

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 ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ
РАБОТ**

**по МДК.01.02 Устройство и техническое обслуживание сетей
электрообеспечения**

Раздел 4. Техническое обслуживание сетей электрообеспечения
**ПМ.01 Техническое обслуживание оборудования электрических
подстанций и сетей**

специальность 13.02.07 Электрообеспечение (по отраслям)

СОДЕРЖАНИЕ

1. Пояснительная записка	4
2. Перечень практических работ	6
3. Перечень лабораторных работ	6
3. Практическая работа № 1	7
4. Практическая работа № 2	10
5. Практическая работа № 3	12
25. Лабораторная работа № 1	14
26. Лабораторная работа № 2 -3	21
27. Лабораторная работа № 4-5	22
28. Перечень литературы	23

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические указания по выполнению практических и лабораторных работ к Разделу 4 Техническое обслуживание сетей электроснабжения по МДК 01.02. Устройство и техническое обслуживание сетей электроснабжения 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;
- эксплуатации воздушных и кабельных линий электропередачи;
- применения инструкций и нормативных правил при составлении отчетов и разработке технологических документов.

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;
- контролировать состояние воздушных и кабельных линий, организовывать и проводить работы по их техническому обслуживанию;
- использовать нормативную техническую документацию и инструкции;
- оформлять отчеты о проделанной работе.

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;
- эксплуатационно-технические основы линий электропередачи, виды и технологии работ по их обслуживанию;
- основные положения правил технической эксплуатации электроустановок;
- виды технологической и отчетной документации, порядок ее заполнения.

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 практических и 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 1.4. Выполнять основные виды работ по обслуживанию воздушных и кабельных линий электроснабжения;

ПК 1.5. Разрабатывать и оформлять технологическую и отчетную документацию.

Рабочая программа профессионального модуля предусматривает в Разделе 4 МДК 01.02. 6 часов практических работ и 10 часов лабораторных работ.

Перечень практических работ

№ п/п	Название работы	Объем часов
1	Отбраковка соединений проводов ВЛ	2
2	Способы крепления проводов ВЛ к изоляторам	2
3	Оформление технической документации при обслуживании воздушной линии	2
ИТОГО		6

Перечень лабораторных работ

№ п/п	Название работы	Объем часов
1	Испытания изоляторов	2
2-3	Испытания высоковольтного кабеля	4
4-5	Определение места повреждения кабельной линии	4
ИТОГО		10

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

Тема: Отбраковка соединений проводов ВЛ

Цель работы: выработать умения находить неисправности соединений проводов ВЛ.

Оборудование и приборы: микроомметр; образцы соединений проводов ВЛ; набор инструментов.

Порядок выполнения работы

1. Получить у преподавателя образцы соединений проводов линий.
2. Изучить рисунок 1.1, выписать способы соединений проводов, основные элементы конструкции.

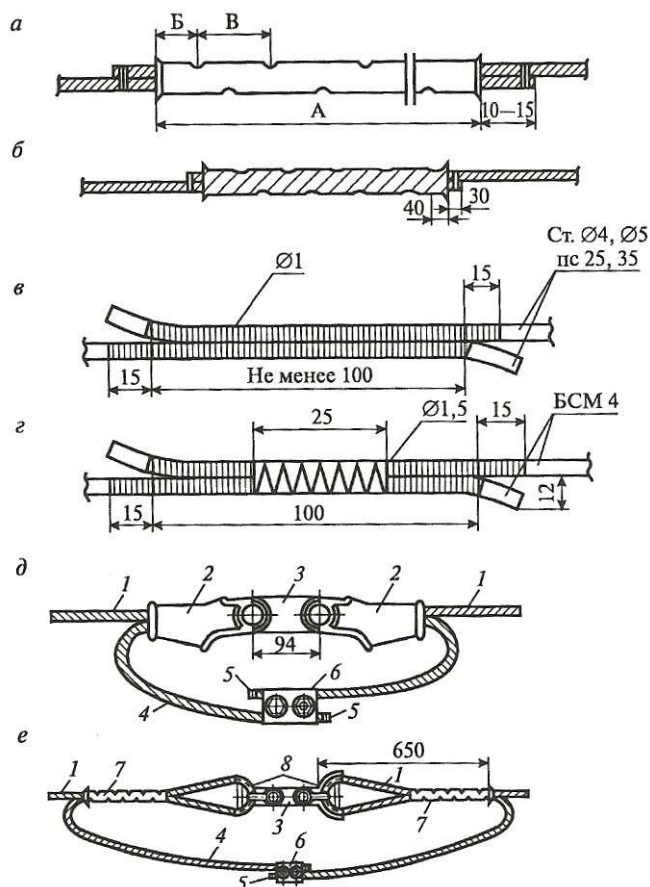


Рисунок 1.1. Соединения проводов методами обжатия (а), скрутки (б), наложения бандажа стальных и сталемедных (в, г) проволок, соединительными зажимами (д, е):

