

Курск 2017

Методические указания к лабораторным работам  
для студентов всех форм обучения специальности 13.02.07  
«Электроснабжение (по отраслям)»

## РЕМОНТ И НАЛАДКА УСТРОЙСТВ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ



Проректор по учебной работе  
КАВЕРЖИЦАЮ

Кафедра электроснабжения

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Составители: В.Н. Алябьев, И.В. Алябьев, А.Н. Игнатенко

РЕЦЕНЗЕНТ

Кандидат технических наук, доцент *В.И. Вирюгин*

Ремонт и наладка устройств электрооборудования: методические указания к лабораторным работам для студентов всех форм обучения специальности 13.02.07 «Электрооборудование (по отраслям)»/ Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.Н.Алябьев, И.В.Алябьев. Курск, 2017. 21 с.

Излагаются методические указания к выполнению лабораторных работ, посвященных изучению правил и методов проведения ремонта и наладки устройств электрооборудования.

Предназначены для студентов всех форм обучения специальности 13.02.07 «Электрооборудование (по отраслям)».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 15.12.17 . Формат 60x84 1/16.  
Усл. печ. л. 1,6 . Уч.-изд.л. 1,4 . Тираж 100 экз. Заказ 2919. Бесплатно.  
Юго-Западный государственный университет.  
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

4. Постановка задачи.

3. Перечень используемого оборудования и материалов.

2. Цель лабораторной работы.

1. Тема лабораторной работы.

### Содержание отчета

После окончания лабораторной работы необходимо составить отчет и, защитив его, получить оценку преподавателя.

Приведенные ниже описания лабораторных работ следует рассматривать как методическое пособие для организации работы в лабораториях.

Итоговый письменный отчет о лабораторных работах может предусматривать включение самостоятельной работы студентов по подготовке отчета и выполнению отдележных заданий.

Для наиболее эффективного использования учебного времени знакомство студентов с целью и содержанием занятий, а также подготовка бланков отчетов к ним проводятся заранее в виде домашнего задания.

Выполнение лабораторных работ позволяет студентам применять теоретические знания, полученные за время учебного процесса, непосредственно на практике и отрабатывать навыки в обслуживании и ремонте основного оборудования.

При выполнении работ заполняется нормативно-техническая документация, используемая в электроустановках, наряды-допуски, бригады формируются из числа студентов, экипируются и снабжаются средствами защиты, электроинструментами приспособлениями и инструментами, для отработки навыков по ремонту и обслуживанию устройств электрооборудования в лабораториях и на полигонах учебного заведения.

Методическое пособие по проведению лабораторных работ содержит основные теоретические сведения для качественного закрепления знаний, полученных при изучении профессионального модуля ПМ.02. «Организация работ по ремонту оборудования электрических подстанций и сетей», МДК 02.01. «Ремонт и наладка устройств электрооборудования», и выполнения ремонтных работ в электроустановках в условиях, максимально приближенных к реальным условиям.

При выполнении работ заполняется нормативно-техническая документация, используемая в электроустановках, наряды-допуски, бригады формируются из числа студентов, экипируются и снабжаются средствами защиты, электроинструментами приспособлениями и инструментами, для отработки навыков по ремонту и обслуживанию устройств электрооборудования в лабораториях и на полигонах учебного заведения.

Методическое пособие по проведению лабораторных работ содержит основные теоретические сведения для качественного закрепления знаний, полученных при изучении профессионального модуля ПМ.02. «Организация работ по ремонту оборудования электрических подстанций и сетей», МДК 02.01. «Ремонт и наладка устройств электрооборудования», и выполнения ремонтных работ в электроустановках в условиях, максимально приближенных к реальным условиям.

При выполнении работ заполняется нормативно-техническая документация, используемая в электроустановках, наряды-допуски, бригады формируются из числа студентов, экипируются и снабжаются средствами защиты, электроинструментами приспособлениями и инструментами, для отработки навыков по ремонту и обслуживанию устройств электрооборудования в лабораториях и на полигонах учебного заведения.

Методическое пособие по проведению лабораторных работ содержит основные теоретические сведения для качественного закрепления знаний, полученных при изучении профессионального модуля ПМ.02. «Организация работ по ремонту оборудования электрических подстанций и сетей», МДК 02.01. «Ремонт и наладка устройств электрооборудования», и выполнения ремонтных работ в электроустановках в условиях, максимально приближенных к реальным условиям.

