

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
«БОГДАНОВИЧСКИЙ ПОЛИТЕХНИКУМ»

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

по выполнению практических работ

**ПМ 03. Устранение и предупреждение аварий и неполадок  
электрооборудования**

**МДК 03.01 Организация технического обслуживания электрооборудования  
промышленных организаций**

по профессии

13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования

Организация-разработчик: ГБПОУ СО «Богдановичский политехникум»

Разработчик:

Кудряшова Т.А., преподаватель высшей квалификационной категории ГБПОУ СО «Богдановичский политехникум», г. Богданович

Рассмотрено на заседании Методического совета ГБПОУ СО «Богдановичский политехникум» протокол № 1 от «30» августа 2018 г.

Председатель:  / Е.В. Снежкова

## СОДЕРЖАНИЕ

Пояснительная записка	4
Перечень практических занятий	5
1. Изучение федерального закона Российской Федерации «О техническом регулировании»	6
2. Определение типа износа электрооборудования	10
3. Определение значения сопротивления с помощью амперметра и вольтметра	12
4. Изучение порядка проведения периодических и внеочередных осмотров ВЛ-6-10-35 кВ и выше	16
5. Изучение порядка проведения осмотров силовых трансформаторов	20
6. Составления бланка переключений на вывод трансформатора на подстанции	24
7. Изучение особенностей обслуживания газоразрядных источников света	29
8. Изучение инструкций по ТО масляных выключателей напряжением 6-220 кВ	32
9. Выполнение регламентных работ технического обслуживания ПРА	36
10. Выполнение типовых операций ТО электрических машин	38
11. Выполнение ТО оборудования распределительных устройств	39
12. Выполнение работ ТО измерительных трансформаторов тока и напряжения	42
13. Выполнение работ ТО трансформаторной подстанции	46

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Настоящие методические указания по выполнению практических занятий предназначены для студентов по междисциплинарному курсу МДК 03.01. Организация технического обслуживания электрооборудования промышленных организаций профессионального модуля **ПМ.03 Устранение и предупреждение аварий и неполадок электрооборудования** по профессии СПО "Электромонтёр по ремонту и обслуживанию электрооборудования".

Содержание практических занятий направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам МДК;
- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;
- выработку при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Представленные практические занятия по МДК выполняются после изучения теоретического учебного материала по темам:

Тема 1 Основы стандартизации, сертификации и контроля качества продукции

Тема 2 Структура и задачи службы обслуживания электрооборудования;

Тема 3 Плановые и внеочередные осмотры электрооборудования;

Тема 4 Техническое обслуживание (ТО) электрооборудования

Методические указания по проведению практических занятий ориентированы на достижение следующих целей:

- формирование практических умений и навыков обращения с различными инструментами, приборами, оборудованием, которые составляют часть профессиональной практической подготовки;
- развитие исследовательских умений – (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимость, делать выводы и обобщения, оформлять результаты).

Они охватывают весь круг профессиональных умений, на которые ориентирован данный МДК.

На практических занятиях студенты овладевают профессиональными и общими компетенциями, которые в дальнейшем закрепляются и совершенствуются в процессе учебной и производственной практики.

Перед выполнением практических занятий осуществляется инструктаж по выполнению заданий.

По окончании работ проводится обсуждение итогов по её выполнению.

Формы организации студентов на практических занятиях: фронтальная, групповая, индивидуальная.

Оценки за выполнение практических занятий выставляются по пятибалльной системе и учитываются как показатели текущей успеваемости студентов.

Выполнение практических занятий позволяет реализовать требования к уровню подготовки выпускников, предъявляемых соответствующих стандартов.

Практические занятия значительно повышают качественный уровень знаний, повышают мотивацию к изучению дисциплины, дают возможность студентам более полно осознать необходимость практической значимости приобретенных умений, навыков, а также использование их в профессиональной деятельности.

## ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Тема, наименование ПЗ	Кол-во часов
<i>Тема 1 Основы стандартизации, сертификации и контроля качества продукции</i>		<b>2</b>
ПЗ №1	Изучение федерального закона Российской Федерации «О техническом регулировании»	2
<i>Тема 2 Структура и задачи службы обслуживания электрооборудования;</i>		<b>2</b>
ПЗ № 2	Определение типа износа электрооборудования	2
<i>Тема 3 Плановые и внеочередные осмотры электрооборудования;</i>		<b>8</b>
ПЗ № 3	Определение значения сопротивления с помощью амперметра и вольтметра	2
ПЗ № 4	Изучение порядка проведения периодических и внеочередных осмотров ВЛ-6-10-35 кВ и выше	2
ПЗ № 5	Изучение порядка проведения осмотров силовых трансформаторов	2
ПЗ № 6	Составления бланка переключений на вывод трансформатора на подстанции	2
<i>Тема 4 Техническое обслуживание (ТО) электрооборудования</i>		<b>14</b>
ПЗ № 7	Изучение особенностей обслуживания газоразрядных источников света	2
ПЗ № 8	Изучение инструкций по ТО масляных выключателей напряжением 6-220 кВ	2
ПЗ № 9	Выполнение регламентных работ технического обслуживания ПРА	2
ПЗ № 10	Выполнение типовых операций ТО электрических машин	2
ПЗ № 11	Выполнение ТО оборудования распределительных устройств	2
ПЗ № 12	Выполнение работ ТО измерительных трансформаторов тока и напряжения	2
ПЗ № 13	Выполнение работ ТО трансформаторной подстанции	2
	<b>ИТОГО:</b>	<b>26</b>

## **ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1**

**Тема: Изучение Федерального закона Российской Федерации «О техническом регулировании»**

**Цель занятия:** ознакомиться со структурой и содержанием Федерального закона «О техническом регулировании»;

- изучить главы 1 (статьи с 1 по 5), 2 (статьи 6, 7, 9, 10), 6 (статьи с 32 по 35), 7 (статьи с 36 по 38), 8 (статью 44) и 9 (статью 45);
- закрепить термины и определения по техническому регулированию, приведенные в федеральном законе «О техническом регулировании»;
- ознакомиться со структурой и содержанием технического регламента.
- составить сравнительную таблицу: Отличительные признаки технического регламента и стандарта на продукцию

### **Основные теоретические сведения**

Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» (с изменениями от 8 августа 2005 г., 1 мая, 1 декабря 2007 г., 23 июля 2008 г., 18 июля 2009 г.) был принят Государственной Думой 15 декабря 2002 года.