1 – трос; 2 – клиновой зажим, 3- соединительная планка; 4 – шунт; 5 – бандаж; 6 – соединительный зажим; 7 – овалный соединитель; 8 – вилочный коуш.

3. Изучить рисунок 2, произвести внешний осмотр соединений и определить соединения с дефектами.

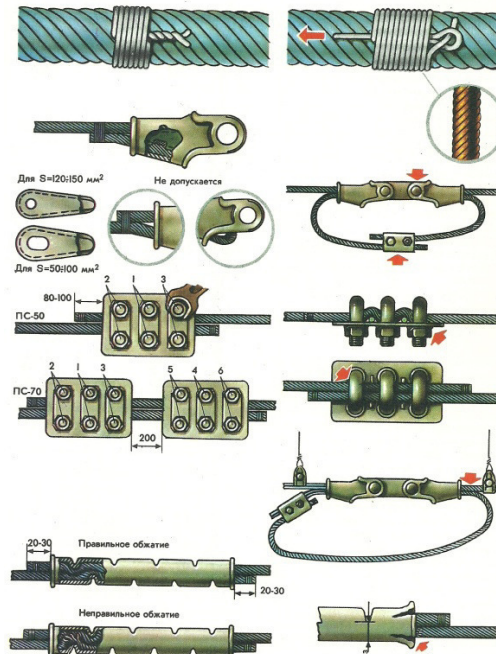


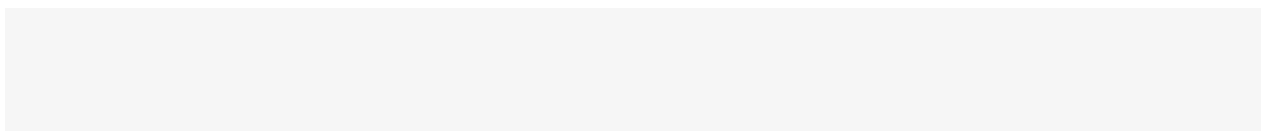
Рисунок 1.2. Виды стыкования проводов воздушных линий

4. Измерить переходные сопротивления соединений проводов ВЛ с помощью микрометра.
5. Сравнить данные измерений с сопротивлением целой ВЛ длиной 2 м, измеренным микрометром.
6. Занести данные измерений в таблицу 1.1.

Таблица 1.1 Сравнительная характеристика сопротивлений

Сопротивление соединений с дефектами	Сопротивление соединений без дефектами	Сопротивление целой линии

7. Сделать вывод о влиянии качества соединения на величину переходного сопротивления.



Контрольные вопросы.

1. По каким внешним признакам можно признать соединение проводов ВЛ негодным?
2. Какие виды соединения проводов ВЛ вы знаете?
3. Как часто осматриваются соединения проводов ВЛ?
4. Как устранить отбракованное соединение проводов ВЛ?

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Способы и элементы соединения проводов.
3. Пояснения по дефектным соединениям проводов ВЛ.
4. Заполненная таблица 1.1.
5. Ответы на контрольные вопросы
6. Вывод.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

Тема: Способы крепления проводов ВЛ к изоляторам

Цель работы: выработать умение прикреплять провода ВЛ к изоляторам.

Оборудование и приборы: макет с изоляторами и образцами вязки проводов; гибкие провода; вязальная проволока; пассатижи.

Порядок выполнения работы

1. Изучить рисунок 2.1 и определить последовательность технологической операции на прямом участке. Зарисовать этапы крепления в отчет и пояснить каждый этап.

