

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО
ТРАНСПОРТА**

**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Самарский государственный университет путей сообщения»
в г. Саратове**

Методические указания по проведению практических работ

**для студентов специальности 23.02.06 «Техническая эксплуатация
подвижного состава железных дорог» (электроподвижной состав)**

по теме 2.4 «Электроснабжение ЭПС»

**(МДК 01.02. Эксплуатация подвижного состава (электроподвижной
состав) и обеспечение безопасности движения поездов; ПМ 01.
Эксплуатация и техническое обслуживание подвижного состава),**

Саратов 2023

ОДОБРЕНО

на заседании ЦМК

« Техническая эксплуатация
подвижного состава железных
дорог»

Протокол № ____ от «__» _____ 20__ г.

Председатель

_____ / Д.К. Гусев /

Методические указания по лабораторным работам разработаны в соответствии с требованиями ФГОС по специальности **23.02.06** Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог на основе Примерной программы учебной дисциплины.

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по УР _____/С.А. Крижановский/

«__» _____ 20__ г.

СОГЛАСОВАНО

Зам. директора по УПР _____/Д.И. Селивёртов/

«__» _____ 20__ г.

Составитель (автор): Филатов И.В., преподаватель филиала СамГУПС в г. Саратове

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Практические работы по теме «Электроснабжение ЭПС» является частью основной профессиональной образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности **23.02.06** Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог (Приказ Министерства образования и науки РФ №193 от 17.03.2010).

Перечень практических работ по теме «Электроснабжение ЭПС» разработан в соответствии с Примерной программой для специальностей среднего профессионального образования, заключение Экспертного совета ФГАУ «ФИРО» №295 от 16 августа 2011г.

Тема «Электроснабжение ЭПС» относится к профессиональному модулю ПМ.01 и нацелена на развитие у студентов мышления и понимания построения принципов построения схемы электроснабжения электроподвижного состава, знания основных элементов схемы электроснабжения электрифицированных участков железной дороги, конструктивного исполнения и основных параметров её отдельных составных частей, назначения тяговых подстанций, конструктивного устройства контактной сети

Цель проведения практических работ - научить студентов эксплуатировать схему электроснабжения подвижного состава.

В результате освоения темы обучающийся должен знать схемы питания электрической тяги по системам постоянного и переменного тока, уметь по электрической схеме определить систему электроснабжения электрифицированного участка железной дороги.

В результате изучения данной темы студент должен сформировать следующие **общие компетенции:**

ОК 1 Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2 Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3 Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4 Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5 Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6 Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7 Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчинённых), результат выполнения заданий.

ОК 8 Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9 Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

профессиональные компетенции:

ПК 1.1 Эксплуатировать подвижной состав железных дорог.

ПК 1.2 Производить техническое обслуживание и ремонт подвижного состава железных дорог в соответствии с требованиями технологических процессов.

ПК 1.3 Обеспечивать безопасность движения подвижного состава.

ПК 2.3. Контролировать и оценивать качество выполняемых работ

ПК 3.1. Оформлять техническую и технологическую документацию.

Структура методических рекомендаций подчинена основным формам учебной работы и организации самостоятельной работы в виде работы с учебной литературой по теме «Электроснабжение ЭПС», а также организации практической работы в виде исследовательской работы. Методические рекомендации включают также список основной и дополнительной литературы.

Практические работы выполняются по следующим разделам дисциплины:

- 1.Схемы питания электроподвижного состава.
- 2.Тяговые подстанции.
- 3.Контактная сеть.
- 4 Взаимодействие подвижного состава с устройствами электроснабжения.

Контроль умений и знаний по теме производится по каждой практической работе в виде зачёта.

При анализе и оценке ответа студента необходимо учитывать:

- 1 знание основных понятий по теме «Электроснабжение ЭПС»;
- 2 знание схемы питания электрической тяги;
- 3 знание конструкции контактной сети;
- 4 техническую грамотность студента, позволяющую определить глубину понимания студентом вопроса;
- 5 умение применять знания, полученные по другим дисциплинам.

Критерии оценки.

Зачёт ставится студенту, полностью и правильно выполнившему все практические и исследовательские задания практической работы, понимая происходящие процессы, ответившему полностью на все контрольные

вопросы и на дополнительные вопросы при отчёте за практическую работу, либо допустившему незначительные ошибки при выполнении практической работы и в ответах на контрольные вопросы, ответившему на дополнительные вопросы при отчёте

В остальных случаях зачёт не выставляется.

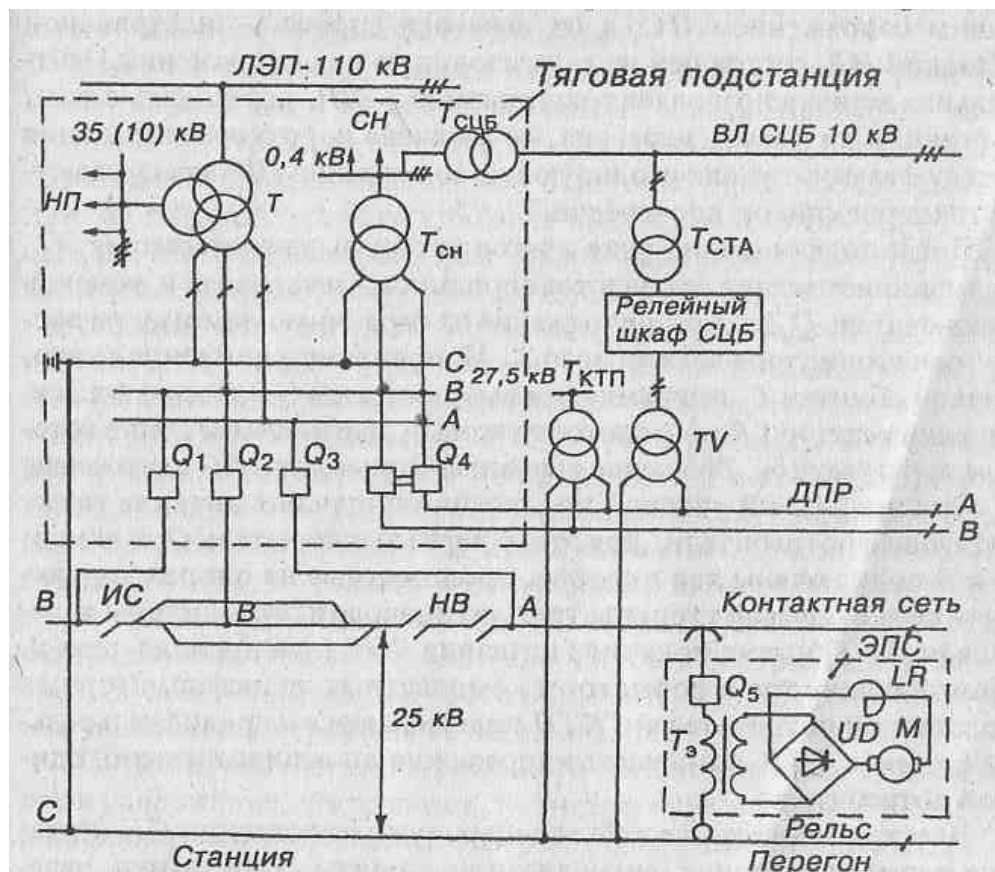
Практическая работа № 1

Тема: Исследование электрической схемы тягового электроснабжения по системе однофазного переменного тока 25 кВ

Цель: изучить электрическую схему тягового электроснабжения по системе однофазного переменного тока 25 кВ и принцип её работы.