### Введение

5. Исходные данные.

7. Выполнение задания, анализ результатов лабораторной работы или практического занятия, вывод.

8. Ответы на контрольные вопросы.

Выполнение лабораторных работ и практических занятий должны проводиться в лабораториях: «Электроснабжение», «Электрические подстанции», «Техническое обслуживание», «Электрические установки», «Релейная защита и автоматизированные системы управления устройствами и электрическими системами», а также на полигоне технического обслуживания и ремонта устройств электроснабжения.

Обеспечение безопасности при проведении лабораторных работ

## 1. Общие требования охраны труда:

1.1. При выполнении работ необходимо быть внимательными и дисциплинированными, точно выполнять указания преподавателя.

1.2. Запрещается приступать к выполнению работы без разрешения преподавателя.

## 2. Требования охраны труда перед началом работы:

2.1. Перед выполнением работы внимательно изучите ее содержание и ход выполнения, технологическую карту.

2.2. Следите за исправностью всех креплений в приборах и приспособлениях. Не прикасайтесь и не наклоняйтесь (особенно с небрежными волосами) к вращающимся частям машин.

2.3. При сборке электрической цепи используйте провода (с накопиченными и предохранительными чехлами) с прочной изоляцией без видимых повреждений.

2.4. Получите инструктаж по правилам охраны труда у преподавателя.

2.5. При сборке электрической цепи избегайте пересечения проводов. Запрещается пользоваться проводником с изношенной изоляцией и выключателем открытого типа.

2.6. Источник тока к электрической цепи подключайте в последнюю очередь. Собранныю цепь включайте только после проверки и разрешения преподавателя. Наличие напряжения в цепи можно проверить только с помощью приборов или указателей напряжения. Не прикасайтесь к находящимся под напряжением элементам цепи, лишенным изоляции.

- 3. Требования охраны труда во время работы:*
- 3.1. К выполнению работы можно приступать после подготовки, предоставляем, рабочего места и получения инструктажа.
- 3.2. При работе на высоковольтном оборудовании допускаются студенты, имеющие группу по электробезопасности не ниже II, все действия выполнять только под наблюдением преподавателя.
- 3.3. Не производите присоединение в цепях и смену предохранителей до отключения источника электропитания.
- 3.4. Не прикасайтесь к корпусам стационарного электрооборудования, к зажимам отключенных конденсаторов.
- 3.5. Пользуйтесь исправным и испытанным инструментом с изолирующими ручками, средствами защиты, предохранительными приспособлениями.
4. *Требования охраны труда по окончании работы:*
- 4.1. По окончании работы отключите источник электропитания, после чего разберите электрическую цепь.
- 4.2. Не уходите с рабочего места без разрешения преподавателя, и сдачи ему рабочего места.
- 4.3. Включение и отключение электростановки производить только сухими руками и с использованием индустриальных средств защиты.
- 4.4. Необходимо соблюдать правила эксплуатации электростанова, не подвергать механическим ударам, не допускать падений.
- 5. Требования охраны труда в аварийных ситуациях:*
- 5.1. Срочно прекратить работу в случае обнаружения: искрения соединений или шток эл. машины, нарушения изоляции проводов или кабеля, поломки или разъемления заземляющего провода.
- 5.2. Категорически запрещается передавать работу в электростановах лицу, не прошедшему обучение и инструктаж по правилам эксплуатации электростанова и охраны труда, оставлять без присмотра включенную в эл. сеть электростанова даже на короткое время.

## Лабораторная работа № 1

**Цель:** приобретение практических навыков в проверке технического состояния силового трансформатора

**Оборудование и материалы:** силовой трансформатор, инструментальная карта, карта осмотра, лаборатория электрических испытаний.

### Краткие теоретические сведения

Для поддержания трансформатора в работоспособном состоянии необходимо регулярно осуществлять техническое обслуживание трансформатора:

—технический осмотр;

—профилактический контроль.