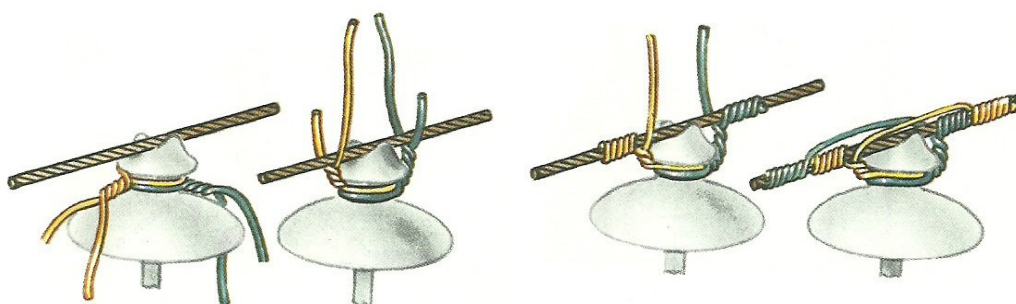


Рисунок 2.1. Крепление проводов к штыревым изоляторам на прямом участке линии

2. Изучить рисунок 2.2 и определить последовательность технологической операции в местах изменения направления линии. Зарисовать этапы крепления в отчет и пояснить каждый этап.

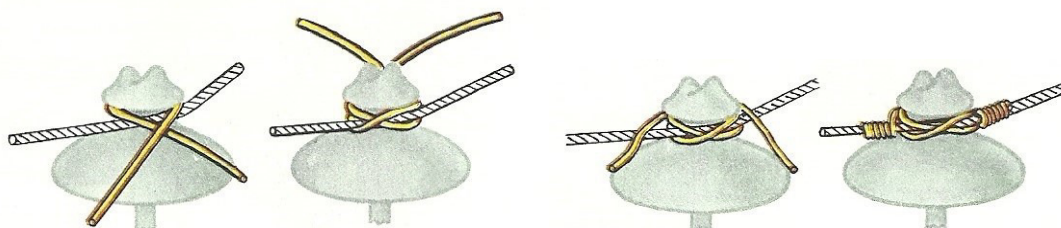


Рисунок 2.2. Крепление проводов к штыревым изоляторам в местах изменения направления линии.

3. На макете, при помощи вязальной проволоки, прикрепить провода к изоляторам с использованием вязальных проводов различными способами крепления, приведенными на рисунке 2.3.

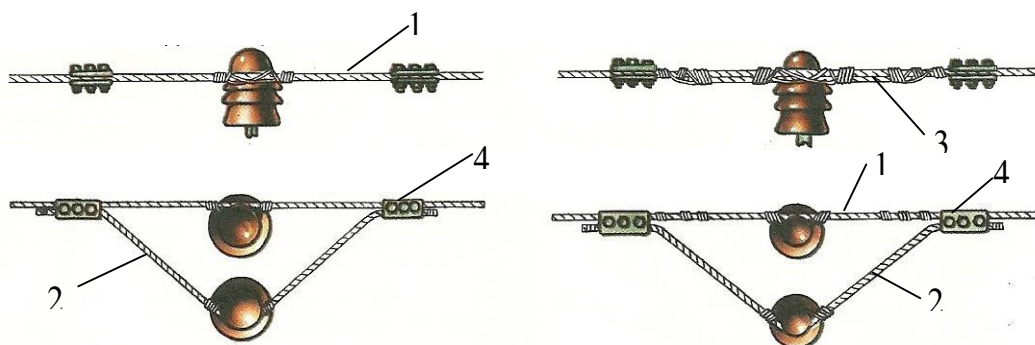


Рисунок 2.3. Двойное и двойное рессорное крепление проводов

1 – линейный провод

2 – вспомогательный провод

3 – рессорный провод

4 – соединительный зажим

4. Сделать вывод о применении различных способов крепления проводов.

Контрольные вопросы.

1. Какие типы изоляторов применяются на ВЛ?
2. От чего зависит длина вязальной проволоки?
3. В каком случае выполняют двойное крепление проводов?
4. Как предотвратить автоколебание?

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Иллюстрация и пояснения к варианту крепления проводов на прямом участке линии.
3. Иллюстрация и пояснения к варианту крепления проводов в местах изменения направления линии.
4. Иллюстрация и пояснения к двойному креплению проводов.
5. Ответы на контрольные вопросы
6. Вывод.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

Тема: Оформление технической документации при обслуживании воздушной линии

Цель работы: выработать умение заполнения различных форм отчетной документации, оформляемой при техническом обслуживании воздушных линий.

Оборудование и приборы: - мультимедийный проектор с презентацией занятия.