Порядок выполнения работы:

1. Начертить упрощенную схему питания тяги и нетяговых потребителей от тяговой подстанции однофазного переменного тока 25 кВ.



2. Дать характеристику системы переменного тока напряжением 25 кВ.

Система переменного тока напряжением 25 кВ имеет более высокое напряжение в контактной сети и возможность легко понизить его трансформатором электровоза, что является её главным достоинством.

Электровоз мощностью 6000 кВт на постоянном токе потребляет из тяговой сети 2000 А, а на переменном лишь 300 А. Поэтому контактная сеть на переменном токе более лёгкая, опорные конструкции для её крепления также более лёгкие, требуют меньше материала, а значит – дешевле.

Конструкция подстанций переменного тока по сравнению с подстанциями постоянного тока более простая, благодаря отсутствию преобразовательных агрегатов, понижающих и выпрямляющих переменное напряжение.

3. Объяснить назначение элементов электрической схемы питания тяги и нетяговых потребителей по системе переменного тока 25 кВ и принцип её действия.

К линии электропередачи трёхфазного переменного тока ЛЭП 110 кВ подключен понижающий трансформатор подстанции Т, который понижает напряжение 110 кВ до 27,5 кВ для питания тяги, а так же до 35 и 10 кВ для питания нетяговых потребителей НТ. Напряжение с трансформатора Т подаётся на шины А, В, С 27,5 кВ и используется для питания ЭПС через тяговую сеть.

Для равномерной загрузки всех трёх фаз системы внешнего электроснабжения в тяговую сеть станции и перегона слева подаётся напряжение, отличающееся по фазе от напряжения, подаваемого в тяговую сеть перегона справа. Контактная сеть перегона слева от станции получает питание от шины фазы В через выключатель Q_2 , перегон справа питается от фазы А через выключатель Q_3 .

Контактная сеть станции отделяется от перегона слева изолирующим сопряжением ИС, а от перегона справа – нейтральной вставкой НВ, состоящей из двух изолирующих сопряжений.

Через выключатель электровоза Q_5 напряжение подаётся на первичную обмотку тягового трансформатора ТЭ. Напряжение, снимаемое

со вторичной обмотки T_{Σ} , выпрямляется выпрямителем UD и через сглаживающий фильтр LR подаётся к тяговым двигателям M .

От шин 27,5 кВ через выключатель Q_4 получают питание нетяговые потребители по системе ДПР (два провода – рельс) через комплектные трансформаторные подстанции КТП.

Электроэнергию для собственных нужд подстанции СН (питание цепей управления, сигнализации, автоматики, освещения, отопления, вентиляции) получают от трансформатора собственных нужд $T_{СН}$.

От шин собственных нужд через трансформатор $T_{СЦБ}$ напряжение подаётся в линию ВЛ СЦБ 10 кВ, предназначенную для питания устройств СЦБ. От ВЛ СЦБ получают электроэнергию трансформаторы сигнальных точек автоблокировки $T_{СТА}$, которые питают релейные шкафы СЦБ, а через них – лампы светофоров. Устройства СЦБ должны иметь резервный источник питания. В качестве резервного источника используют трансформатор напряжения TV , подключенный к одному из проводов линии ДПР и рельсу.

4. Сделать вывод о достоинствах и недостатках схемы тягового электроснабжения по системе однофазного переменного тока 25 кВ.

К достоинствам схемы тягового электроснабжения по системе однофазного переменного тока 25 кВ можно отнести:

- 1). значительное снижение капитальных затрат, поскольку вследствие высокого напряжения тяговые подстанции располагаются реже (через 50 км);
- 2). удешевляется стоимость контактной сети, т.к. потребность в цветных металлах для контактной подвески снижается примерно в 2 раза;

Недостатки системы однофазного переменного тока тяговой сети 25 кВ:

- 1). неравномерная нагрузка фаз питающей системы, что приводит к появлению уравнивающих токов;
- 2). вредные электромагнитные влияния на линии связи и смежные воздушные линии низкого напряжения;
- 3). индуктивное влияние на контактные подвески соседних путей;
- 4). усложнение и удорожание электровозов, т.к. на них перенесены с подстанций тяговые трансформаторы и выпрямители.