При выполнении технического осмотра трансформатора следует проверить:

—отсутствие посторонних шумов, повышенных вибраций, которые приводят к повреждению или к неравильной работе составных частей, приводов и аппаратуры, установленных на трансформаторе;

—соответствие показаний счетчиков, количества переключений, приводов устройств РПН количеству осуществляемых переключений;

Технический осмотр составных частей трансформатора необходимо выполнять в соответствии с инструкциями по эксплуатации этих частей.

При резком снижении температуры окружающего воздуха или при других резких изменениях погодных условий, при появлении сигналов о неисправности трансформатора необходимо осуществлять внеочередные осмотры.

Трансформаторные установки периодически (не реже одного раза в месяц) должны осматриваться специалистами соответствующих подразделений.

Результаты осмотров должны быть отражены в соответствующей документации: оперативном журнале и журнале дефектов и неполадок оборудования подстанции.

## Порядок выполнения работы

1. Осмотреть трансформатор, электробудустройство его первичной цепи, для того чтобы убедиться в его исправном состоянии, необходимо проверить:

—отсутствие повреждений, нарушение герметичности и маслоплотности, следов копирования;

—состояние изоляторов вводов (отсутствие трещин и сколов фарфора, загрязнения, протекания масла через уплотнения, следов перекрытия и др.);

—состояние фланцевых соединений бака и других узлов (вводов, устройств РПН, термосифонных фильтров);

—отсутствие посторонних предметов, которые влияют на работу трансформатора;

—целостность и исправность измерительных и защитных устройств (манометрических сигнализаторов, термометров, газо-воло реле, защитных реле баков контакторов устройств РПН, маслоуказателей, манометров на герметичных вводах);

— состояние видимых контактных соединений и заземлений; —показание маслоуказателей расширителей на соответствие средней температуре масла в баке трансформатора и в баке контактора устройства РПН

—уровень масла в расширителе работающего трансформатора должен быть на уровне, соответствующем средней температуре масла в трансформаторе, который устанавливается примерно в соответствии со средней температурой окружающего воздуха. Уровень масла в отсеке расширителя бака контактора устройства РПН при положительной температуре масла должен соответствовать приблизительно среднему значению маслоуказателя. В трансформаторе, находящемся в работе, уровень масла должен быть примерно на отметке, соответствующей температуре верхних слоев масла трансформатора;

—проверить уровень масла и состояние индикаторного сигнала в высоковольтных герметичных вводах, давлении масла в высоковольтных герметичных вводах в соответствии с инструкцией по эксплуатации вводов;

—состояние индикаторного сигнала в воздухоосушителях; —уровень масла в масляных затворах воздухоосушителей;

- состояние узлов передачи устройств РПН;  
 — состояние приводов устройств РПН и взаимное соответствие показаний указателей положения привода и перекрывающего устройства, а также указатели положений устройства РПН на шите управления.
2. Запретировать результаты осмотра трансформатора в книге осмотра и неисправностей.
4. Оформить отчет о проведенной работе.
5. Сделать вывод о проведенной работе.
- Контрольные вопросы
1. Какие работы входят в объем технического обслуживания силового трансформатора?
2. Что такое осмотр?
3. В каком документе фиксируются результаты осмотра?
4. С какими дефектами изоляторы в работу?
5. Назовите состав бригады и условия выполнения работ по ТО силового трансформатора.
6. Назовите основные операции технологического процесса.



1	2	3
Операция	Ремонтные работы	Посещение
<i>Ремонт обмоток силовых трансформаторов</i>		
Устранение: поврежденных небольших участков витковой изоляции	Поврежденную витковую изоляцию восстанавливают путем наложения на ого- ленный провод витка слоя маслостойкой лакоткани ЛСХМ	Эти дефекты устраняют без демонтажа обмоток
Облажения пресовки обмоток	Обмотки, не имеющие пресующих колец, подпресовывают	По всей окружности обмот- ки между изоляциями забивают доплотительные прокладки из пресованного электротона

### Ведомость дефектов

Таблица 1

Осмотр и дефектация. При наличии технической документации дефектация сводится к осмотру и определению состояния и комплектности трансформатора, уточнению условий и возможностей ремонта трансформатора на месте. При отсутствии технической документации осмотр и дефектацию производят в полном объеме с применением необходимых замеров и испытаний. Результаты заносят в специальную ведомость дефектов, таблица 1.