Порядок выполнения работы

1. Изучить электронные материалы по техническому обслуживанию воздушной линии.
2. По заданию преподавателя ответить на вопросы о порядке осмотра воздушных линий.
3. Определить виды неисправностей, выявляемые на каждом этапе осмотра.
4. Изучить форму ЭУ-83 (Книга осмотров и неисправностей), представленную в форме таблицы 3.1.
5. По материалу презентации определить степень исправности устройств. При визуальном выявлении дефектов сделать соответствующую запись в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Книга осмотров и неисправностей

Дата и время	Место обнаружения неисправностей	Описание обнаруженных неисправностей, отметка о необходимости выдачи предупреждения и краткое описание выполненных работ	Подпись лица, обнаружившего неисправность	Дата и время устранения неисправности и отмены предупреждений	Подпись руководителя работы	Примечание

6. Определить метод устранения неисправностей и сделать соответствующие записи в таблице 3.2.

Таблица 3.2 - Журнал учета работ на воздушной линии

Дата	Место работы (наименование ВЛ, номер опоры или пролета между опорами)	Производитель работ и состав бригады, производившей работу	Наименование выполненной работы	Единица измерения	Количество	Время начала и окончания работы	Подпись мастера

7. Определить меры безопасности при выполнении каждого этапа устранения неисправностей, привести перечень используемых защитных средств.

Контрольные вопросы.

1. Какие неисправности и дефекты возможны на ВЛ?
2. Почему не проверяется электрическая прочность подвесных изоляторов из стекла?
3. Как защищаются тросы и арматура ВЛ от коррозии?
4. Чем опасны трещины в стволах железобетонных опор?
5. Как определяются места повреждений на ВЛ?
6. Кто должен подписываться в книге осмотров и неисправностей?
7. Какие виды документации, связанной с обеспечением безопасности производства работ, оформляются при ремонтах воздушных линий?

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Заполненная таблица 1.
3. Заполненная таблица 2.
4. Ответы на контрольные вопросы.
5. Вывод.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Тема: Испытания изоляторов

Цель работы: ознакомиться с методикой проведения испытаний фарфоровых изоляторов на электрическую прочность.

Оборудование и приборы:

- стационарная испытательная установка для создания переменного напряжения промышленной частоты, диэлектрические перчатки, диэлектрический коврик, заземляющая штанга.

Порядок выполнения работы

1. Изучить правила проведения высоковольтных испытаний.
2. Составить алгоритм проведения мероприятий по охране труда при проведении испытаний изоляторов на стационарной установке.
3. Изучить принципиальную схему и конструкцию испытательной установки.
4. Выписать основные элементы конструкции в отчет.
5. Подготовить образцы испытываемых изоляторов.
6. Провести испытания каждого образца.
 - 6.1. Поместить испытываемый изолятор между электродами.
 - 6.2. Закрыть дверь, ограждающую высоковольтную часть установки и подать напряжение на испытываемый изолятор, для чего:
 - 6.2.1. Включить вилку шнура питания в сеть.
 - 6.2.2. Вставить колодку в вилку аппарата.
 - 6.2.3. Включить рубильник.
 - 6.2.4. С помощью регулятора напряжения типа ЛАТР повышать напряжение со скоростью 2 кВ в секунду до необходимой величины.

6.2.5. После окончания опыта снять напряжение, действуя в обратном порядке.

7. Определить напряжения при пробое изоляторов.

8. Результаты испытаний занести в таблицу 2.1.1.

Таблица 2.1.1 – Результаты испытаний

Вид испытания	Тип и порядковый номер изолятора	$U_{пр}$, кВ	$t_{зап}$ – время запаздывания пробоя, с

9. По данным опытов построить вольтсекундные характеристики для испытываемых изоляторов. Определить степень исправности изоляторов.

Контрольные вопросы.

1. Какие неразрушающие методы позволяют контролировать исправность изоляторов?
2. Почему не проверяется электрическая прочность подвесных изоляторов из стекла?
3. В каком случае испытательная установка считается находящейся под напряжением?

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Алгоритм проведения технических мероприятий при испытаниях.
3. Схема испытательной установки с пояснениями.
4. Заполненная таблица 2.1.1.
5. Вольтсекундные характеристики изоляторов.
6. Ответы на контрольные вопросы.
7. Вывод.