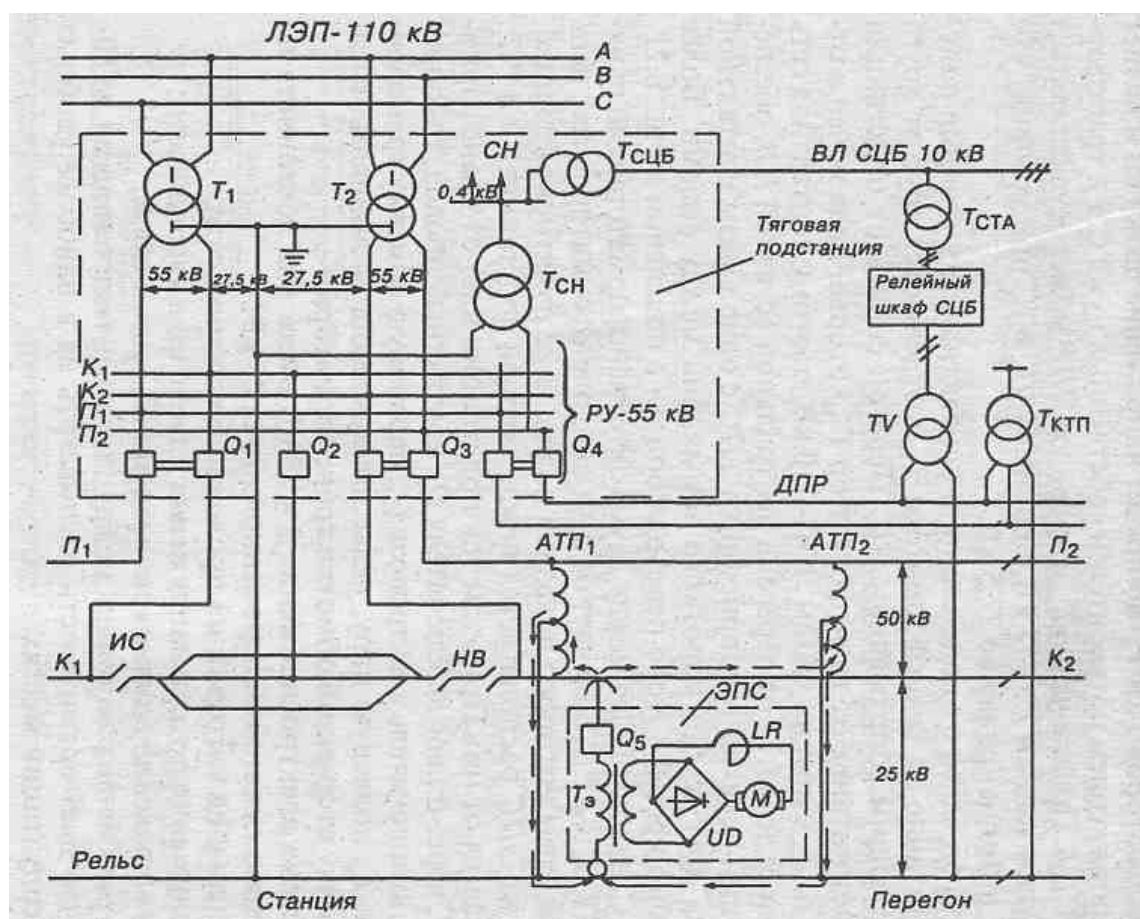
Практическая работа № 2

Тема: Исследование электрической схемы тягового электроснабжения по системе однофазного переменного тока 2х25 кВ

Цель: изучить электрическую схему тягового электроснабжения по системе однофазного переменного тока 2х25 кВ и принцип её работы.

Порядок выполнения работы:

1.Начертить упрощенную схему питания тяги и нетяговых потребителей от тяговой подстанции однофазного переменного тока 2х25 кВ.



2. Дать характеристику системы переменного тока напряжением 2х25 кВ.

Система переменного тока напряжением 2х25 кВ появилась в результате стремления повысить напряжение для существенного увеличения

передаваемой по тяговой сети электрической мощности, снизить потери напряжения в тяговой сети и одновременно использовать стандартный электроподвижной состав на напряжение 25 кВ. При этой системе электроэнергия от тяговой подстанции к ЭПС передаётся в два этапа: сначала от подстанции до автотрансформаторных пунктов (АТП) напряжением 50 кВ, затем от АТП до ЭПС напряжением 25 кВ.

При передаче электроэнергии на напряжении 50 кВ существенно снижаются потери напряжения, а расстояние между тяговыми подстанциями увеличивается до 100 км.

Между контактным проводом и рельсами при этом сохраняется напряжение 25 кВ.

3. Объяснить назначение элементов электрической схемы питания тяги и нетяговых потребителей по системе переменного тока 2х25 кВ и принцип её действия.

К линии электропередачи трёхфазного переменного тока ЛЭП 110 кВ подключены однофазные трансформаторы тяговой подстанции T_1 и T_2 , понижающие напряжение до 55 кВ. Вторичные обмотки трансформаторов подключены к шинам РУ-55кВ: T_1 к K_1 и Π_1 , T_2 к K_2 и Π_2 . Средние точки этих обмоток соединены между собой и подключены к рельсам. Таким образом между рельсами и шинами K_1 , Π_1 , K_2 , Π_2 напряжение 27,5 кВ, а между K_1 и Π_1 – 55кВ, между K_2 и Π_2 – 55кВ. Шины K_1 и K_2 служат для питания контактного провода на станции и перегонах слева и справа от станции, а к шинам Π_1 и Π_2 подключены питающие провода, проложенные на опорах контактной сети перегонов. В межподстанционной зоне (между двумя подстанциями) на расстоянии от 8 до 15 км располагаются автотрансформаторные пункты АТП₁ и АТП₂ и т.д., подключённые к проводам контактной сети и питающему проводу. Автотрансформаторы АТП получают электроэнергию напряжением 50 кВ от тяговых подстанций и отдают её к ЭПС напряжением 25 кВ.

Питание контактной сети перегонов осуществляется через двухфазные выключатели Q_1 и Q_3 , а питание станции – через однофазный выключатель Q_2 . Система ДПР (два провода – рельс) для питания нетяговых потребителей, расположенных вдоль железной дороги, подключена к шинам подстанции через выключатель Q_4 , провода её закрепляются на опорах контактной сети с полевой стороны, как и питающие провода Π_1 и Π_2 . К проводам системы ДПР и рельсу подключаются трансформаторы комплектных трансформаторных подстанций $T_{КТП}$, которые понижают напряжение до величины необходимой потребителю. К системе ДПР подключаются трансформаторы напряжения TV резервного питания релейных шкафов СЦБ. Основное питание релейных шкафов осуществляется от воздушной линии СЦБ 10кВ через трансформатор сигнальной точки автоблокировки $T_{СТА}$. Воздушная линия СЦБ 10кВ получает электроэнергию от шин собственных нужд СН тяговой подстанции через повышающий трансформатор $T_{СЦБ}$. На шины собственных нужд электроэнергия поступает от распределительного устройства 55 кВ (РУ – 55 кВ) через трансформатор собственных нужд.

Трансформатор собственных нужд получает электроэнергию напряжением 27,5 кВ от шин Π_1 и Π_2 РУ–55кВ и от средних точек трансформаторов T_1 и T_2 , понижает напряжение до 0,4 кВ и питает этим напряжением потребителей собственных нужд СН и трансформатор СЦБ.

Перегон слева от подстанции и контактная сеть станции получают питание от трансформатора T_1 и отделяются друг от друга изолирующим сопряжением ИС. Перегон справа от подстанции получает питание от трансформатора T_2 , который подключен в отличие от T_1 к другим фазам ЛЭП- 110кВ, поэтому контактная сеть станции отделяется от перегона нейтральной вставкой НВ, обеспечивающей переход токоприёмника ЭПС с одной фазы контактной сети на другую без короткого замыкания между фазами.