Этот закон был одобрен Советом Федерации 18 декабря 2002 года. Настоящий Федеральный закон вступил в силу после шести месяцев со дня его официального опубликования (со 02.07.2003).

Со дня вступления в силу настоящего Федерального закона были признаны утратившими силу:

1. Закон Российской Федерации от 10 июня 1993 года № 5151-1 «О сертификации продукции и услуг»;
2. Закон Российской Федерации от 10 июня 1993 года № 5154-1 «О стандартизации».

До вступления в силу соответствующих технических регламентов требования к продукции или к связанным с ними процессам проектирования, производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, установленные нормативными правовыми актами Российской Федерации и нормативными документами федеральных органов исполнительной власти, подлежат обязательному исполнению только в части, соответствующей целям:

- защиты жизни или здоровья граждан, имущества физических или юридических лиц, государственного или муниципального имущества;
- охраны окружающей среды, жизни или здоровья животных и растений;
- предупреждения действий, вводящих в заблуждение приобретателей.

Настоящий Федеральный закон «О техническом регулировании» регулирует отношения, возникающие при:

- разработке, принятии, применении и исполнении обязательных требований к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации;

- разработке, принятии, применении и исполнении на добровольной основе требований к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнению работ или оказанию услуг;

- оценке соответствия.

Для целей настоящего Федерального закона используются следующие основные понятия:

*безопасность продукции*, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации – состояние, при котором отсутствует недопустимый риск, связанный с причинением вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных или растений;

*международный стандарт* – стандарт, принятый международной организацией;

*национальный стандарт* – стандарт, утвержденный национальным органом Российской Федерации по стандартизации;

*стандарт* – документ, в котором в целях добровольного многократного использования устанавливаются характеристики продукции, правила осуществления и характеристики процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг. Стандарт также может содержать требования к терминологии, символике, упаковке, маркировке или этикеткам и правилам их нанесения;

*стандартизация* – деятельность по установлению правил и характеристик в целях их добровольного многократного использования, направленная на достижение упорядоченности в сферах производства и обращения продукции и повышение конкурентоспособности продукции, работ или услуг;

*техническое регулирование* – правовое регулирование отношений в области установления, применения и исполнения обязательных требований к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, а также в области установления и применения на добровольной основе требований к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнению работ или оказанию услуг и правовое регулирование отношений в области оценки соответствия;

*технический регламент* – документ, который принят международным договором Российской Федерации, ратифицированным в порядке, установленном законодательством Российской Федерации, или федеральным законом, или указом президента Российской Федерации, или постановлением Правительства Российской Федерации и устанавливает обязательные для применения и исполнения требования к объектам технического регулирования (продукции, в том числе зданиям, строениям и сооружениям, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации).

Техническое регулирование осуществляется в соответствии с принципами:

- применения единых правил установления требований к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнению работ или оказанию услуг;

- соответствия технического регулирования уровню развития национальной экономики, развития материально-технической базы, а также уровню научно-технического развития;

- независимости органов по аккредитации, органов по сертификации от изготовителей, продавцов, исполнителей и приобретателей;

- единой системы и правил аккредитации;

- единства правил и методов исследований (испытаний) и измерений при проведении процедур обязательной оценки соответствия;

- единства применения требований технических регламентов независимо от видов или особенностей сделок;

- недопустимости ограничения конкуренции при осуществлении аккредитации и сертификации;

- недопустимости совмещения полномочий органа государственного контроля (надзора) и органа по сертификации;

- недопустимости совмещения одним органом полномочий на аккредитацию и сертификацию;

- недопустимости внебюджетного финансирования государственного контроля (надзора) за соблюдением требований технических регламентов.

Технические регламенты принимаются в целях:

- защиты жизни или здоровья граждан, имущества физических или юридических лиц, государственного или муниципального имущества;

- охраны окружающей среды, жизни или здоровья животных и растений;

- предупреждения действий, вводящих в заблуждение приобретателей.

Технический регламент должен содержать исчерпывающий перечень продукции, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, в отношении которых устанавливаются его требования, и правила идентификации объекта технического регулирования для целей применения технического регламента.

Содержащиеся в технических регламентах обязательные требования к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, правилам и формам оценки соответствия, правила идентификации, требования к терминологии, упаковке, маркировке или этикеткам и правилам их нанесения являются исчерпывающими, имеют прямое действие на всей территории Российской Федерации и могут быть изменены только путем внесения изменений и дополнений в соответствующий технический регламент.

Технический регламент должен содержать требования к характеристикам продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, но не должен содержать требования к конструкции и исполнению.

Технические регламенты применяются одинаковым образом и в равной мере независимо от страны и (или) места происхождения продукции, осуществления процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, видов или особенностей сделок и (или) физических и (или) юридических лиц, являющихся изготовителями, исполнителями, продавцами, приобретателями.

Технический регламент не может содержать требования к продукции, причиняющей вред жизни или здоровью граждан, накапливаемый при длительном использовании этой продукции и зависящей от других факторов, не позволяющих

определить степень допустимого риска. В этих случаях технический регламент может содержать требование, касающееся информирования приобретателя о возможном вреде и о факторах, от которых он зависит.

### **Порядок выполнения работы**

**Задание № 1.** Изучите структуру и содержание предложенного закона.

Ответьте на вопросы:

1. Федеральный закон (ФЗ) «О техническом регулировании» регулирует...
2. На что распространяется сфера применения ФЗ «О техническом регулировании»?
3. Когда вступил в силу ФЗ «О техническом регулировании»?

**Задание № 2.** Законспектируйте ответы на вопросы, относящиеся к техническому регулированию:

1. Что представляет собой техническое регулирование?
2. Что представляет собой технический регламент?
3. Для чего принимаются технические регламенты?
4. В каком качестве принимаются технические регламенты?
5. Какие требования к продукции не может содержать технический регламент?
6. Что должен содержать технический регламент?
7. Какие технические регламенты из них были приняты до 1 января 2013 года (см. ниже перечень технических регламентов)?

**Задание № 3.** Ознакомьтесь с конкретным техническим регламентом, изучите его структуру и содержание. Дайте краткую характеристику одного из перечисленных технических регламентов, ответив на главный вопрос: что является основной целью данного технического регламента? Составить сравнительную таблицу: Отличительные признаки технического регламента и стандарта на продукцию

### **Содержание отчета**

1. Название и цель работы.
2. Ответы на вопросы задания 2
- 3 Составленная сравнительная таблица Отличительные признаки технического регламента и стандарта на продукцию
3. Выводы по работе.