ОХРАНА ТРУДА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИСПЫТАНИЙ И ИЗМЕРЕНИЙ

1. К проведению испытаний электрооборудования допускается персонал, прошедший специальную подготовку и проверку знаний и требований, содержащихся в настоящем подразделе, комиссией, в состав которой включаются *специалисты по испытаниям* оборудования, имеющие *группу V* – в электроустановках напряжением *выше 1000 В* и *группу IV* – до *1000 В*.

Право на проведение испытаний подтверждается записью в удостоверении.

Производитель работ, занятый испытаниями электрооборудования, а также *работники*, проводящие испытания единолично с использованием стационарных испытательных установок, должны пройти *месячную стажировку* под контролем опытного работника.

2. Массовые испытания материалов и изделий с использованием стационарных испытательных установок, у которых *токоведущие части закрыты сплошными или сетчатыми ограждениями*, а *двери снабжены блокировкой*, допускается выполнять работнику с 3 гр. *единолично* в порядке, установленном для электроустановок до 1000 В, с использованием типовых методик испытаний.

3. Рабочее место оператора испытательной установки должно быть отделено от той части установки, которая имеет напряжение выше 1000 В. *Испытательная установка*, которая имеет напряжение выше 1000 В, должна быть снабжена *блокировкой*, обеспечивающей снятие напряжения с испытательной схемы в случае открытия двери. На рабочем месте оператора должна быть предусмотрена *раздельная световая сигнализация*, извещающая о включении напряжения до и выше 1000 В, и звуковая сигнализация,

извещающая о подаче испытательного напряжения. При подаче испытательного напряжения *оператор* должен стоять на *изолирующем ковре*.

4. *Снимать заземления*, установленные при подготовке раб.места и препятствующие проведению испытаний, а затем *устанавливать их вновь* разрешается только по *указанию производителя работ*, руководящего испытаниями, после *заземления вывода высокого* напряжения испытательной установки.

Разрешение на временное снятие заземлений должно быть указано в строке «Отдельные указания» наряда.

5. При сборке испытательной схемы прежде всего должно быть выполнено *защитное и рабочее заземление* испытательной установки. Корпус передвижной испытательной установки должен быть заземлен отдельным заземляющим проводником из гибкого медного провода сечением не менее 10 мм². Перед испытанием следует проверить надежность заземления корпуса.

Перед присоединением испытательной установки к сети напр 380/220 В вывод высокого напряжения ее должен быть заземлен.

Сечение медного провода, применяемого в испытательных схемах для заземления, должно быть не менее 4 мм².

6. Присоединение испытательной установки к сети напряжением 380/220 В должно выполняться через коммутационный *аппарат с видимым разрывом цепи* или через *штепсельную вилку*, расположенные на месте управления установкой.

Коммутационный аппарат должен быть оборудован *устройством*, препятствующим *самопроизвольному включению*, или между подвижными и неподвижными контактами аппарата должна быть установлена *изолирующая накладка*.

Провод или кабель, используемый для питания испытательной установки от сети 380/220 В, должен быть защищен установленными в этой сети *предохранителями* или автоматическими выключателями. Подключать к

сети передвижную испытательную установку должны представители организации, эксплуатирующей эти сети.

7. Соединительный провод между испытываемым оборудованием и испытательной установкой *сначала* должен быть присоединен к ее *заземленному выводу* высокого напряжения.

Этот провод следует закреплять так, чтобы избежать приближения к находящимся под напряжением токоведущим частям на расстояние менее допустимого.

Присоединять соединительный провод к фазе, полюсу испытываемого оборудования или к жиле кабеля и отсоединять его разрешается по указанию руководителя испытаний и только после их заземления, которое должно быть выполнено включением заземляющих ножей или установкой переносных заземлений.

8. *Перед каждой подачей испытательного напряжения* производитель работ должен *проверить правильность сборки схемы и надежность рабочих и защитных заземлений; все ли члены бригады и работники, назначенные для охраны, находятся на указанных им местах, удалены ли посторонние люди и можно ли подавать испытательное напряжение на оборудование;*

- предупредить бригаду о подаче напряжения словами «Подаю напряжение» и, убедившись, что предупреждение услышано всеми членами бригады, снять заземление с вывода испытательной установки и подать на нее напряжение 380/220 В.

9. С момента **снятия заземления** с вывода установки вся испытательная установка, включая испытываемое оборудование и соединительные провода, **должна считаться находящейся под напряжением** и проводить какие-либо пересоединения в испытательной схеме и на испытываемом оборудовании не допускается.