ЭПС, находящийся между двумя автотрансформаторными пунктами

АТП₁ и АТП₂ получает от двух автотрансформаторов ток, цепь прохождения которого показана на схеме пунктирной линией. Когда же ЭПС располагается между тяговой подстанцией и АТП₁, то питается от них. При этом ток подстанции идёт от трансформатора Т₂ через полюс выключателя Q₃, контактный провод, токоприёмник, выключатель электровоза Q₅, первичную обмотку трансформатора Т_э, колёсную пару, рельс, отсасывающую линию на среднюю точку вторичной обмотки трансформатора Т₂.

4. Сделать вывод о достоинствах системы электроснабжения 2х25кВ по сравнению с системой переменного тока 25кВ.

Система электроснабжения 2х25кВ по сравнению с системой переменного тока 25кВ имеет следующие преимущества:

- 1). меньшие нагрузки на провода контактной сети;
- 2). снижение потерь напряжения и энергии в тяговой сети;
- 3). уменьшение влияния на воздушные линии связи;
- 4). увеличение расстояния между тяговыми подстанциями до 80 – 100

км.

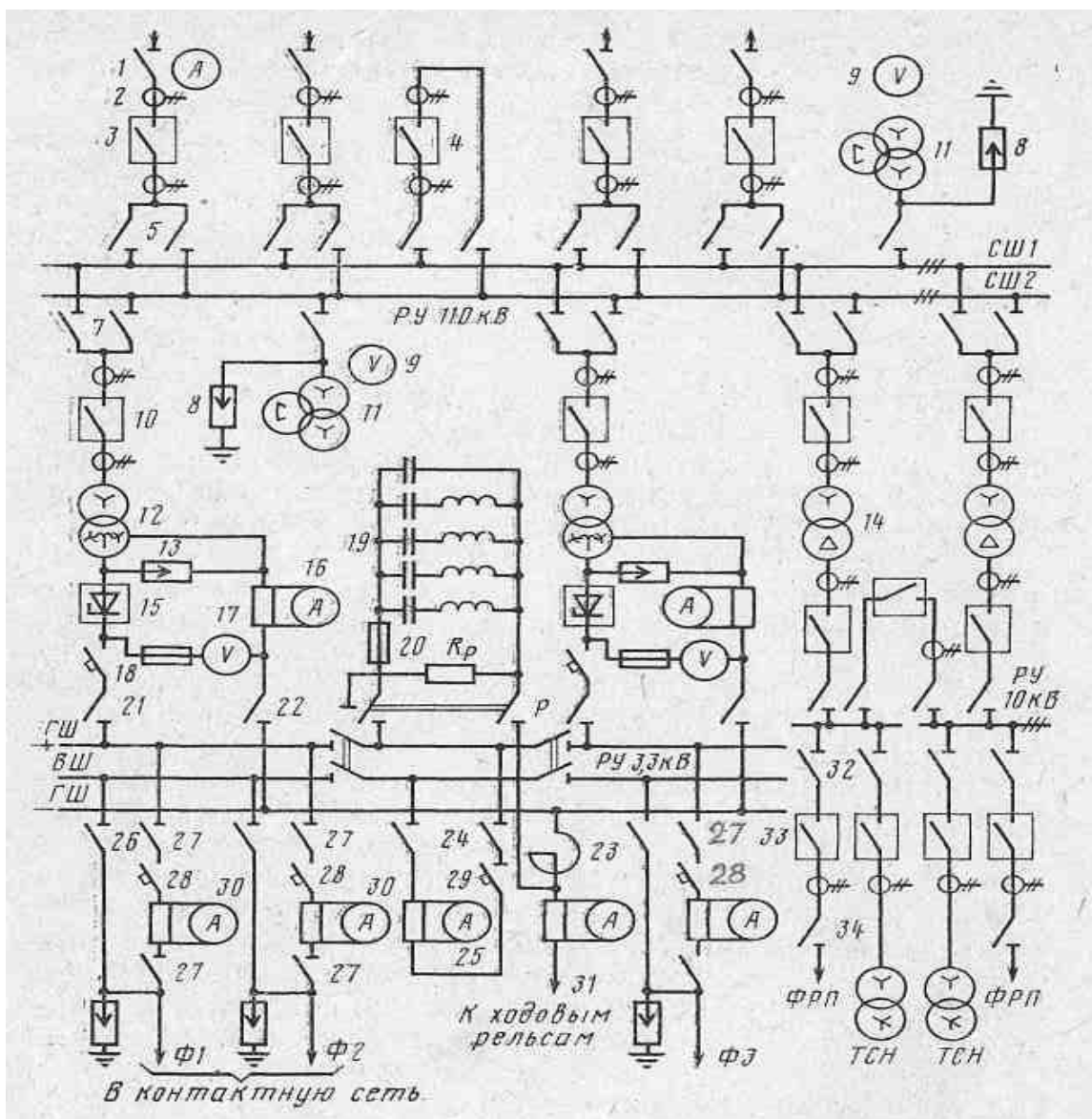
Практическая работа № 3

Тема: Исследование устройства и работы тяговой подстанции постоянного тока

Цель: изучить электрическую схему тяговой подстанции постоянного тока и функциональное назначение всех её элементов.

Порядок выполнения работы:

1. Начертить однолинейную схему тяговой подстанции постоянного тока.



Однолинейная схема опорной тяговой подстанции постоянного тока 3,3 кВ

2. Дать функциональное описание элементов схемы тяговой

подстанции постоянного тока 3,3 кВ.

Питание подстанции осуществляется двухцепными ВЛ напряжением 110кВ. К шинам каждую ВЛ подключают линейными 1 и шинными 5 разъединителями и выключателем 3. Разъединители 1 и 5 служат для снятия напряжения и создания видимого разрыва электрической цепи после её отключения выключателем 3. Выключатель 3 предназначен для разрыва цепи под нагрузкой и автоматического отключения этой цепи при срабатывании релейной защиты, получающей питание от трансформаторов тока 2, специально установленных или встроенных в выключатель. Выключатели могут быть масляными, воздушными и газовыми. Шиносоединительный выключатель 4 и двойная система шин обеспечивает высокую надёжность работы РУ 110кВ.

К шинам 110кВ через разъединители 7 и выключатель 10 присоединён преобразовательный агрегат, состоящий из тягового трансформатора 12 и полупроводникового выпрямителя 15. Вывод положительной полярности выпрямителя присоединён к главной шине ГШ РУ 3,3кВ выпрямленного тока через быстродействующий выключатель 18 и разъединитель 21. Нулевая точка трансформатора подключена разъединителем 22 к минусовой шине РУ.