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2

### Тема: Определение типа износа электрооборудования

**Цель занятия:** Изучить типы износа электрооборудования. Научиться определять виды и причины износа оборудования

**Материально-техническое оснащение:** детали электрических машин и устройств

### Основные теоретические сведения

В процессе эксплуатации происходит износ электрического и электромеханического оборудования. Износ оборудования – это потеря его стоимости и производительности. Износ может возникать вследствие многих причин: старение оборудования, потеря его конкурентоспособности и т.д. Условно по характеру физических процессов, лежащих в его основе, можно выделить три вида износа: механический, электрический и моральный.

**Механический** износ является следствием длительных и многократных знакопостоянных или знакопеременных механических воздействий на отдельные узлы и детали оборудования. В результате этих воздействий их первоначальные форма и качество ухудшаются. Так, в электрических машинах подвержены износу трущиеся детали — коллектор, контактные кольца, щетки, подшипники, шейки валов, а в электрических аппаратах — контактные поверхности, пружины и др. Под влиянием перечисленных воздействий истирается изоляция в местах выхода проводников обмотки из пазов электрических машин, смежных витков обмоток трансформаторов и электрических аппаратов. Абразивное истирание узлов и деталей оборудования происходит под влиянием твердых частиц (пыли), содержащихся в окружающей атмосфере.

Электрический износ приводит к не восстанавливаемой потере электроизоляционными материалами своих изоляционных свойств. Износ изоляции происходит под действием четырех основных факторов: тепловых, электрических, механических, а также окружающей среды. С повышением температуры уменьшаются механическая прочность твердой изоляции и коэффициент теплопередачи, при тепловом расширении изоляции ослабляется ее структура, возникают внутренние термомеханические напряжения, которые особенно велики в жестко связанных изоляционных системах со значительно отличающимися коэффициентами теплового расширения. В процессе износа в изоляции могут накапливаться продукты ее распада, приводящие к появлению газовых пузырей и проводящих примесей, которые снижают ее пробивное напряжение. Тепловое воздействие делает твердую изоляцию уязвимой для механических воздействий.

Электрические воздействия на изоляцию определяются уровнем напряжения оборудования. Наибольшее влияние на износ оказывают коммутационные и атмосферные перенапряжения, которые приводят к резко неравномерному распределению напряжения вдоль катушки (обмотки) и могут вызвать ее пробой. Неравномерное распределение напряжения характерно и для обмоток электрических машин, питаемых от преобразователей частоты с широтно-импульсной модуляцией.

Условия работы изоляции ухудшаются вследствие атмосферных воздействий, в частности влаги и вредных химических примесей, содержащихся в окружающем воздухе. Наличие влаги в изоляции может существенно уменьшить механическую прочность твердой изоляции, усилить процессы ионизации, ускорить ее химическое старение.

Механические воздействия появляются из-за вибрации знакопеременных электродинамических усилий, из-за центробежных сил в подвижных и вращающихся частях. Причем механические усилия, действующие на твердую изоляцию в аварийных режимах (как правило, в режимах короткого замыкания), могут в сотни раз превосходить усилия, действующие в нормальных режимах.

В результате этих воздействий может происходить пробой изоляции, а на частях оборудования, не находящихся в нормальных условиях под напряжением, могут появляться высокие электрические потенциалы. Устранение этого вида износа обычно требует капитального ремонта электрического и электромеханического оборудования.

**Моральный износ** обусловлен появлением в эксплуатации нового оборудования, характеризующегося более высокими технико-экономическими показателями (большие КПД, производительность, меньшая стоимость, более высокая надежность работы и т. д.). В этих условиях дальнейшее использование устаревшего оборудования является нецелесообразным из-за повышенных издержек, приводящих к более высокой стоимости готовой продукции по сравнению со стоимостью аналогичной продукции, произведенной на новом, технически более совершенном оборудовании. Только изменением конструкции и улучшением технических показателей действующего оборудования при капитальном ремонте в процессе модернизации можно продлить сроки его экономически оправданной эксплуатации.

Приведенная классификация износов электрического и электромеханического оборудования является в известной мере условной, так как все три типа износа нельзя рассматривать в отрыве друг от друга. Например, на механический износ токоведущих частей сильное влияние оказывают плотность тока, температура и влажность окружающей среды; на электрический износ изоляции сильное влияние оказывают механические факторы (вибрация, термомеханические усилия, абразивный износ). На ухудшение технических характеристик оборудования и, следовательно, на его моральный износ оказывает влияние степень его механического и электрического износа. Тем не менее, отдельный анализ видов износа электрического и электромеханического оборудования позволяет более полно выявить физические факторы, лежащие в основе этих процессов, выработать меры по ослаблению их влияния на работу оборудования.

На сегодняшний день борьба с износом и продление срока службы оборудования – весьма актуальная задача.

### **Порядок выполнения работы**

1. Ознакомиться с оборудованием
2. Определить виды износов на частях оборудования.
3. Выявить причины их появления.
4. Составить отчет
5. Ответить на контрольные вопросы.

### Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Оборудование для выполнения лабораторной работы
3. Описать вид износа и его причину каждой части.
4. Пути снижения износов.
5. Выводы по работе.
6. Ответить на контрольные вопросы.

### Контрольные вопросы

1. Какие износы бывают?
2. Причины появления износов.
3. Условия продления срока службы оборудования.
4. Профилактические осмотры и ремонты.
5. Требования к оборудованию.

### ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3

**Тема: Определение значения сопротивления с помощью амперметра и вольтметра**

**Цель занятия:** Изучить метод вольтметра-амперметра для измерения сопротивлений на постоянном токе. Приобрести навыки в проведении измерений сопротивлений резисторов указанным методом. Экспериментально проверить точность метода путём сопоставления результатов измерений с номинальными значениями сопротивлений резисторов. Приобрести навыки количественной оценки точности результатов измерений и расчётов.

