

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
**«Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)**

Ожерельевский ж.д. колледж - филиал ПГУПС

СОГЛАСОВАНО

Методист

Л.А. Елина
« ____ » _____ 20 ____ г.

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УР

Н.Н. Иванова
« ____ » _____ 20 ____ г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

**по МДК.01.04 Устройство и техническое обслуживание тяговых
подстанций**

Раздел 7. Техническое обслуживание специального оборудования
тяговых подстанций

**ПМ.01 Техническое обслуживание оборудования электрических
подстанций и сетей**

специальность 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)

СОДЕРЖАНИЕ

1. Пояснительная записка	4
2. Перечень лабораторных работ	7
3. Лабораторная работа № 1	8
4. Лабораторная работа № 2	15
5. Лабораторная работа № 3	19
6. Перечень литературы	22

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические указания по выполнению лабораторных работ к Разделу 7 Техническое обслуживание специального оборудования тяговых подстанций по МДК 01.04. Устройство и техническое обслуживание тяговых подстанций составлены в соответствии с требованиями ФГОС СПО к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников СПО по специальности 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) и на основе рабочей программы профессионального модуля ПМ 01 Техническое обслуживание оборудования электрических подстанций и сетей.

В результате освоения данного раздела междисциплинарного курса обучающийся должен **иметь практический опыт:**

- составления электрических схем устройств электрических подстанций и сетей;
- модернизации схем электрических устройств подстанций;
- технического обслуживания трансформаторов и преобразователей электрической энергии;
- обслуживания оборудования распределительных устройств электроустановок;
- применения инструкций и нормативных правил при составлении отчетов и разработке технологических документов;
- технического обслуживания специального оборудования тяговых подстанций электрифицированных железных дорог.

В результате освоения данного раздела междисциплинарного курса обучающийся должен **уметь:**

- разрабатывать электрические схемы устройств электрических подстанций и сетей;
- вносить изменения в принципиальные схемы при замене приборов аппаратуры распределительных устройств;
- обеспечивать выполнение работ по обслуживанию трансформаторов и преобразователей электрической энергии;
- обеспечивать проведение работ по обслуживанию оборудования распределительных устройств электроустановок;
- использовать нормативную техническую документацию и инструкции;
- оформлять отчеты о проделанной работе;
- обеспечивать выполнение работ по обслуживанию специального оборудования тяговых подстанций электрифицированных железных дорог.

В результате освоения данного раздела междисциплинарного курса обучающийся должен **знать:**

- устройство оборудования электроустановок;
- условные графические обозначения элементов электрических схем;
- логику построения схем, типовые схемные решения, принципиальные схемы эксплуатируемых электроустановок;
- виды работ и технологию обслуживания трансформаторов и преобразователей;

- виды и технологии работ по обслуживанию оборудования распределительных устройств;
- основные положения правил технической эксплуатации электроустановок;
- виды технологической и отчетной документации, порядок ее заполнения;
- схемы и устройство тяговых подстанций переменного и постоянного тока;
- конструкцию, типы и принцип действия специального оборудования тяговых подстанций;
- технологию работ по техническому обслуживанию специального оборудования тяговых подстанций.

Процесс изучения междисциплинарного курса направлен на освоение общих компетенций, включающих в себя способность:

ОК 01 - понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес;

ОК 02 - организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество;

ОК 03 - принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность;

ОК 04 - осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития;

ОК 05 - использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности;

ОК 06 - работать в коллективе и в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями;

ОК 07 - брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий;

ОК 08 - самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации;

ОК 09 - ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

Общей целью проведения лабораторных занятий является формирование у обучающихся профессиональных компетенций:

ПК 1.1. Читать и составлять электрические схемы электрических подстанций и сетей;

ПК 1.2. Выполнять основные виды работ по обслуживанию трансформаторов и преобразователей электрической энергии;

ПК 1.3. Выполнять основные виды работ по обслуживанию оборудования распределительных устройств электроустановок, систем релейных защит и автоматизированных систем;

ПК 1.5. Разрабатывать и оформлять технологическую и отчетную документацию;

ПК 1.6. Выполнять основные виды работ по обслуживанию специального оборудования тяговых подстанций электрифицированных железных дорог.