Контактная сеть получает питание по фидерам Ф1, Ф2, Ф3 через разъединители 27, быстродействующие выключатели 28. Минусовая шина РУ (шина отрицательной полярности) через реактор 23 соединена с ходовыми рельсами отсасывающей линией 31. Быстродействующие выключатели 18 и 28 служат для включения и отключения цепей постоянного тока под нагрузкой и обеспечивают автоматическое отключение их при перегрузках и коротких замыканиях. Однополюсные разъединители 21 и 27 предназначены для создания видимого разрыва цепи и снятия напряжения с токоведущих частей после отключения быстродействующих выключателей.

РУ 3,3кВ имеет вспомогательную шину ВШ, соединённую с главной

полюсной шиной ГШ разъединителями 24 и выключателем 29, называемым запасным. Последний может заменить любой из выключателей 28 в случае его повреждения или ремонта, для этого включают разъединители 26, 24 и выключатель 29, а 28 отключают. Применение вспомогательной шины и запасного выключателя обеспечивает высокую надёжность работы РУ 3,3кВ. Плюсовая ГШ и вспомогательная ВШ шины разделяются на три секции двумя разъединителями каждая. Нормально все секции работают параллельно, при ревизиях и ремонтах может отключаться любая крайняя секция. Ревизия средней секции выполняется только при отключении всего РУ 3,3кВ.

К шинам постоянного тока присоединяют сглаживающее устройство 19, предназначенное для сглаживания пульсаций выпрямленного тока. Пульсирующая составляющая выпрямленного напряжения в проводах контактной сети наводит помехи в линиях связи, расположенных вдоль железной дороги, ухудшает коммутацию тяговых двигателей электроподвижного состава и увеличивает их нагрев.

Районные трансформаторы 14 понижают напряжение со 110 до 10кВ. К шинам 10кВ через разъединители 32 и 34 и выключатель 33 подключены ВЛ, питающие районные потребители. К этим же шинам подключены два трансформатора собственных нужд ТСН мощностью 100 – 400 кВА каждый: один рабочий, другой резервный.

К шинам 110 кВ через разъединители подключены трансформаторы напряжения 11, к которым подключают приборы для измерения напряжения на стороне 110кВ, питания цепей защиты и учёта энергии, а также разрядники 8, необходимые для защиты оборудования подстанции от атмосферных перенапряжений.

Нагрузку подстанции по ВЛ 110Кв измеряют амперметром, включаемым через трансформатор тока 2. Общий ток подстанции замеряют амперметром в цепи отсасывающей линии 31. Амперметр 16 показывает нагрузку агрегата, а амперметр 30 – нагрузку питающего фидера.

3. Сделать вывод по практической работе.

Практическая работа № 4

Тема: Исследование устройства цепных подвесок: некомпенсированная, полукомпенсированная, компенсированная.

Цель: изучить устройство цепных подвесок, их разновидности и области применения.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с вариантами расположения контактного провода в плане.

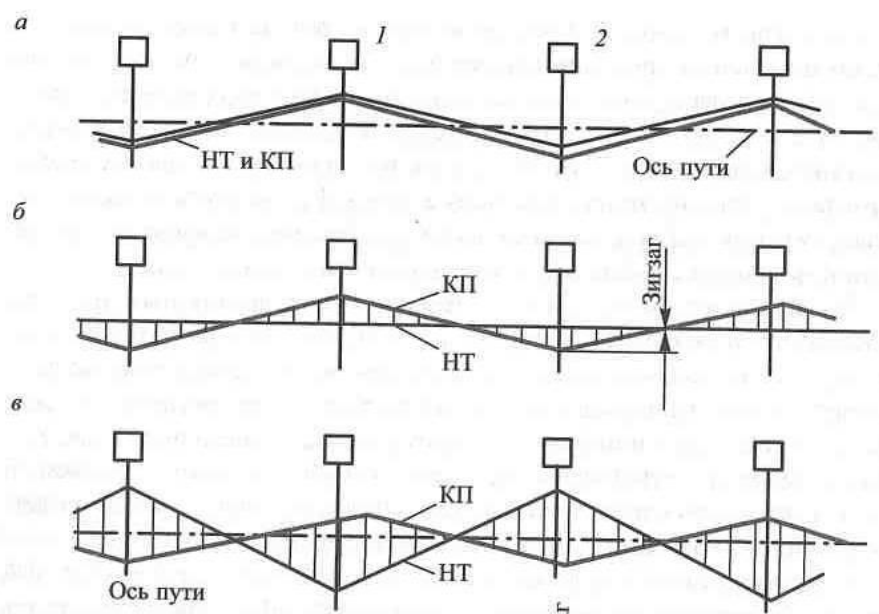
Для обеспечения равномерного истирания контактных пластин токоприёмника по ширине контактный провод (провода) располагают со смещением относительно оси токоприёмника. Смещения у опор называют **зигзагами**, а смещения в пролёте – **выносами**. На прямых участках пути приняты зигзаги, направленные в разные стороны от оси пути на каждой паре соседних опор (Рис.1,*а*), нормальный зигзаг принят равным 300 мм. Зигзаги, направленные от опор, называют плюсовыми, а к опорам – минусовыми.

На кривых участках пути контактный провод подвешивают так, чтобы он образовывал хорды по отношению к оси токоприёмника, т.е. к линии, характеризующей движение точки, расположенной

в центре полоза (Рис.2,*а*). Для этого у опор выполняют зигзаги провода в направлении от центра кривой. Нормальный зигзаг контактного провода на кривых равен 400 мм.

При **вертикальной цепной подвеске** на прямом участке пути (Рис.1,*а*) несущий трос расположен точно над контактным проводом. Следовательно, на прямых участках пути несущему тросу должны быть заданы такие же зигзаги, как и контактному проводу. Но если зигзаги контактного провода необходимы, то зигзаги несущему тросу не нужны, поэтому вертикальные цепные подвески на прямых участках пути обычно не применяют.

В **полукусовой цепной подвеске** на прямом участке пути несущий трос подвешивают без зигзагов (Рис.1,*б*), т.е. над осью пути. Из-за того что в полукусовой подвеске несущий трос и контактный провод расположены в разных вертикальных плоскостях, струны получают некоторый перекося, который тем больше, чем ближе к опоре находится струна. Ветроустойчивость полукусовой подвески выше, чем вертикальной.



НТ – несущий трос, КП – контактный провод

Рисунок 1. Схема вертикальной (*а*), полукусовой (*б*) и косой (*в*) цепных подвесок на прямых участках пути

Косую цепную подвеску на прямом участке пути применяют для увеличения угла наклона струн и повышения ветроустойчивости цепной подвески. Увеличивать зигзаг контактного провода нельзя, поэтому выполняют зигзаги несущего троса (Рис.1,*в*), они направлены противоположно зигзага контактного провода и имеют значительно большие размеры. При косой подвеске перекося струн велик, их натяжение значительно и ветровое отклонение контактного провода меньше.