**Материально-техническое оснащение:** R 0 - резистор переменный 470 Ом, R1 - резистор 330 Ом; R2 – резистор 680 Ом PA1 - комбинированный прибор 43101; PV1 - комбинированный прибор Ц4342

### Основные теоретические сведения

Измерение сопротивлений на постоянном токе с помощью вольтметра и амперметра можно производить по двум схемам, показанным на рисунке 2.1 а и б

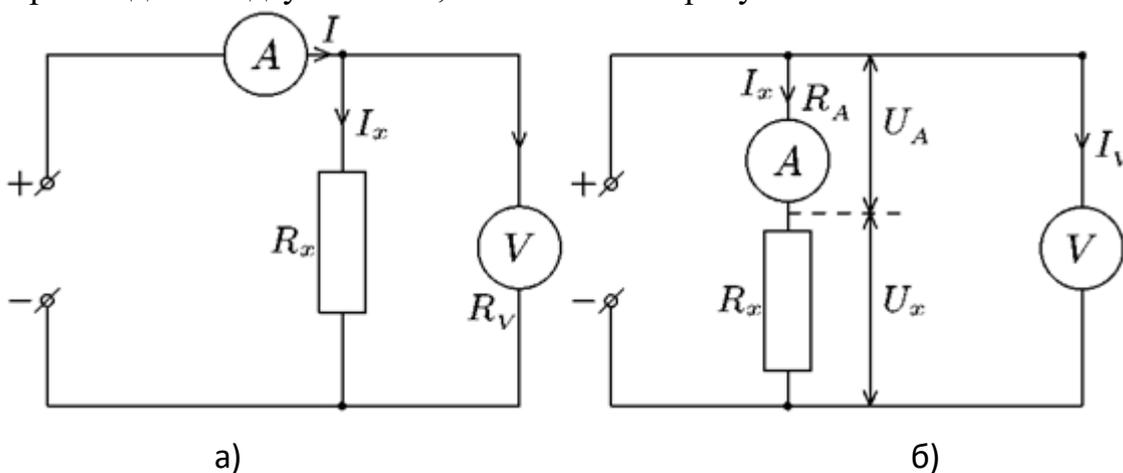


Рисунок 2.1 – Схемы измерения сопротивлений с помощью вольтметра и амперметра

Ценность этих систем заключается в том, что по элементу электрической цепи, сопротивление которого измеряется, можно пропустить такой же ток, как и в условиях его работы.

Идея косвенного измерения сопротивления амперметром и вольтметром основана на использовании закона Ома для участка цепи, не содержащей источника ЭДС, т.е. измеряемое сопротивление подсчитывается по величинам напряжения и тока:

$$R'_x = \frac{U}{I}, \quad (2.1)$$

где  $U$  и  $I$  показания вольтметра и амперметра.

При этом получается лишь приближенное значение измеряемого сопротивления, т.к. в случае схемы **а)** рис. 2.1 амперметр измеряет суммарный ток исследуемого элемента цепи и вольтметра:

$$I = I_x + I_v > I_x, \quad (2.2)$$

а в случае схемы **б)** рис. 2.1 вольтметр измеряет суммарное напряжение амперметра и исследуемого элемента цепи:

$$U = U_a + U_x > U_x. \quad (2.3)$$

Действительное значение сопротивления  $R_x$  определяется так:  
для схемы **а)**: .....

$$R_x = \frac{U}{I_x} = \frac{U}{I - I_v} = \frac{U}{I - \frac{U}{R_v}}, \quad (2.4)$$

для схемы **б)** рис. 3.2:

$$R_x = \frac{U_x}{I} = \frac{U - U_a}{I} = \frac{U - IR_a}{I}. \quad (2.5)$$

Как видно из выражений (2.4) и (2.5), при подсчёте величины искомого сопротивления по приближённой формуле (2.1), будет иметь место погрешность.

Так как в практике измерений сопротивлений этим методом подсчёт сопротивлений часто производят по приближённой формуле (2.1), то необходимо знать, какую схему следует выбрать для того, чтобы величина погрешности была невелика.

Рассмотрим выражения для относительных погрешностей обеих схем.

Для схемы **а)** рис.2.1 погрешность равна:

$$\delta = \frac{R'_x - R_x}{R_x} = \frac{\frac{R_x \cdot R_V}{R_x + R_V} - R_x}{R_x} = \frac{R_V}{R_x + R_V} - 1 = \frac{-R_x}{R_x + R_V} \quad (2.6)$$

Замечание: т.к.  $R_x$  и  $R_V$  соединены параллельно, то

$$R'_x = \frac{R_x \cdot R_V}{R_x + R_V}$$

Для схемы б) относительная погрешность определяется выражением:

$$\delta = \frac{R'_x - R_x}{R_x} = \frac{R_x + R_a - R_x}{R_x} = \frac{R_a}{R_x} \quad (2.7)$$

Замечание: т.к.  $R_x$  и  $R_a$  соединены последовательно, то

$$R'_x = R_x + R_a ,$$

Из выражений (2.6) и (2.7) вытекают следующие **выводы**:

1. схема а) при использовании приближённой формулы (2.1) даёт заниженную величину измеряемого сопротивления по сравнению с его действительным значением. При этом погрешность тем меньше, чем больше сопротивление вольтметра  $R_V$  по сравнению с измеряемым сопротивлением. Поэтому пользоваться схемой а) следует в тех случаях, когда  $R_V > R_x$ .
2. схема б) при расчёте по формуле (2.1) даёт завышенную величину измеряемого сопротивления по сравнению с его действительным значением. При этом погрешность тем меньше, чем меньше сопротивление амперметра  $R_a$  по сравнению с измеряемым сопротивлением. Поэтому пользоваться схемой б) следует в тех случаях когда  $R_a \ll R_x$ .

Именно поэтому в большинстве случаев практики схему а) применяют для измерений малых сопротивлений, а схему б) для измерения средних и больших сопротивлений.

Вместе с тем следует иметь в виду, что для любого значения  $R_x$  при определённом соотношении сопротивлений  $R_x$ ,  $R_a$  и  $R_V$ , схема включения приборов не влияет на величину погрешности. Это имеет место для такого значения  $R_x$ , при котором абсолютные значения погрешностей, вычисленные по формуле (2.6) и (2.7), равны между собой

$$\frac{R_x}{R_x + R_V} = \frac{R_a}{R_x} .$$

**Порядок выполнения работы:**

1. Собрать схему согласно рисунка 2.2

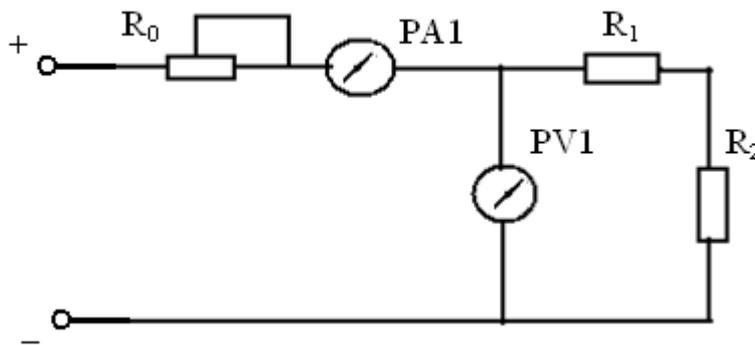


Рисунок 2.2 – Электрическая схема

2. Подключить схему к источнику питания комплекта 0 – + 15 V и установить напряжение на входе схемы 10V

3. Ручку переменного резистора R<sub>0</sub> поочередно установить в крайнее левое, среднее и крайнее правое положение, занести в протокол испытаний показания приборов.