Рабочая программа профессионального модуля предусматривает в Разделе 7 МДК 01.04. 6 часов лабораторных работ.

Перечень лабораторных работ

№ п/п	Название работы	Объем часов
1	Осмотр и опробование быстродействующего выключателя постоянного тока	2
2	Проверка работы и настройка реле РДШ	2
3	Проверка технического состояния полупроводникового выпрямителя	2
ИТОГО		6

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Тема: Осмотр и опробование быстродействующего выключателя постоянного тока

Цель работы: получить практические навыки проведения осмотров и опробований быстродействующих выключателей постоянного тока на примере выключателя ВАБ-206.

Оборудование и приборы:

- источник напряжения постоянного тока для питания цепей вторичной коммутации;
- ячейка учебной тяговой подстанции с быстродействующим выключателем ВАБ-206 выкатного типа;
- мультиметр;
- набор инструментов с изолированными рукоятками;
- набор щупов
- техническая документация (руководства по эксплуатации выключателя и ячейки).

Краткие теоретические сведения

Осмотр выключателя проводится без вывода его из работы не реже, чем 1 раз в 6 месяцев. При осмотре без отключения проверяются: внешнее состояние выключателя и камер, количество аварийных отключений, исправность заземления, соответствие сигнализации положению выключателя.

При межремонтных испытаниях выполняются следующие операции:

1. Осмотр.

2. Проверка состояния резьбовых соединений в цепи заземления и в контактных соединениях главной цепи выключателя, а также во вторичных цепях.

3. Очистка изоляции от пыли и загрязнений.

4. Зачистка дугогасительного контакта, рога, внутренних поверхностей экранов (11) (см. рисунок 1.1) в зоне контактов от налета меди и копоти, в случае обгара экранов на глубину более 1 мм замена экранов.

5. Замер и при необходимости регулировка провалов главного и дугогасительного контактов:

- провал главного контакта $\delta 2$ (см. рисунок 1.2); размер зазора между упором якоря (2) и скобой (3) должен составлять 2,5-0,5 мм, при необходимости регулировки - отключить выключатель, вынуть ось (8), затем, ослабив гайку (5), отрегулировать расстояние между скобой (3) и упором якоря (2) путем вращения изоляционной тяги (7) по резьбе, причем увеличение суммарной длины тяги приведет к увеличению провала $\delta 2$, а уменьшение длины к уменьшению провала $\delta 2$; после чего установить изоляционную тягу (7),

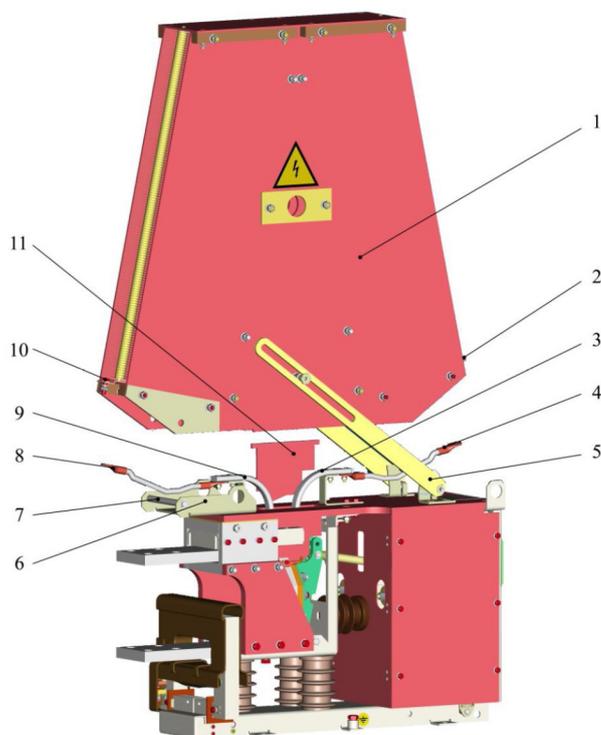


Рисунок 1.1. Установка камеры дугогасительной.