Вертикальную цепную подвеску на кривом участке пути называют хордовой (Рис.2,*а*). Её применяют тогда, когда на прямых участках пути

монтируют полукосую подвеску. Ветроустойчивость вертикальной подвески на кривой примерно такая же, как у полукосой подвески на прямой.

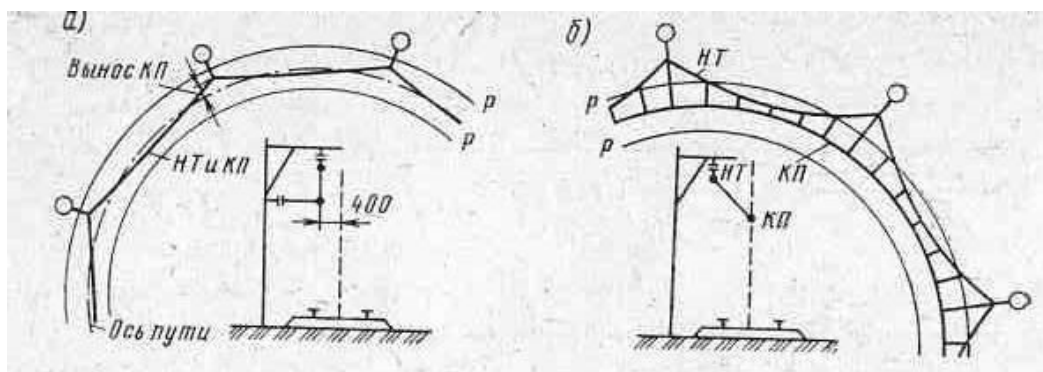


Рисунок 2. Вертикальная (хордовая) (а) и косая (б) подвески кривых (Р- рельс)

Косую цепную подвеску на кривом участке пути (Рис.2,б) монтируют, если на прямых участках также применена косая подвеска. Ветроустойчивость косой подвески на кривой примерно такая же, как у косой подвески на прямом участке пути. Контактный провод косой подвески на кривом участке пути располагается не по хорде, а криволинейно, поэтому можно не устанавливать фиксаторы, что благоприятно скажется на качестве токосъёма.

2. Ознакомиться с конструктивным устройством некомпенсированных, полукompенсированных и компенсированных цепных подвесок.

Некомпенсированной цепной подвеской называют такую, в которой несущий трос Т и контактный провод К жёстко анкеруют (закрепляют) на конечных (анкерных) опорах, натяжение всех проводов не регулируется. При некоторой средней температуре контактный провод располагается беспровесно и условия токосъёма оказываются хорошими. При изменении температуры изменяются длины НТ и КП и их натяжение. Условия токосъёма при этом ухудшаются: эластичность в различных точках пролёта становится

различной.

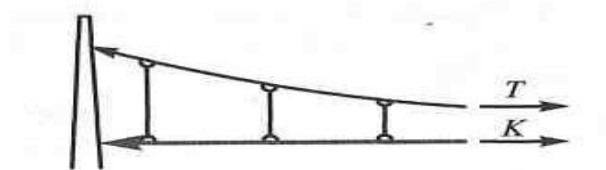


Рисунок 3.Схема анкеровки некомпенсированной подвески

Некомпенсированная подвеска допускает скорости движения до 60 км/ч, поэтому некомпенсированные цепные подвески на железных дорогах РФ не применяются.

В полукompенсированной цепной подвеске несущий трос анкеруют жестко, а контактный провод через компенсаторы. Натяжение несущего троса изменяется так же, как в некомпенсированной цепной подвеске. Контактный провод перемещается вдоль анкерного участка, а несущий трос перемещаться не может. Поэтому струны, установленные между несущим тросом и контактным проводом, занимают вертикальное положение только при одной температуре воздуха. При всех других температурах струны будут располагаться с некоторым наклоном, поэтому натяжение каждой струны уравнивается не только весом поддерживаемого ею отрезка контактного провода, но и горизонтальной силой, направленной вдоль провода. Таким образом, появляются силы, которые или складываются с натяжением, создаваемым компенсатором, или вычитаются из него в зависимости от того, в какую сторону по отношению к компенсатору наклонены струны.

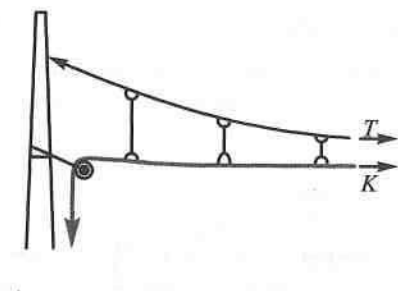


Рисунок 4. Схема анкеровки полукompенсированной подвески

Недостатком полукompенсированной подвески является значительное

изменение стрел провеса контактного провода и ухудшение эластичности подвески вблизи опор. Эта подвеска применяется на железных дорогах РФ, т.к. проста по конструкции и обеспечивает бесперебойный токосъём при скоростях до 100 км/ч, длина пролётов составляет 60...70 м.

Обычно применяют схему двусторонней компенсации, при которой компенсаторы устанавливают с обеих сторон анкерного участка контактного провода. Однако, если не создать где-то в середине анкерного участка точку, относительно которой контактный провод не может перемещаться в продольном направлении, то провод может сдвинуться в сторону одного из компенсаторов, что вызвало бы повреждение цепной подвески на всём анкерном участке. Поэтому при двусторонней компенсации обязательно выполнять среднюю анкеровку.

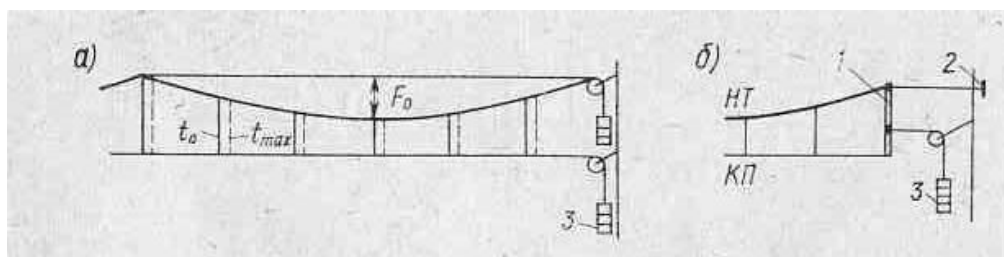


Рисунок 5. Схема двусторонней компенсации провода со средней анкеровкой

При обрыве контактного провода в какой-либо части анкерного участка вторая часть останется неповреждённой, так как контактный провод удерживается тросом средней анкеровки и не перемещается.