4. Рассчитать значения сопротивления исследуемого участка цепи трех положений

ручки переменного резистора R<sub>0</sub> по формуле:  $R_{1,2} = \frac{U}{I}$

5. Определить среднее арифметическое результатов трех наблюдений по формуле:

$$R_{1,2\bar{n}\delta} = \frac{R'_{1,2} + R''_{1,2} + R'''_{1,2}}{3}$$

6 Вычислить абсолютные погрешности измерения сопротивления методом амперметра и вольтметра для каждого положения ручки переменного резистора R<sub>0</sub> по формуле:

$$\Delta = R_{1,2\bar{n}\delta} - R_{1,2}$$

7 Вычислить относительные погрешности косвенных измерений сопротивления участка цепи по формуле:  $\delta = \frac{\Delta \cdot 100}{R_{1,2\bar{n}\delta}}$

8 Данные расчетов занести в протокол

Таблица 2.1 – Протокол измерений и вычислений

	Дано		Измерено						Вычислить			
	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	I, A			U, В			R <sub>1,2</sub>	R <sub>1,2 ср</sub>	Δ	δ
	Ом	Ом	дел	цена делен	велич	дел	цена делен	велич	Ом	Ом	Ом	%
1												
2												
3												

9. Сделать выводы по работе.

### Содержание отчета

1. Наименование отчета.

2. Тема лабораторной работы
3. Цель лабораторной работы
4. Перечень и технические данные оборудования
5. Порядок работы с электрической схемой включения электроизмерительных приборов.
6. Протокол с результатами измерений и вычислений.
7. Вывод по работе

### **Контрольные вопросы**

1. На основании какого закона по показаниям амперметра и вольтметра определяют электрическое сопротивление электрической цепи постоянному току?
2. В каких единицах измеряют силу тока, напряжение, электрическое сопротивление и проводимость?
3. Сформулируйте определение, что такое ампер, вольт, ом, сименс?
4. Что такое удельное электрическое сопротивление, как его обозначают и в каких единицах измеряют?
5. Что такое удельная проводимость, как ее обозначают и в каких единицах измеряют?
6. Влияет ли температура провода на его электрическое сопротивление и, если влияет, - какова эта зависимость?
7. Как можно повысить точность измерения электрического сопротивления с помощью амперметра и вольтметра?
8. Какими другими приборами можно измерить электрическое сопротивление?

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 4**

**Тема: Изучение порядка проведения периодических и внеочередных осмотров ВЛ-6-10-35 кВ и выше**

**Цель:** Изучить порядок проведения периодических и внеочередных осмотров ВЛ-6-10-35 кВ и выше и порядок заполнения листка осмотра ВЛ.

**Материально-техническое оснащение:** линия электропередачи, видеопроектор, слайды

### **Основные теоретические сведения**

График периодических осмотров ВЛ-35кВ и выше утверждается главным инженером предприятия, а ВЛ-0,4-6-10 кВ - начальником сетевых районов.

Порядок осмотров.

Для выявления возникающих на ВЛ и трассах дефектов с целью их своевременного устранения, проводятся следующие виды осмотров:

- периодические дневные осмотры;
- ночные осмотры;
- внеочередные послеаварийные осмотры;
- верховые осмотры;
- осмотры с выборочными контрольными измерениями изоляции, соединителей и загнивания древесины;
- осмотры с целью приемки выполнения объемов работ по капитальному ремонту.

Периодические дневные осмотры имеют целью детальную и тщательную проверку состояния всех элементов и ее трассы согласно инструкции. Периодические осмотры должны проводиться не реже, чем 1 раз в 6 месяцев.

Ночные осмотры выполняются в основной для проверки состояния изоляции в сильно загрязненных участках при сырой погоде: мелком морозящем дожде тумане, мокром снегопаде. Наличие на изоляторах разрядов желтого или белого цвета, временами охватывающих всю гирлянду, является признаком приближающегося перекрытия и требует принятия срочных мер по очистке изоляции. Кроме того, при ночных осмотрах загруженных ВЛ напряжением до 110 кВ могут быть выявлены дефектные контакты по искрениям в местах контактных соединений.

Внеочередные послеаварийные осмотры должны проводиться с максимальной скоростью, с применением мотоциклов, автомашин, самолетов и вертолетов. Основное внимание при таком осмотре обращается на выяснение причин отключения или появления «земли» и на определение места и объема повреждения. При этом необходимо тщательно осмотреть вблизи места пересечения отключившейся линии с целью обнаружения следов оплавления на них. Попутно отмечаются лишь крупные дефекты, хотя и не являющиеся причиной отключения, но угрожающие целостности линии или жизни людей.

Внеочередные осмотры назначается для контроля состояния как всей ЛЭП, так и отдельных ее участков, при возникновении гололеда, паводка, сильных туманов (для участков подверженных интенсивному загрязнению), резких оттепелей, мокрых снегопадов и других стихийных явлений (гроза, буря, ураган), а также после лесных или степных пожаров, оползней, обвалов, сильных морозов и пр.

После автоматического отключения линии электропередачи от релейной защиты, а также после появления на линии «земли» (в сетях с заземленной нейтралью) также должен быть произведен очередной осмотр. Целью этого осмотра является определение места и причины замыкания, необходимости и объема ремонтных работ. В случае успешного АПВ внеочередной осмотр выполняется при необходимости с учетом ответственности линии, частоты отключений. Если на линии произошло несколько отключений без установления причин отключений, то внеочередной осмотр таких линий даже при успешном АПВ обязателен.

Для проверки верхних элементов линии крепления гирлянд, соединения изоляторов, правильности крепления дистанционных распорок и состояние провода в местах их установки, наличия вибрации, состояния верхних частей опор, осмотра линейных разъединителей на линиях 6...10 кВ, натяжения и закрепления оттяжек и т.п. - производятся периодические верховые осмотры.

Верховые осмотры, как правило, производятся под руководством мастера, без снятия напряжения с ВЛ путем внимательного осмотра с опоры перечисленных выше элементов. Указанные осмотры выполняются совместно с другими профилактическими измерениями, и проверками на данной ВЛ.