вставить ось (8); включить выключатель, проверить зазор δ_2 ; если зазор δ_2 соответствует норме, застопорить ось (8) и законтрить гайку(5);

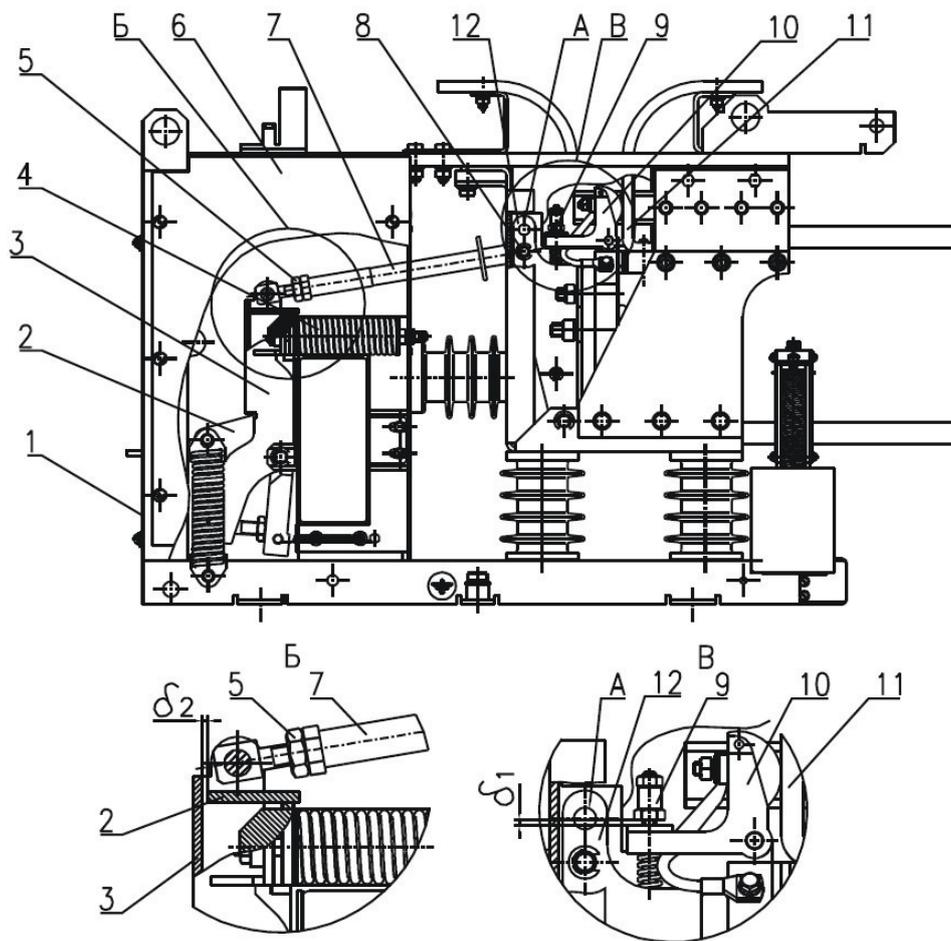


Рисунок 1.2. Контролируемые зазоры и параметры.

- провал дугогасительного контакта δ_1 ; размер зазора между дугогасительным контактом (10) и гайкой (9) должна составлять $3+0,5$ мм, при необходимости регулировки – расконтрить гайку (9), отрегулировать зазор и вновь законтрить гайку (9); при износе дугогасительного контакта на глубину более 3 мм замена контакта.

6. Проверка затяжки винтов крепления гибкой связи дугогасительного контакта.

7. Проверка износа рогов (19), (23) (см. рисунок 1.3).