### Краткие теоретические сведения

*Оборудование и материалы:* силовой трансформатор, инструментальная карта, инструменты и приспособления, согласно технологической карты № 2, дефектировочная карта, лаборатория электрических испытаний.

*Цель:* приобретение практических навыков в выявлении признаков неисправностей силового трансформатора.

### Лабораторная работа № 2 Выявление дефектов силового трансформатора

<p>Изоляцию отвода восстанавливают путем наложения на поврежденные участки двух слоев лакоткани шириной 25—30 мм</p> <p>Изолированной придают нужный размер путем подпрессовки. Изготовленную катушку высушивают, пропитывают лаком ПФ-95 и запекают при температуре 1000С в течение 8—12 ч</p> <p>На шаблон перед намоткой провода накладывают слой электроизоляционного картона толщиной 0,5 мм, приваляют на шаблоне катушки</p> <p>При пайке проводов применяют флюс-канитель или флюсопорошкообразную буму</p>	<p>Поврежденную изоляцию удаляют обжигом в печи при температуре 450—5000С. Витки изолируют кабельной бумагой или тафтяной лентой в два слоя с перекрытием</p> <p>Для этой операции применяют обмоточные станции с ручным или моторным приводом. Катушку наматывают на шаблоне</p> <p>Провода сечением до 40 мм<sup>2</sup> соединяют пайкой пальником, большого сечения — специальными клещами. Припой фосфористая бронза диаметром 3—4 мм или серебряный припой ЦСр-45, ЦСр-70</p>	<p>Незначительной деформации отвода</p> <p>Повреждение изоляции отвода</p> <p>Изоляцию отвода восстанавливают путем наложения на поврежденные участки двух слоев лакоткани шириной 25—30 мм</p>
<p><i>Ремонт обмоток силовых трансформаторов</i></p>		
<p>Извлекают шпильки из ярма. Маркируют балку надписью «сторона ВН» или «сторона НН». Расшихтовывают, вынимая по 2—3 пластины, не перемешивая, связывают в пакет. Укладка пластин по-прежнему должна соответствовать заводской.</p>	<p>Отвертывают верхние гайки вертикальных шпильк и гайки горизонтальных пресующих шпильк. Снимают ярмовые балки. Расшихтовывают верхнее ядро со стороны ВН и НН одновременно.</p> <p>Экспируют взаимное расположение пластин двух последних слоев активной стали магнитопровода. Связывают верхние концы пластин, проделав кусок проволоки в отверстие для стержня. Демонтируют обмотки.</p>	<p>Разборка магнитопровода</p>

1. Назовите причины срабатывания газовой защиты трансформатора.
2. Назовите причины ненормального вторичного напряжения трансформатора.
3. При схеме соединения треугольник—треугольник как определяется обрыв его вторичной цепи?
4. Как определить обрыв в обмотках трансформатора?
5. Назовите причины пробоов обмоток трансформатора.

### Контрольные вопросы

1. Изучить краткие теоретические сведения.
2. Систематизировать данные о признаках неисправностей силового трансформатора по их характеру и месторасположению.
3. Произвести внешний осмотр трансформатора с визуальным определением неисправностей, сопоставив их с вашей системой дефектов.
4. Определить возможные дефекты силового трансформатора, по явным признакам.
5. Установить причину возникновения обнаруженного дефекта трансформатора.
6. Оформить дефектную ведомость по образцу таблицы 3.
7. Оформить отчет о проделанной работе.
8. Сделать вывод о проделанной работе.

### Порядок выполнения работы

Удаление старой изоляции листов стали	Удаляют старую изоляцию стальными щетками или кипячением листов в воде, если они покрыты бумажной изоляцией	Можно применять обжиг листов с равномерным нагревом при температуре 250—300 °С в течение 3 минут
---------------------------------------	---	--

повреждения антикоррозийного покрытия.

6. Красят кожу, шинные отвалы и другие части, имеющие детали пресовки обмоток и стяжки магнитной системы;

5. Измеряют сопротивление изоляции обмоток, ярмовых балок, вентиляционные каналы;

4. Чистят и продувают сухим сжатым воздухом все части и регулируемыми ответвлениями;

3. Заменяют или ремонтируют изоляторы, вентиляторы и их электротроводку, кожу, зажимы и панели для переклочения;

2. Подтягивают все крепления;

1. Подпресовывают обмотки и ярма магнитной системы;

При ремонте сухих трансформаторов выполняют следующие:

3. Магнитный сердечник.