Верховые осмотры линии напряжением 6...10 кВ проводятся только на отключенной ВЛ по мере необходимости,

Верховые осмотры ВЛ-35 кВ и выше с выборочной проверкой состояния проводов и тросов в зажимах и в дистанционных распорках должны производиться не реже 1 раза в 6 лет.

При верховых осмотрах производится также проверка, очистка от ржавчины и покрытие антикоррозийной смазкой всех мест присоединения заземляющих спусков к тросам и металлическим опорам.

Осмотры ВЛ мастером РЭС с производством выборочных контрольных измерений изоляции соединителей и загнивания древесины, проводятся с целью проверки состояния элементов ВЛ, их трасс, а также контроля объема и качества выполненных профилактических работ.

Ежегодные графики контрольных выборочных осмотров должны составляться так, чтобы ими были учтены в течение ряда лет все линии электропередачи по всей длине (не ограничиваясь осмотром ежегодно одних и тех же участков). Осмотры проводятся не реже 1 раза в год.

Осмотры ВЛ мастерами РЭС или инженерами службы линий проводятся выборочно по всем линиям района для квалифицированной проверки состояния всех элементов ВЛ и их трасс, выполнения противоаварийных и прочих мероприятий, предусмотренных планами, а также для контроля работы мастеров РЭС, обслуживавших данную ВЛ. На ВЛ, прошедших в текущем году капитальный ремонт, одновременно с осмотром производится приемка выполненного капитального ремонта (проверка его качества и соответствия выполненного объема работ намеченного по плану).

Лицо, производящее обход, обязано немедленно доложить руководству района о дефектах аварийного порядка, угрожающие целостности ВЛ, используя для этого все возможности (телефонная связь, радиосвязь, попутный транспорт и т.д.).

Дефекты, обнаруженные при осмотре ВЛ, включая и выявленные предыдущими осмотрами, но не устраненные, должны подробно и четко записываться лицом производящим осмотр, в «листок осмотра». Листок осмотра, подписанный монтером, передается мастеру района, который обязан его тут же проверить и расписаться на нем в соответствующей графе.

Отмеченные в листке осмотра дефекты заносится мастером в журнал дефектов. Мастер обязан за своей подписью дать решение о сроке и способе ликвидации дефекта, а при его устранении отметить дату устранения. Листки осмотра хранятся в течение одного года, после чего могут быть уничтожены.

### **Объем осмотров ВЛ**

При осмотре ВЛ и токопроводов необходимо проверять:

1) противопожарное состояние трассы: в охранной зоне ВЛ не должно быть посторонних предметов, строений, стогов сена, штабелей леса, деревьев, угрожающих падением на линию или опасным приближением к проводам, складирования горючих материалов, костров; не должны выполняться работы сторонними организациями без письменного согласования с Потребителем, которому принадлежит ВЛ;

2) состояние фундаментов, приставок: не должно быть оседания или вспучивания грунта вокруг фундаментов, трещин и повреждений в фундаментах (приставках), должно быть достаточное заглубление;

3) состояние опор: не должно быть их наклонов или смещения в грунте, видимого загнивания деревянных опор, обгорания и расщепления деревянных деталей, нарушений целостности бандажей, сварных швов, болтовых и заклепочных соединений на металлических опорах, отрывов металлических элементов, коррозии металла,

трещин и повреждений железобетонных опор, птичьих гнезд, других посторонних предметов на них. На опорах должны быть плакаты и знаки безопасности;

4) состояние проводов и тросов: не должно быть обрывов и оплавлений отдельных проволок, набросов на провода и тросы, нарушений их регулировки, недопустимого изменения стрел провеса и расстояний от проводов до земли и объектов, смещения от места установки гасителей вибрации, предусмотренных проектом ВЛ;

5) состояние гибких шин токопроводов: не должно быть перекруток, расплеток и лопнувших проволок;

6) состояние изоляторов: не должно быть боя, ожогов, трещин, загрязненности, повреждения глазури, неправильной насадки штыревых изоляторов на штыри или крюки, повреждений защитных рогов; должны быть на месте гайки, замки или шплинты;

7) состояние арматуры: не должно быть трещин в ней, перетиранья или деформации отдельных деталей;

8) состояние разрядников, коммутационной аппаратуры на ВЛ и концевых кабельных муфт на спусках: не должно быть повреждений или обрывов заземляющих спусков на опорах и у земли, нарушений контактов в болтовых соединениях молниезащитного троса с заземляющим спуском или телом опоры, разрушения коррозией элементов заземляющего устройства.

### **Указание мер безопасности**

При обходах необходимо руководствоваться требованиями «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок». При обходах и облетах ВЛ в зимнее время лицо, производящее обход или облет, должно иметь теплую одежду и лыжи, также схему линии. Во время обхода в сильные морозы работники должны следить друг за другом, а в случае обморожения оказать помощь.

В случае прохождения ЛЭП вдоль дороги, вместе с электромонтерами-обходчиками должна выезжать машина, оборудованная теплой будкой и с достаточным количеством топлива. Маршрут следования должен быть согласован с идущими в обход. В случае неявки в срок обходчиков, мастер должен принять немедленно меры для отыскания обходчиков и выявления причин задержки.

### **Ход работы**

- 1) Внимательно изучите инструкцию.
- 2) Ознакомьтесь с порядком проведения осмотров ВЛ 6-10-35 и выше кВ.
- 3) Запишите в отчет порядок проведения и объем осмотров ВЛ-6-10-35 кВ.
- 4) Заполните листок осмотра
- 5) Ответьте на контрольные вопросы.

### **Контрольные вопросы**

- 1) Перечислите виды осмотров ВЛ.
- 2) Периодичность периодических осмотров ВЛ.
- 3) Периодичность верховых осмотров ВЛ – 35 В.
- 4) Периодичность верховых осмотров ВЛ-0,38-20 кВ.
- 5) С какой целью проводятся ночные осмотры ВЛ?
- 6) В каких случаях необходимо провести внеочередные осмотры воздушной линии?

## Содержание отчета

- 1 Номер, тема и цель работы.
- 2 Порядок проведения и объем осмотров ВЛ-6-10-35 кВ
- 3 Листок осмотра
- 4 Ответы на контрольные вопросы.