Износ рогов должен быть не более 3 мм в любом месте;

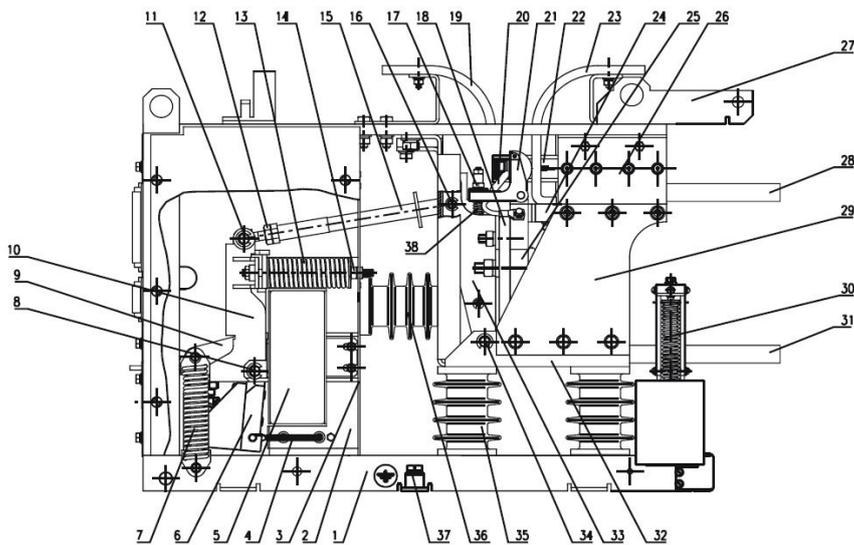


Рисунок 1.3. Полюс.

8. Проверка затяжки болта крепления дугогасительного рога неподвижного контакта.

9. Проверка состояния дугогасительной камеры, изображенной на рисунке 1.4.

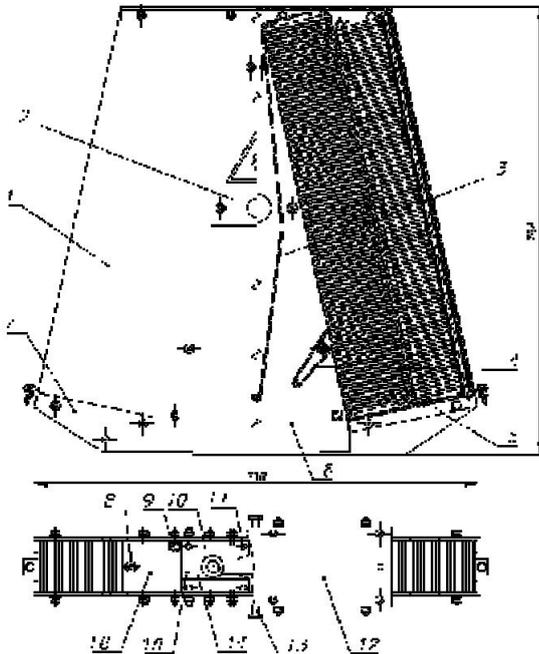


Рисунок 1.4. Камера дугогасительная.

Для этого необходимо снять крышку (12), и вынуть дугогасительные блоки. Осмотр стальных пластин (14). Убедиться, что нет сварки между собой

пластин (14) и нет прогоревших пластин. Проверка визуально с торца камеры состояния вспомогательных рогов (3) и (4).

10. Проверка работы блок-контактов; при необходимости производится их подрегулировка.

11. Измерение сопротивления изоляции главной цепи выключателя мегаомметром на напряжение 2500 В (измеренное значение сопротивления изоляции не должно быть менее 300 МОм).

12. Измерение сопротивления изоляции вторичных цепей выключателя мегаомметром на напряжение 1000 В (измеренное значение сопротивления изоляции не должно быть менее 1 МОм).

13. Опробование дистанционного включения и отключения выключателя (не менее трех циклов).

14. Смазка всех трущихся частей смазкой ЦИАТИМ -203.

15. Испытание изоляции повышенным напряжением: между разомкнутыми главными контактами при закрытой камере – 10 кВ, между главной цепью и заземленным приводом – 24 кВ, между цепями управления и заземленным приводом – 2 кВ; при этом испытательная установка должна иметь максимальную защиту с уставкой (100 ± 5) мА. Выключатель считается выдержавшим испытание, если не происходило срабатывание защиты испытательной установки и перекрытия внешней изоляции.

16. Проверка тока уставки путем прогрузки выключателя главным током.

17. Измерение нажатия главного контакта.

18. Определение площади прилегания якоря к магнитопроводу.

19. Определение площади прилегания главных контактов.