2. Обмотка высокого напряжения;

1. Обмотка низкого напряжения;

трех основных частей:

Сухие силовые трехфазные трансформаторы 1000 кВА состоят из кВА и напряжением до 36 кВ, например типа ТР-1000 кВА.

Трансформатор сухой с литой изоляцией 1000 кВА предназначен для распределения электроэнергии номинальной мощностью 1000 кВА и напряжением до 36 кВ, например типа ТР-1000 кВА.

*Текущий ремонт силовых трансформаторов с сухой изоляцией*

### Краткие теоретические сведения

*Оборудование и материалы:* силовой трансформатор, инструментальная карта, инструменты и приспособления, технологические карты сборника, лаборатория электрических подстанций.

*Цель:* приобретение практических навыков в проведении текущего ремонта силовых трансформаторов.

*Лабораторная работа № 3*  
Текущий ремонт силовых трансформаторов с сухой изоляцией. Текущий ремонт силовых трансформаторов с масляной изоляцией

### Измерение сопротивления изоляции

Состояние изоляции силовых трансформаторов характеризуется не только абсолютным значением сопротивления изоляции, которое зависит от габаритов трансформаторов и применяемых в нем материалов, но и коэффициентом абсорбции (отношением сопротивления изоляции, измеренного дважды — через 15 и 60 с после приложенной напряжения на испытуемом объекте,  $R_{60}$  и  $R_{15}$ ). За начало отсчета допускается принимать начало вращения рукоятки мегаомметра.

*Измерение сопротивления изоляции* позволяет судить о местных дефектах, и о степени увлажнения изоляции обмоток трансформатора. Измерение сопротивления изоляции должно производиться мегаомметром, имеющим напряжение не ниже 2500 В с верхним пределом измерения не ниже 1000 МОм. На трансформаторах с высшим напряжением 10 кВ и ниже допускается измерение сопротивления изоляции производить

мегаомметром на 1000 В с верхним пределом измерения не ниже 1000 МОм. Перед началом каждого измерения по рисунку 1 испытываемая обмотка должна быть заземлена не менее 2 мин. Сопротивление изоляции  $R_{60}$  — не нормируется, и показателем в данном случае является сравнение его с данными заводских или предыдущих испытаний. Коэффициент абсорбции также не нормируется, но учитывается при комплексном рассмотрении результатов измерения.

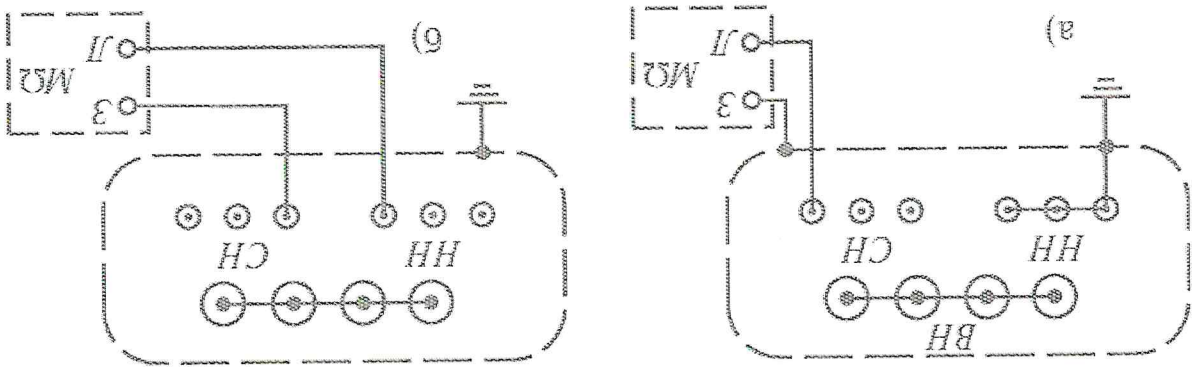


Рис. 1. Схемы измерения сопротивления изоляции обмоток трансформатора  
а — относительно корпуса; б — между обмотками трансформатора

В таблице 2 представлены возможные несправности силовых трансформаторов с масляной изоляцией, причины их возникновения и способы устранения.