### ЛИСТОК ОСМОТРА

ВЛ \_\_\_\_\_ кВ \_\_\_\_\_  
(наименование)

Вид осмотра \_\_\_\_\_

Номер опоры, пролета	Замеченные неисправности

Осмотр произведен от опоры № \_\_\_\_\_ до опоры № \_\_\_\_\_  
" \_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. \_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.) (подпись)

Листок осмотра принял \_\_\_\_\_  
(подпись)

" \_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

**Тема: Изучение порядка проведения осмотров силовых трансформаторов.**

**Цель:** Изучить порядок проведения осмотров силовых трансформаторов на подстанциях.

### Основные теоретические сведения

Эксплуатация силовых трансформаторов осуществляется в соответствии с требованиями «Правил технической эксплуатации», «Инструкции по эксплуатации силовых трансформаторов», утвержденной Главтехуправлением по эксплуатации энергосистем РФ.

Условные обозначения типов силовых трансформаторов:

- первая буква: Т – трансформатор;
- вторая буква – вид охлаждения: М - естественное, масляное; Д – дутьевое (принудительная циркуляция воздуха и естественная циркуляция масла); ДЦ – масляно-воздушное (принудительная циркуляция воды и масла);
- третья или четвертая буква: Т - трехобмоточный;

- четвертая или пятая буква: Н – с регулированием напряжения под нагрузкой.

Например: ТМТН-10000/110 - Трансформатор с естественным масляным охлаждением, трехобмоточный, с регулированием напряжения под нагрузкой, мощностью 10000 кВА, напряжение обмотки высокого напряжения – 110 кВ.

### **Режимы работы трансформаторов**

Номинальным режимом работы трансформаторов называется его работа при номинальных значениях напряжения, частоты тока, указанных заводом-изготовителем в паспорте трансформатора. Трансформатор может длительно работать в этом режиме.

Температура верхних слоев масла при нормальной нагрузке должна превышать +95°C в трансформаторах, имеющих естественное масляное (М) или дутьевое охлаждение (Д) и +75°C в трансформаторах, имеющих циркуляционное охлаждение с принудительной циркуляцией масла и воздуха (ДЦ). Превышение этих температур указывает на неисправность трансформатора.

Допускается повышение напряжения сверх номинального напряжения любого ответвления трансформатора и напряжения любой обмотки, не имеющей ответвлений:

- длительно, не более чем на 5% при нагрузке не более номинальной;
- длительно, не более чем на 10% при нагрузке не более 0,25% номинальной для всех трансформаторов;
- кратковременно (до 6 часов в сутки) на 10% при нагрузке не более номинальной.

В случае появления перегрузки трансформатора по току дежурный обязан сообщить диспетчеру и действовать по его указанию.

Работа трансформаторов, имеющих дутьевое охлаждение (Д) допускается с отключенным дутьем, если температура верхних слоев масла не превышает 55°C и нагрузка меньше номинальной.

Дутьевое охлаждение должно включаться автоматически при достижении температуры масла 55°C или при достижении номинальной нагрузки независимо от температуры масла. Дутье должно отключаться при снижении температуры масла до 50°C, если при этом ток нагрузки меньше номинального.

### **Техническое обслуживание**

Необходимо контролировать нагрузки трансформатора, температуру масла.

У трансформаторов, установленных в трансформаторных пунктах 2 раза в год (в период максимальных и минимальных нагрузок) должны измерять нагрузки токоизмерительными клещами и записывать показания температуры масла по термометрам. Одновременно нужно проверять равномерность нагрузки фаз трансформатора.

Трансформаторы без отключения должны осматриваться в следующие сроки:

- в установках с постоянным дежурным персоналом или с местным персоналом – 1 раз в сутки в дневное время и 1 раз в месяц в ночное время;
- в установках без постоянного дежурного персонала 1 раз в месяц, а в трансформаторах ПС 10/0,4 кВ – 1 раз в 6 месяцев.

Внеочередные осмотры производят при резком изменении температуры наружного воздуха и при каждом отключении трансформатора от действия токовой или дифференциальной защиты.

Трансформатор выводят из работы при обнаружении:

- 1) потрескивания внутри трансформатора и сильно неравномерного шума;
- 2) ненормального и постоянно возрастающего нагрева трансформаторов при нормальных нагрузке и охлаждении;
- 3) выброса масла из расширителя или разрыва диафрагмы выхлопной трубы;
- 4) течи масла с понижением уровня его ниже уровня масломерного стекла;
- 5) при необходимости немедленной замены масла по результатам лабораторных анализов. У трансформаторов мощностью 160 кВА и более масло подвергают непрерывной регенерации, осуществляемой в термосифонных фильтрах или путем периодического присоединения абсорбера.

При периодических осмотрах трансформаторов проверяется состояние:

- 1) фарфоровых изоляторов и покрышек вводов и установленных на трансформаторах разрядников (определяя наличие или отсутствие трещин, сколов фарфора, загрязнений, течи масла через уплотнения);
- 2) целость и исправность измерительных приборов (манометров в системе охлаждения и на герметичных вводах, термосигнализаторов и термометров), маслоуказателей, газовых реле, мембраны выхлопной трубы;
- 3) положение автоматических отсечных клапанов на трубе к расширителю;
- 4) состояние фланцевых соединений маслопроводов системы охлаждения, бака и всех других узлов (вводов, устройств РПН, термосифонных фильтров);
- 5) состояние индикаторного силикагеля в воздухоосушителях;
- 6) отсутствие течей масла и механических повреждений на трансформаторе и его узлах;
- 7) исправность действия системы охлаждения и нагрев трансформатора и реактора по показаниям приборов;
- 8) уровень масла в расширителе бака и расширителях вводов;
- 9) давление масла в герметичных вводах;
- 10) показания счетчика переключений у трансформаторов, снабженных устройством РПН;
- 11) отсутствие шума в трансформаторе.

О выявленных дефектах сообщить вышестоящему персоналу с записью в журнале дефектов.

Не реже 1 раза в 6 месяцев следует проверять исправность сигнализации прекращения циркуляции масла или остановок вентиляторов, а также включения резервного охладителя. С неисправной сигнализацией трансформаторов оставлять в работе не разрешается.

При резком снижении температуры окружающего воздуха или других резких изменениях погодных условий необходимо провести внеочередной осмотр трансформаторов и реакторов наружной установки, проверив уровень масла, состояние вводов, системы охлаждения.

Внеочередной осмотр обязателен также при появлении сигнала газовой защиты.

### **Техническое обслуживание РПН**

Устройство РПН должно постоянно находиться в работе. Его работа (число операций фиксируется счетчиком числа операций). Блок автоматического управления приводом должен быть постоянно введен в работу и выводиться из работы только по указанию диспетчера.