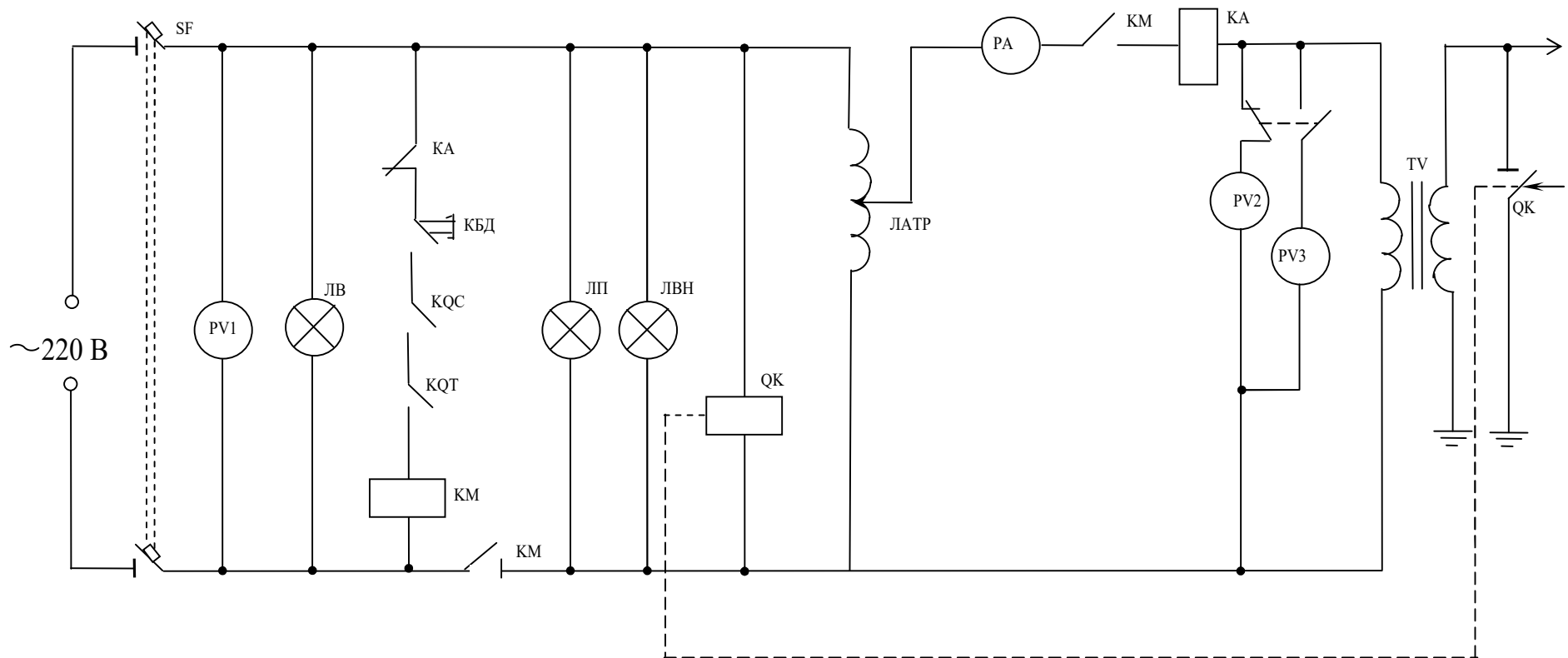
10. *Запрещается с момента подачи напряжения на вывод испытательной установки находиться на испытываемом оборудовании, а также прикасаться*

к корпусу испытательной установки, стоя на земле, входить и выходить из передвижной лаборатории, прикасаться к кузову передвижной лаборатории.

11. После окончания испытаний производитель работ должен снизить напряжение испытательной установки до 0, отключить ее от сети напряжением 380/220 В, заземлить вывод установки и сообщить об этом бригаде словами «Напряжение снято». Только после этого допускается пересоединять провода или в случае полного окончания испытания отсоединять их от испытательной установки и снимать ограждения.

После испытания оборудования со значительной емкостью с него должен быть снят остаточный заряд специальной разрядной штангой.