### *Текущий ремонт силовых трансформаторов с масляной изоляцией*

2. Известны измерения сопротивления обмоток постоянному току. Полученные значения сравнить с паспортными данными. рисунок 1.

1. Известны измерения сопротивления изоляции  $R_{60}$  с определением отношения  $R_{60} / R_{15}$  для чего необходимо собрать схему, значения, указанного в паспорте трансформатора.

— не менее 70%, для трансформаторов 220 кВ — не менее 85% заводском паспорте, оно должно быть: для трансформаторов 110 кВ должно быть приведено к температуре измерения, указанной в В инструкции даются следующие рекомендации: значение  $R_{60}$ , увеличивается примерно в 1,5 раза.

учетом того, что на каждые  $10^\circ\text{C}$  понижения температуры  $R_{60}$  разных температурах могут быть приведены к одной температуре с сравнением результатов измерений сопротивления изоляции при указывать температуру, при которой проводилось измерение. При при одной и той же температуре и в протоколе испытания для сравнения сопротивления изоляции необходимо измерять

$$K_{абс} = R_{60}'' / R_{15}''$$

изменением температуры. Зависимость:

Следует учитывать, что значение коэффициента изменяется с

изоляции, коэффициент абсорбции приближается к 1. трансформаторов, увлажненных или имеющих местные дефекты в 1,3; а для трансформаторов 110 кВ и выше — 1,5—2. Для трансформаторов менее 1000 кВА напряжением 35 кВ и ниже — трансформаторов он находится в следующих пределах: для Обычно при температуре  $10-30^\circ\text{C}$  для увлажненных

Таблица 2

Возможные неисправности и способы их устранения

Неисправность	Вероятная причина неисправности	Способ устранения
Перегрев трансформатора. Температура масла выше допустимой	а) Трансформатор перегружен. б) Плохой теплоотвод с радиаторов бака и радиаторов бака. в) Слишком высокая температура трансформаторного помещения	а) Проверить режим нагрузки. Нагрузка не должна превышать номинальной. б) Очистить пыль с радиаторов и бака. в) Усилить вентиляцию трансформаторного помещения.
Сниженный уровень масла в расширителе	Течь масла.	Устранить течь. Долить масло до нормального уровня
Неравномерный повышенный шум внутри трансформатора	а) Нарушение режима питания и нагрузки трансформатора. б) Ослабла пресовка магнитопровода или ослабло крепление отдельных деталей магнитопровода	а) Восстановить нормальный режим работы. б) Проверить пресовку магнитопровода, замеченные ослабления подтянуть.
Срабатывание газовой защиты	а) Выделение остатков масла в расширителе. б) Снижение уровня воздуха после монтажа. в) Возможна внутренняя неисправность.	а) Определить состав газа. б) Найти причину снижения уровня масла и устранить ее. Долить масло в расширитель. в) При необходимости произвести пробное включение в ре- жиме холостого хода и опыта короткого замыкания (желез- тельно при плавном подьеме напряжения), для определения места повреждения (обмот- ка, контактные соединения, магнитопровод).

Трансформаторное масло очищают от механических примесей и влаги с помощью специальных аппаратов — центрифуги и фильтр-пресса. Масло проверяют, периодически отбирая пробы из крана на выходном патрубке фильтр-пресса.