Применяется полукомпенсированная цепная подвеска на главных путях перегонов и станций при скорости движения от 71 до 120 км/ч.

Компенсированной цепной подвеской называют такую, в которой несущий трос и контактный провод имеют компенсаторы. Может быть компенсатор на каждый провод или один компенсатор для обоих проводов.



1-коромысло

2-тормозное устройство

3-компенсатор

Рисунок 6. Компенсированная цепная подвеска с компенсатором на каждый на каждый провод (а) и с одним компенсатором для обоих проводов (б)

Стрела провеса несущего троса при всех температурах остаётся неизменной, а контактный провод сохраняет заданное ему положение.

Применяется компенсированная цепная подвеска на главных путях перегонов и станций при скорости движения от 161 до 200 км/ч.

3. Сделать вывод по практической работе

Практическая работа № 5

Тема: Исследование устройства контактной сети в местах сопряжения анкерных участков.

Цель: изучить устройство контактной сети в местах сопряжения анкерных участков.

Порядок выполнения работы:

1. Выяснить назначение сопряжений анкерных участков контактной сети и требования, предъявляемые к ним.

Сопряжением анкерных участков контактной сети называют соединение двух смежных участков контактной подвески, обеспечивающее беспрепятственный переход токоприёмников ЭПС с одного из них на другой.

Разделение на анкерные участки необходимо для:

- компенсации температурных и упругих удлинений проводов, улучшающей токосъём;
- локализации мест повреждений на перегоне;
- секционирования (при совпадении анкерования и секционирования по схеме).

Сопряжения анкерных участков контактной подвески должны обеспечивать плавный переход полоза токоприёмника с контактного провода одного участка на контактный провод другого без нарушения бесперебойности токосъёма и снижения установленной скорости движения поездов. Если при этом не предусматривается электрическая независимость анкерных участков, то такое сопряжение называется **неизолирующим или сопряжением без секционирования**.

2. Ознакомиться с конструктивным устройством эластичного

неизолирующего сопряжения.

Эластичные неизолирующие сопряжения анкерных участков выполняют трёхпролётными.

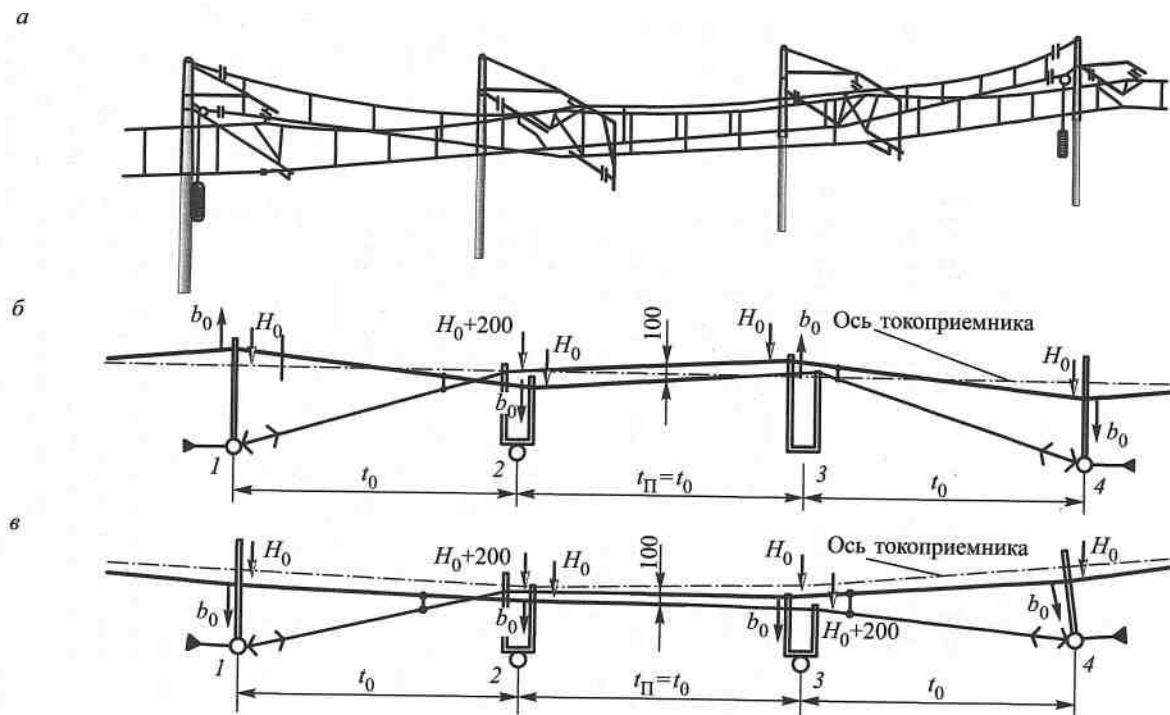


Рисунок 1. Схема неизолирующих анкерных участков: общий вид (а), на прямом участке пути (б) и в кривой (в)

Между анкерными опорами сопряжения располагают две переходные опоры. Контактные провода обоих анкерных участков в пролёте между переходными опорами подвешивают таким образом, чтобы каждый из них до середины пролёта, и несколько дальше, находился на рабочей высоте, а затем, уходящие на анкеровку контактные провода (нерабочие ветви), постепенно поднимались и закреплялись на переходных опорах на 200 мм выше основных контактных проводов. В местах, где нерабочая ветвь контактного провода входит в габарит токоприёмника, возвышение должно составлять 300 мм. Подъём контактных проводов цепных подвесок осуществляется укорачиванием струн. Расстояние между проводами в плане

При переходе через эластичное сопряжение токоприёмник сначала скользит по контактному проводу одного участка, затем в середине пролёта между переходными опорами касается проводов обоих сопрягаемых участков, после чего продолжает движение по контактному проводу другого анкерного участка.

В случае необходимости одновременно с механическим разделением анкерных участков создать ещё и электрическую их независимость применяют сопряжения, которые называют **изолирующими или сопряжениями с секционированием**. Они могут быть выполнены так, что при переходе токоприёмника электрическое разделение проводов сопрягаемых анкерных участков временно нарушается (трёхпролётное сопряжение).