Приложение 1.2



SF – вводной автомат ВА- 101-2/16А;
 ЛВ – лампа включения сети;
 ЛП – лампа включения пускателя;
 ЛВН – лампа включения ВН;
 КБД – кнопка блокировки двери;
 утечки.
 КА – токовое реле перегрузки;
 КQC – кнопка включения;
 КQT – кнопка отключения;

PV1 – сетевой вольтметр;
 PV2 – киловольтметр на 10 кВ;
 PV3 – киловольтметр на 40 кВ;
 QK – автоматический короткозамыкатель;
 PA – амперметр, измеряющий ток

Рисунок 2.1.1. Схема ²⁰испытательной установки

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2-3

Тема: Испытания высоковольтного кабеля

Цель работы: закрепить знания технологии высоковольтных испытаний путем практического ознакомления с методами испытаний кабелей напряжением выше 1000 В.

Оборудование и приборы: мультимедийный проектор с презентацией занятия и видеофильмом по работе высоковольтной лаборатории ЛИК-2.

Порядок выполнения работы

1. Изучить раздаточные материалы по возможностям высоковольтной испытательной лаборатории ЛИК-2.
2. Выписать в отчет по работе основные аппараты высоковольтного отсека лаборатории.
3. Выписать виды высоковольтных испытаний и измерений, проводимых лабораторией.
4. По материалам видеофильма составить алгоритмы безопасного производства работ для каждого вида продемонстрированных испытаний.
5. Сделать вывод по изученному материалу.

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Основное оборудование высоковольтного отсека испытательной лаборатории.
3. Виды высоковольтных испытаний.
4. Алгоритмы безопасного производства работ.
5. Вывод.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4-5

Тема: Определение места повреждения кабельной линии

Цель работы: закрепить знания технологии диагностических измерений путем практического ознакомления с методами определения места повреждения кабелей напряжением выше 1000 В.

Оборудование и приборы: мультимедийный проектор с презентацией занятия и видеофильмом по работе высоковольтной лаборатории ЛИК-2.

Порядок выполнения работы

1. Изучить раздаточные материалы по видам диагностических измерений, выполняемых с помощью оборудования испытательной лаборатории ЛИК-2.
2. Выписать в отчет по работе основное оборудование и приборы низковольтного отсека лаборатории.
3. Выписать методы определения места повреждения кабельной линии, осуществляемые с помощью испытательной лаборатории.
4. По материалам видеофильма составить алгоритмы безопасного производства работ для каждого вида диагностических измерений.
5. Сделать вывод по изученному материалу.

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Основные приборы и аппараты низковольтного отсека испытательной лаборатории.
3. Виды измерений для определения места повреждения кабельной линии.
4. Алгоритмы безопасного производства работ.
5. Вывод.

ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ

Основные источники:

1. *Конюхова Е.А.* Электроснабжение объектов: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. – 11-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2014. – 320 с.
2. *Почаевец В.С.* Электрические подстанции: учебник. – М.: ФБГОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2012. – 491 с.

Дополнительные источники:

1. *Южаков Б.Г.* МДК 01.02. Устройство и техническое обслуживание сетей электроснабжения. Разделы 3, 4. Методическое пособие по проведению лабораторных (практических) занятий профессионального модуля «Техническое обслуживание оборудования электрических подстанций и сетей» для специальности 140409 Электроснабжение (по отраслям). – М.: ФБГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2013. – 109 с.
2. Правила устройства электроустановок. – М.: КНОРУС, 2011. – 488 с.
3. 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.
4. Правила содержания тяговых подстанций, трансформаторных подстанций и линейных устройств системы тягового электроснабжения [Электронный ресурс]: Утв. Распоряжением ОАО «РЖД» № 1578р от 5.08.2016.
5. Правила содержания контактной сети, питающих линий, отсасывающих линий, шунтирующих линий и линий электропередачи [Электронный ресурс]: утверждённые распоряжением ОАО «РЖД» от 25 апреля 2016 г. № 753р.
6. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок. Утв. Пр.№328н от 24.07.2013г. – Новосибирск: Норматика, 2014. – 96 с.
7. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. Госэнергонадзор Минэнерго России. СПб.: ООО «БАРС», 2003.
8. Технологические карты на работы по содержанию и ремонту устройств контактной сети электрифицированных железных дорог, книга III: Техническое обслуживание, текущий и капитальный ремонт линейных устройств нетягового электроснабжения на опорах контактной сети и самостоятельных опорах на обходах. ОАО «РЖД», Центральная дирекция инфраструктуры – филиал ОАО «РЖД», Управление электрификации и электроснабжения. – М.: «ТРАНСИЗДАТ», 2012.