по техническому обслуживанию устройств РЗА.	Качество выполнения работ соответствует технологии и требованиям организации, в которой проходила практика
Чтение конструкторской документации, рабочих чертежей, электрических схем	Качество выполнения работ соответствует технологии и требованиям организации, в которой проходила практика
Проверка и измерение мегаомметром сопротивления изоляции простых устройств РЗА в мастерской под руководством работника более высокой квалификации.	Качество выполнения работ соответствует технологии и требованиям организации, в которой проходила практика
Снятие векторных диаграмм в цепях тока и напряжения в лаборатории под руководством работника более высокой квалификации.	Качество выполнения работ соответствует технологии и требованиям организации, в которой проходила практика
Проверка электрических характеристик элементов простых устройств РЗА под	Качество выполнения работ соответствует технологии и требованиям организации, в которой проходила практика

руководством работника более высокой квалификации.	
Испытание и наладка отдельных элементов устройств РЗА на интегральных микросхемах.	Качество выполнения работ соответствует технологии и требованиям организации, в которой проходила практика
Производство работ с соблюдением требований безопасности.	Качество выполнения работ соответствует технологии и требованиям организации, в которой проходила практика
Итоговая оценка по производственной практике (по профилю специальности) *дифференцированный зачёт*	_____ (оценка)

Характеристика профессиональной деятельности студента во время ПП.03.01производственной практики (по профилю специальности): Качество выполнения работ соответствует требованиям организации, в которой проходила практика				
Заключение: аттестуемый(ая) продемонстрировал(а) владение профессиональными компетенциями и общими компетенциями ОК 01; ОК 02; ОК 04; ОК 05; ОК 07; ОК 09; ПК 3.1; ПК 3.2.				
М.П.	Руководитель практики от предприятия	_____	_____	_____
	«___» _____ 202__ г.	Ф.И.О.	должность	подпись
М.П	Руководитель практики от филиала	_____	_____	_____
	«___» _____ 202__ г.	Ф.И.О.	должность	подпись

4 Контрольно-оценочные материалы для экзамена (квалификационного)[3]

4.1 Паспорт

Назначение:

Контрольно-оценочные материалы (далее – КОМ) предназначен для контроля и оценки результатов освоения профессионального модуля ПМ.00 Название специальности 00.00.00 Название.

4.2. Задание для экзаменующегося

Задание 1.

Коды проверяемых профессиональных и общих компетенций:

_____
_____
_____

Инструкция:

Внимательно прочитайте задание.

При выполнении задания вы можете воспользоваться *(указать, чем)*

_____
_____
_____

Время выполнения задания – _____.

Текст задания: …

Время выполнения задания – _____

Текст задания: …

Критерии оценки:….

Задание n.

Коды проверяемых профессиональных и общих компетенций:

_____
_____

Инструкция:

Внимательно прочитайте задание.

При выполнении задания вы можете воспользоваться *(указать, чем)*

_____
_____

Время выполнения задания – _____.

Текст задания: …

Время выполнения задания – _____

Текст задания: …

Критерии оценки:….

4.3 Пакет экзаменатора

4.3.1 Условия

Количество вариантов каждого задания / пакетов заданий для экзаменующегося:

_____.

Время выполнения каждого задания: _____ .

Оборудование:

_____
_____.

[3] *Задания к Э(К). формируются 3 способами:*

1. Задания, ориентированные на проверку освоения вида деятельности (всего модуля) в целом.

2. Задания, проверяющие освоение группы компетенций, соответствующих определенному разделу модуля.

3. *Задания, проверяющие освоение отдельной компетенции внутри профессионального модуля.*

Литература для студента:
Учебники:

Методические пособия:

Справочная литература:

4.3.2. Выполнение задания

1) Ход выполнения задания

4.4. Комплексные показатели сформированности компетенций

Таблица 8 - Комплексные показатели сформированности компетенций

Коды проверяемых компетенций	**Показатели оценки результата**	**Оценка (да / нет)**

5. Оценочная ведомость по профессиональному модулю

Оценочная ведомость по профессиональному модулю

_____

(Код, наименование модуля)

Студент(-ка) _____

(Ф.И.О.)

обучающийся (-аяся) на _____ курсе по специальности СПО _____

_____

(код, наименование)

освоил (-а) программу профессионального модуля _____

_____

(Код, наименование модуля)

в объеме _____часов с «_____» _____ 20___ г. по «_____» _____ 20___ г.

Результаты промежуточной аттестации по элементам профессионального модуля:

Элементы модуля	**Формы промежуточной аттестации**	**Оценка**
МДК n		
МДК n		
УП.00		
ПП.00		
Коды проверяемых компетенций	**Показатели оценки результата**	**Оценка (да / нет)**
ПК n.		
ПК n.		
ПК n.		
ОК 01.		
ОК 02.		
ОК n		

«___» _____ 20__ г.

_____ /_____/

(Подпись и Ф.И.О. председателя аттестационной комиссии)

_____ /_____/

(Подпись и Ф.И.О. члена аттестационной комиссии)

_____ /_____/

(Подпись и Ф.И.О. члена аттестационной комиссии