20. Проверка работы механизма свободного расцепления.

21. Проверка работы схемы управления.

22. Проверка работы выключателя в режиме АПВ.

Порядок выполнения работы

1. Изучить по электронным материалам меры безопасности при производстве работ на быстродействующем выключателе фидера контактной сети. Вычертить в отчет однолинейную схему присоединения и перечислить необходимые технические мероприятия при выполнении работ на быстродействующем выключателе.
2. В лаборатории выполнить необходимые технические мероприятия, подготовив рабочее место на быстродействующем выключателе.
3. На выкаченном из ячейки выключателе произвести осмотр и часть операций межремонтных испытаний (п.1 – 8). Результаты проверки занести в таблицу 1.1. Отметить проверенные параметры на рисунке (см. рисунок 1.2.) в отчете.

Таблица 1.1 – Результаты проверки выключателя

№ п/п	Наименование параметров	Данные проверки

4. Установить дугогасительную камеру на выключатель, закрепить ее и закатыть выключатель в ячейку.
5. Произвести трехкратное опробование быстродействующего выключателя:
 - кнопками местного управления;
 - с помощью устройства ЦЗАФ – 3,3;
 - с помощью стойки телемеханики.

Результаты опробования занести в отчет.

Контрольные вопросы.

1. С какой целью выполняются осмотры и опробования быстродействующих выключателей?
2. Какие технические мероприятия выполняются при подготовке рабочего места на быстродействующих выключателях фидеров контактной сети?
3. Какие зазоры измеряются при проведении испытаний выключателей?

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Однолинейная схема присоединения.
3. Перечень технических мероприятий.
4. Рисунок фрагмента полюса выключателя с отмеченными контролируемыми параметрами.
5. Заполненная таблица 1.1.
6. Результаты опробования.
7. Вывод о результатах проведенной работы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Тема: Проверка работы и настройка реле РДШ

Цель работы: получить практические навыки проверки действия и настройки реле-дифференциального шунта быстродействующего выключателя постоянного тока на примере выключателя ВАБ-49.

Оборудование и приборы:

- источник напряжения постоянного тока для питания цепей вторичной коммутации;
- быстродействующий выключатель ВАБ-49;
- реле РДШ;
- панель управления выключателя;
- реостат для регулировки тока калибровочной катушки;
- мультиметр;
- набор инструментов с изолированными рукоятками;
- техническая документация (руководства по эксплуатации выключателя).

Краткие теоретические сведения

Реле РДШ (рисунок 2.1) выполняет роль датчика отключения для линейных выключателей ВАБ-49. Реле состоит из магнитопровода 2, на котором установлена панель 4. Шкала 9 содержит значения уставок, которые указывает стрелка 8. Уставка регулируется пружиной 10, изменяющей зазор δ между магнитопроводом и якорем 11. Магнитопровод огибается двумя ветвями шины 12. Ветви шины выполнены восьмеркой, в результате чего проходящие через магнитопровод токи I_1 и I_2 направлены встречно. Принципиально РДШ действует как дифференциальное реле, реагируя на разность токов I_1 и I_2 .

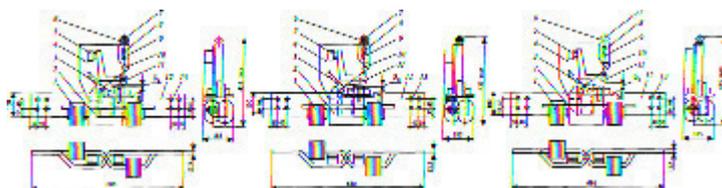


Рисунок 2.1. Реле РДШ.

1 — пластины; 2 — магнитопровод; 3 — катушка; 4 — панель; 5 — контакт; 6 — гайка; 7 — шпилька; 8 — стрелка; 9 — шкала; 10 — пружина; 11 — якорь; 12 — шина; 13 — болт М12х 50.

Величина рабочего зазора между якорем и магнитопроводом реле должна быть 3-5 мм для диапазона уставок 2400-6000 А и 1-3 мм для уставок 1600-4000 А.