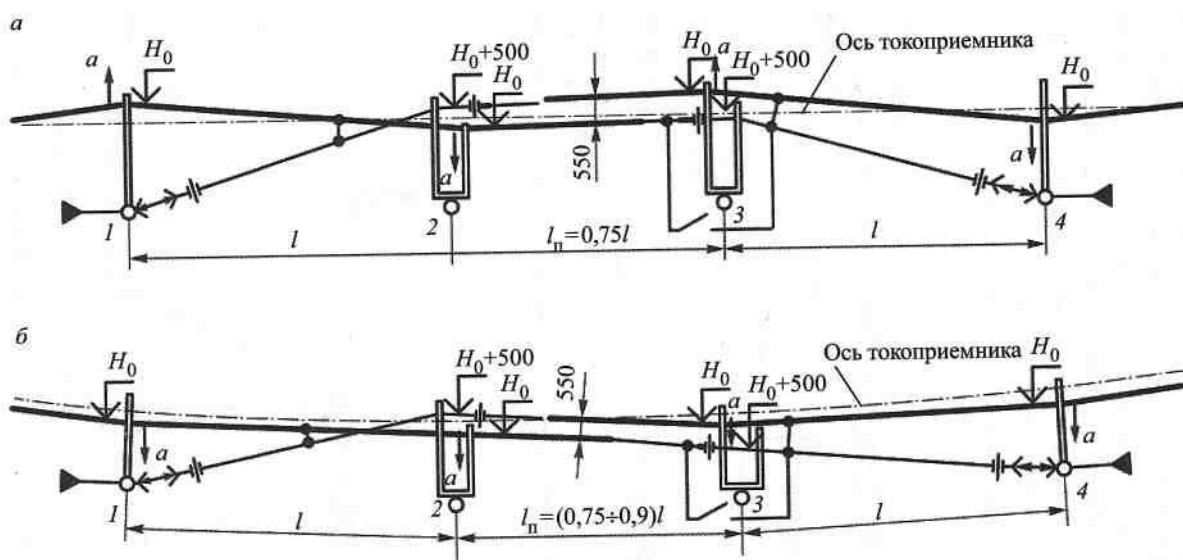


Рисунок 2. Схемы изолирующих сопряжений анкерных участков в трёх пролётах на прямом участке пути (*a*) и в кривой (*б*)

Если же электрическое разделение анкерных участков не может быть нарушено даже на самое короткое время (при сопряжении анкерных участков с различными по фазе или по значению напряжениями), применяют **изолирующие сопряжения с нейтральной вставкой**. Такие сопряжения располагают в пяти и более пролётах.

Изолирующее сопряжение в трёх пролётах выполняют аналогично эластичному сопряжению, но увеличивают расстояние между проводами различных участков. Кроме того, в отводимые на анкеровку ветви цепных подвесок включают изоляторы, чтобы случайное замыкание пересекающихся проводов не приводило к нарушению электрического разделения анкерных участков.

Изолирующее сопряжение с нейтральной вставкой представляет собой участок контактной подвески, на котором нормально отсутствует напряжение. Нейтральные вставки располагают так, чтобы все токоприёмники поезда, следующего через сопряжение анкерных участков, сначала переходили с контактного провода на нейтральную вставку и затем с неё на провод второго анкерного участка. Нельзя допускать одновременного перекрытия обоих воздушных промежутков ползками токоприёмника, так как это приведёт к замыканию проводов, находящихся под разными фазами или напряжениями, поэтому длину нейтральной вставки выбирают больше, чем расстояние между крайними токоприёмниками электровозов при кратной тяге или электропоезда. Длина среднего пролёта вставки должна быть не менее 45 м. Для десятивагонных электропоездов длина нейтральной вставки примерно равна 200 м.

Электрические локомотивы по нейтральной вставке проходят по инерции. Для того чтобы машинисты знали, что надо отключить ток (для исключения пережога контактных проводов при разрыве цепи) и где его можно включить снова, устанавливают сигнальные знаки. Эти знаки ставят в обоих направлениях движения поездов даже для тех путей, на которых нормально принято одностороннее движение.

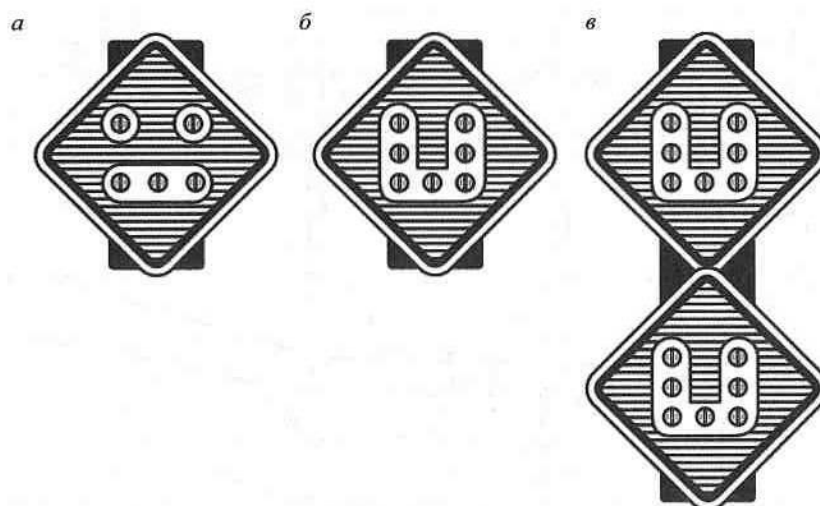


Рисунок 3. Предупредительные сигнальные знаки об отключении (а) и включении тока для электровозов (б) и электропоездов (в)

Знак «Отключить ток» устанавливают за 50 м до начала нейтральной вставки, «Включить ток» через 50 м от её конца при электровозной тяге и через 200 м при моторвагонной.

Для вывода поезда при вынужденной его остановке под нейтральной вставкой устанавливают секционные разъединители, с помощью которых можно подать на неё напряжение. Нормально эти разъединители отключены. В случае остановки поезда под нейтральной вставкой машинист должен связаться с энергодиспетчером; по приказу энергодиспетчера включают разъединитель, в сторону которого будет двигаться поезд. После прохода поезда разъединитель снова отключают.

Нормально разомкнутые сопряжения, в том числе нейтральные вставки, должны быть оборудованы устройствами от пережогов проводов электрической дугой. Защитное устройство представляет собой конструкцию из стальных полос, устанавливаемых в месте возможного отрыва полоза токоприёмника с обеих сторон контактного провода. Защитные полосы предохраняют контактный провод от воздействия дуги с боков, оставляя нижнюю рабочую часть его свободной для скольжения токоприёмника. Даже в случае пережога контактного провода полосы воспринимают на себя

натяжение, что предупреждает падение провода.

4. Сделать вывод по практической работе.