пошью технологическую карту

текущего ремонта установка устанавленной мощности и изучить соответств-

2. Студентам получить задание у преподавателя на проведение

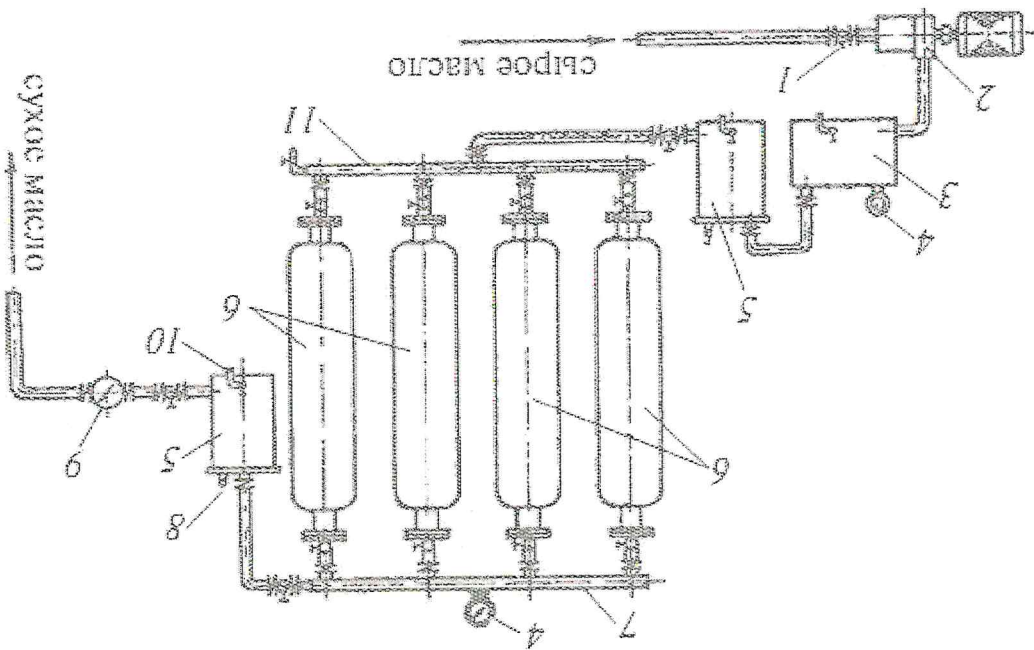
способы их устранения.

1. Изучить причины возникновения основных неисправностей и

### Порядок выполнения работы

1 — вентиль; 2 — насос; 3 — электронагреватель масла; 4 — манометр; 5 — фильтр; 6 — адсорберы; 7 — верхний коллектор; 8 — кран для выпуска воздуха; 9 — объемный счетчик; 10 — кран для отбора проб и слива масла; 11 — нижний

Рис. 2. Устройство пеолитовой установки



в случае необходимости переработки большого количества масла. трансформаторного масла применяются на больших ремонтных предприятиях жение масла с 8—10 до 50 кВ и выше. Такую установку для сушки только за один цикл фильтрования позволяет увеличить пробивное напря- Сушка в пеолитовой установке весьма эффективна, так как пеолитом. Фильтруемое масло подогревается электронагревателем.

находящихся в адсорберах, которые заполнены гранулированным вымывается фильтрованием масла через слой молекулярных сит, маторное масло сушат в пеолитовой установке, рисунок 2. Сушка Для повышения качества и электрической прочности трансфор-



3. Преподавателю выдать наряд — допуск формы ЭУ-44 на проведение ТР трансформатора и проработать бригаду, объяснив порядок и условия выполнения работы.
4. Бригадам под наблюдением преподавателя выполнить поставленную задачу: выявить наружные дефекты трансформатора, выявить и устранить мелкие дефекты в арматуре, системе охлаждения, навесных устройствах, подтянуть крепления, проверить отсутствие или наличие течи масла, измерить сопротивление изоляции обмоток, в соответствии с указаниями теоретических сведений, изучить устройство целлитовой установки.
5. По таблице 4 подобрать способ устранения выявленных повреждений трансформатора.
6. Оформить отчет о проделанной работе.
7. Сделать вывод о проделанной работе.

### Контрольные вопросы

1. Назовите назначение трансформатора с сухой литой изоляцией.
2. Перечислите достоинства трансформатора с сухой литой изоляцией.
3. Назовите основные части трансформатора с сухой литой изоляцией.
4. Укажите цель проведения измерений изоляции трансформатора.
5. Назовите причины повышения температуры трансформаторного масла выше нормы.
6. Назовите причины срабатывания газовой защиты.
7. Назовите причины появления постороннего шума внутри трансформатора.

#### Лабораторная работа № 4

После ремонта испытание силовых трансформаторов

*Цель:* закрепить знания по объему и методике проведения

контрольных испытаний трансформаторов после ремонта.

*Оборудование и материалы:* мегаомметр на 1000 и 2500В,

секундомер, термометр, уровень, манометр, ключи гаечные,

плоскогубцы комбинированные, лаборатория электрических

подстанций.