Настройка уставки реле РДШ производится путем прогрузки током от многоамперного агрегата, а проверка ее – косвенным методом по току в калибровочной катушке.

Порядок проверки прямым током:

1. Собрать схему в соответствии с рисунком 2.2.
2. Подключить провода прогрузочного агрегата к шинам выключателя, располагая их как можно дальше от держащей катушки выключателя таким образом, чтобы ток протекал по шине реле РДШ.
3. Снять заземление с одной шины.
4. Включить выключатель.
5. Включить прогрузочный агрегат и, плавно поднимая ток, зафиксировать его значение в момент отключения выключателя.

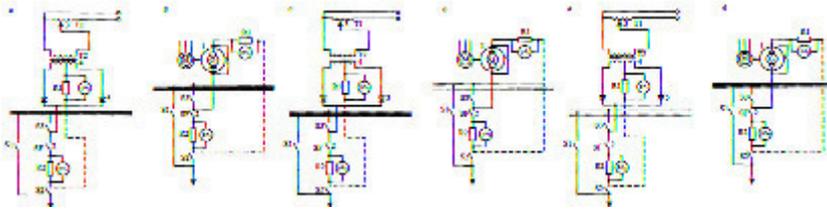


Рисунок 2.2. Схема испытательных установок.

- 1 — двигатель-генератор АНД-2500/5000;
- 2 — быстродействующий выключатель;
- 3 — автотрансформатор;
- 4 — трансформатор;
- 5 — полупроводниковые выпрямители

Порядок настройки тока уставки:

1. Установить зазор, соответствующий выбранному диапазону уставок, путем изменения положения контактной планки.
2. Растянуть пружину 10 до упора при помощи гайки 6.
3. Отпустить пружину на 5 мм.
4. Передвигая планку, получить в данном диапазоне максимальную уставку. Планку закрепить, сделать на шкале первую отметку.
5. Уменьшая длину пружины, получить весь диапазон уставок и сделать отметки.
6. Момент срабатывания реле зафиксировать по размыканию контактов с помощью индикатора.
7. После настройки требуемой уставки зашплинтовать гайку.

Порядок выполнения работы

1. Изучить конструкцию реле РДШ и ответить на вопросы преподавателя.

2. Зарисовать в отчет общий вид реле с указанием регулируемыми элементов.
3. Изучить схему подключения катушки и выводов РДШ и зарисовать ее в отчет.
4. С разрешения преподавателя подключить питание к цепям управления выключателем.
5. Включить быстродействующий выключатель.
6. Подать питание на РДШ и с помощью реостата и мультиметра определить значение параметров срабатывания реле, занести их в отчет.

Таблица 2.1 – Результаты проверки РДШ

№ п/п	Наименование параметров	Данные проверки

7. Снять питание с цепей управления.
8. Результаты проверки занести в отчет.

Контрольные вопросы.

1. С какой целью выполняется настройка РДШ?
2. Какое устройство позволяет проводить проверку рабочим током?
3. С помощью какого элемента регулируется уставка реле?

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Эскиз реле РДШ.
3. Схема подключения катушки и контактов реле.
4. Заполненная таблица 2.1.
5. Вывод о результатах проведенной работы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

Тема: Проверка технического состояния полупроводникового выпрямителя

Цель работы: получить практические навыки проведения периодических осмотров выпрямительных установок на примере двенадцатипульсового выпрямителя.

Оборудование и приборы:

- источник напряжения постоянного тока для питания цепей вторичной коммутации;
- шкаф выпрямителя в учебной лаборатории;
- мультиметр;
- набор инструментов с изолированными рукоятками;
- техническая документация (руководства по эксплуатации выпрямителя и ячеек выключателей).

Краткие теоретические сведения

Периодические осмотры выпрямителей, если они предусмотрены инструкцией, проводятся не реже 1 раза в 3 месяца.

При периодических осмотрах выполняются следующие операции:

1. осмотр опорных изоляторов, контактных соединений шин и токоведущих частей выпрямителя;
2. проверка надежности крепления всех болтовых соединений силовых цепей;
3. проверка органолептическим методом усилие сжатия диодов по выступу на силовых механизмах, выступ должен быть на одном уровне с поверхностью шайбы силового механизма;

4. проверка состояния ограничителей перенапряжений, конденсаторов, резисторов, электроventиляторов.