#### Краткие теоретические сведения

Отремонтированные трансформаторы проходят контрольные

(окончательные) испытания, которые должны подтвердить высокое

качество выполнения ремонта, отсутствие дефектов,

соответствие характеристик трансформаторов паспортным

значениям и требованиям стандартов:

1. Определение коэффициента трансформации и группы соеди-

нения обмоток;

2. Испытание трансформаторного масла;

3. Измерение сопротивления обмоток постоянному току;

4. Измерение сопротивления изоляции обмоток относительно

друг друга и бака;

5. Испытание электрической прочности изоляции обмоток;

6. Испытание витковой изоляции обмоток и т.д.

#### Испытание электрической прочности изоляции обмотки

проводят для полностью собранных и залитых маслом

трансформаторов. Значения испытательных напряжений

трансформаторов на заводе-изготовителе приведены в таблице 5.

Испытательные напряжения трансформаторов после капиталь-

ного ремонта снижаются до 90% от приведенных выше для

ответственных трансформаторов и до 85% для импортных; после

ремонта без смены обмоток это напряжение уменьшается до 75%

для всех типов трансформаторов.

*Изоляцию обмоток* испытывают при помощи аппаратов ТУ-158,

ТУ-235, АКИ-50, АКИ-70, АКИ-72 и др. Испытание длится одну

минуту. Включение повышенного напряжения может быть сделано

только при напряжении до 25% испытательного, после испытаний

Контрольные вопросы

1. Назовите периодичность и объем текущих ремонтов трансформаторов.

2. Назовите периодичность и объем капитальных ремонтов трансформаторов.

10. Оформить отчет о проделанной работе.
- давателя, заполняют необходимым техническую документацию.
9. Имея реальные образцы трансформаторов и данные по их ментации по дефектации и испытанием трансформатора.
8. Каждый учащийся самостоятельно изучает техническую документацию трансформатора заполнения документацию по испытанием.
7. На основании составленной ранее, дефектовочной ведомости на 6. Дать заключение о состоянии трансформатора.
5. Провести каждый опыт контрольных испытаний.
4. Уточнить методику проведения каждого опыта испытаний.
- испытаний.
- контрольных
3. Выбрать приборы для проведения каждого опыта
2. Установить последовательность проведения испытаний.
1. Уточнить объем контрольных испытаний.

Порядок выполнения работы

U, кВ	3	6	10
U, кВ	18	25	35

Значения испытательных напряжений трансформаторов

Таблица 5

напряжения снижают до этого же значения и отключают. Напряжения должны быть синусоидальным, частота 50 Гц с отклонениями не более ±5%. Мощность испытательной установки должна составлять не менее 0,5—1% мощности испытываемого трансформатора.

Результаты испытаний считаются положительными, если не произошло пробоев изоляции, перекрытий и скользящих разрядов, отмеченных приборами.

3. Назовите последовательность разборки и сборки трансформаторов.
4. Как определить степень износа изоляции трансформатора?
5. Назовите основные повреждения трансформаторов.
6. Какими методами обнаруживаются повреждения?
7. Перечислите основные операции ремонта обмоток.
8. Из каких основных операций состоит ремонт магнитопровода?
9. Какие операции входят в объем контрольных испытаний трансформатора?
10. Какие операции входят в объем капитального ремонта трансформатора?
11. Расскажите о методике проведения каждого вида контрольных испытаний трансформаторов.
12. Назовите основные меры по технике безопасности при ремонте трансформаторов.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Техническое обслуживание, ремонт электрооборудования и сетей промышленных предприятий: учебник : в 2 кн. Кн. 1. Сибкин Ю. Д. Издательство: Директ-Медиа, 2014.
2. Правила устройства электроустановок. 6-е и 7-е изд. - М.: Энергоиздат, 2006. - 423 с.
3. Наглядка электроустановок. Лукьянов Т. П. Издательство: Вsesоюзное учебно-педагогическое издательство, 1962.
4. Привалов Е.В. Основы электробезопасности. Том 2. Заземление электроустановок систем электроснабжения. Москва. Берлин. Изд-во «ДиректМедиа Паблишинг» 2016. – 156с.