При проверке технического состояния перед началом эксплуатации выпрямительной установки выполняются следующие операции:

1. проверка визуальным осмотром наружных и внутренних поверхностей, проверка состояния и крепления изоляторов, блоков выпрямительных элементов, элементов R-C – цепей, состояния концевых выключателей дверных блокировок и их контактов, затяжка контактных соединений;
2. протирка блоков выпрямительных элементов, изоляторов, ограничителей перенапряжений и т.д.;
3. измерение сопротивления изоляции токоведущих частей относительно корпуса и между цепями, электрически не связанными между собой, мегаомметром на 2500В;
4. проверка электрической прочности изоляции токоведущих частей относительно корпуса и между цепями, электрически не связанными между собой, переменным напряжением промышленной частоты;
5. проверка исправности электроventиляторов.

Порядок выполнения работы

1. Изучить по электронным материалам меры безопасности при производстве работ выпрямительной установке. Вычертить в отчет однолинейную схему присоединения и перечислить необходимые технические мероприятия при выполнении работ на выпрямительной установке.
2. В лаборатории выполнить необходимые технические мероприятия, подготовив рабочее место на выпрямителе.
3. Открыть дверь выпрямительного шкафа и произвести осмотр и часть операций проверки технического состояния (п.1 – 2 данной инструкции). Результаты проверки занести в таблицу 3.1. Отметить проверенные параметры на рисунке в отчете.

Таблица 3.1 – Результаты проверки выпрямителя

№ п/п	Наименование проверяемого элемента	Данные проверки

4. Закрывать двери выпрямительного шкафа, выполнить обратное включение оборудования в работу.

Контрольные вопросы.

1. С какой целью выполняются проверки технического состояния выпрямительной установки?
2. Какие технические мероприятия выполняются при подготовке рабочего места на выпрямительной установке?
3. Какие параметры измеряются при проведении периодических осмотров выпрямителей?

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Однолинейная схема присоединения.
3. Перечень технических мероприятий.
4. Заполненная таблица 3.1.
5. Вывод о результатах проведенной работы.

ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ

Основные источники:

1. Кожунов В.И. Устройство электрических подстанций [Текст]: Учебное пособие. М.: ФБГОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2016. – 401 с.
2. Почаевец В.С. Электрические подстанции: учебник. – М.: ФБГОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2012. – 491 с.
3. Акимова Н.А. и др. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. – 11-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2014. – 304 с.

Дополнительные источники:

1. Правила устройства электроустановок. – М.: КНОРУС, 2011. – 488 с.
2. Инструкция от 18.03.2008 г. № 4054. «Инструкция по безопасности при эксплуатации электроустановок тяговых подстанций и районов электроснабжения железных дорог» (4054). М.: ОАО «РЖД», 2008.
3. Правила содержания тяговых подстанций, трансформаторных подстанций и линейных устройств системы тягового электроснабжения [Электронный ресурс]: Утв. Распоряжением ОАО «РЖД» № 1578р от 5.08.2016.
4. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок. Утв. Пр.№328н от 24.07.2013г. – Новосибирск: Норматика, 2014. – 96 с.
5. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. Госэнергонадзор Минэнерго России. СПб.: ООО «БАРС», 2003.
6. Профилактические испытания электрооборудования и проверка релейных защит тяговых подстанций: Сборник справочных материалов. ЦЭ МПС РФ. М.: Трансиздат, 2001.
7. Технологические карты на межремонтные испытания оборудования тяговых и трансформаторных подстанций железных дорог/ Департамент электрификации и электроснабжения ОАО «РЖД». М.: Трансиздат, 2005.
8. Технологические карты на текущий ремонт оборудования тяговых и трансформаторных подстанций железных дорог ЦЭ МПС России. М.: Трансиздат, 2002.
9. Типовые нормы времени на текущий ремонт, профилактические испытания оборудования тяговых подстанций и постов секционирования электрифицированных железных дорог. ЦЭ МПС РФ. М.: Трансиздат, 2007.