При выводе из работы блока автоматического управления устройства РПН перевести на дистанционное управление. При отказе схемы дистанционного управления устройство РПН необходимо перевести на местное управление (если оно имеется) и принять срочные меры по выявлению и устранению неисправности. Переключать устройство РПН с помощью рукоятки на трансформаторе, находящемся под напряжением, запрещается!

При застревании переключателя в промежуточном положении управления приводом перевести в режим «местное» из шкафа управления приводом при отсутствии повреждения устройства дать команду на завершение переключения. При неисправности привода сообщить диспетчеру и действовать по его указанию.

При каждом переключении трансформаторов мощностью более 6300 кВА напряжением 110...220 кВ проводить «прокрутку» переключателей ПБВ типа П-6 всех фаз по 10 раз в одну и другую сторону до конечного положения в целях очистки контакторов переключателей от окислов.

При выводе в ремонт силового трансформатора напряжением 110 кВ разъемы токовых и оперативных цепей не разъединять до отключения его со стороны 110 кВ

### **Указание мер безопасности**

Все работы на силовых трансформаторах производятся в соответствии с «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок».

Дренаж и маслоотводы от маслоприемных устройств следует очищать и проверять 2 раза в год: весной и осенью. Масло, стекающее из-под трансформаторов в процессе эксплуатации, собирать в дренажную систему и очищать с помощью отстойников.

Кабельные каналы около трансформаторов и реакторов наружной установки должны быть плотно закрыты и защищены от попадания масла, растекающего из-под трансформатора при его повреждении.

Гравийную подсыпку под трансформаторы необходимо содержать в чистоте, и при значительном замасливание она должна быть заменена.

При возникновении пожара запрещается сливать масло из трансформаторов и реакторов путем открывания сливного вентиля.

### **Ход работы**

- 1) Внимательно изучите инструкцию.
- 2) Ознакомьтесь с порядком проведения осмотров силовых трансформаторов.
- 3) Запишите в отчет порядок проведения осмотров силовых трансформаторов.
- 4) Ответьте на контрольные вопросы.

### **Контрольные вопросы**

- 1) Что называется номинальным режимом работы трансформатора?
- 2) Периодичность осмотров силовых трансформаторов.
- 3) Какие пределы не должна превышать температура верхних слоев масла при номинальной нагрузке трансформатора?
- 4) В каких случаях производится внеочередной осмотр трансформатора?
- 5) На сколько допускается повышение напряжения сверх номинального?
- 6) Когда трансформатор выводят из работы?

- 7) Перечислите меры безопасности при эксплуатации силового трансформатора.

### **Содержание отчета**

- 1) Номер, тема и цель работы.
- 2) Порядок проведения осмотров силовых трансформаторов.
- 3) Ответы на контрольные вопросы.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6**

**Тема: Составления бланка переключений на вывод трансформатора на подстанции**

**Цель:** Изучить порядок проведения оперативных переключений силовых трансформаторов на подстанциях.

### **Основные теоретические сведения**

Переключения на подстанциях, требующие соблюдения строгой последовательности оперативных действий, выполняются по бланкам переключений. Бланк переключений является единственным оперативным документом, которым персонал может пользоваться непосредственно на местах выполнения операции.

**Бланк переключений** (обычный) - это оперативный документ, в котором приводится строгая последовательность операций с коммутационными аппаратами, заземляющими разъединителями (ножами), цепями оперативного тока, устройствами релейной защиты, противоаварийной и режимной автоматики, операций по проверке отсутствия напряжения, наложению и снятию переносных заземлений, вывешиванию и снятию плакатов, а также необходимых (по условиям безопасности персонала и сохранности оборудования) проверочных операций.

**Типовой бланк переключений** - это оперативный документ, в котором указывается строгая последовательность операций при выполнении повторяющихся сложных переключений в электроустановках разных уровней управления или разных энергообъектов.

Наличие блокировочных устройств не может исключать применение бланков переключений, поскольку отсутствуют средства постоянного контроля исправности этих устройств.

В бланках переключений указываются операции с коммутационными аппаратами в главной схеме подстанции и цепями оперативного тока коммутационных аппаратов, операции по включению и отключению стационарных заземлителей, а также по наложению и снятию переносных заземлений, операции с отключающими устройствами, испытательными блоками, переключателями, рубильниками и т.д. в цепях релейной защиты и противоаварийной автоматики, операции по фазировке оборудования, операции с устройствами телемеханики и др.

Кроме того, в бланках переключений должны указываться и наиболее важные проверочные действия: проверки на месте положений выключателей, если за операциями с выключателями следуют операции с разъединителями; проверки положений выключателей КРУ перед каждым перемещением тележек в шкафах;

проверки отсутствия напряжения на токопроводящих частях перед включением стационарных заземлителей или перед наложением переносных заземлений.

Операции и проверочные действия, вносимые в бланки переключений, должны следовать в порядке очередности их выполнения. Для удобства учета выполнения операций (проверочных действий) каждая из них должна иметь порядковый номер.

На проведение сравнительно простых переключений (четыре-пять операций с коммутационными аппаратами и устройствами релейной защиты и автоматики, проводимых на одном присоединении) бланки составляются оперативным персоналом после получения распоряжения о переключении и записи его в оперативном журнале. Допускается также и заблаговременное составление бланков переключений в течение смены персоналом, который будет участвовать в переключении.

Составление бланков переключений обязывает персонал тщательно продумывать содержание оперативных распоряжений и намечать необходимую последовательность их выполнения.

В целях исключения ошибок персонала при составлении бланков переключений и экономии времени, затрачиваемого на их составление, в практике энергосистем нашли применение так называемые типовые бланки (или карты) переключений. Эти бланки заранее разрабатываются персоналом предприятий электрических сетей, как правило, на сложные переключения в главных схемах и вторичных устройствах. Отнесение переключений к числу сложных устанавливается руководством ПЭС.

Типовые бланки размножаются с помощью средств печати и выдаются оперативному персоналу в нескольких экземплярах для однократного использования каждого экземпляра бланка. По форме они могут выполняться в виде печатного текста или с помощью систем графических знаков (символов операций и действий), располагаемых в определенной последовательности. В последнем случае их называют картами переключений.

При составлении каждого типового бланка переключений исходят из конкретной (обычно нормальной) схемы подстанции. В нем указывается, для каких присоединений, какого задания, и при какой схеме подстанции он может быть применен. Поэтому перед началом переключений необходима, прежде всего, проверка пригодности типового бланка для ведения переключений в данных условиях. О проверке типового бланка переключений и правильности изложенных в нем операций и проверочных действий записывается в оперативном журнале после записи распоряжения диспетчера о переключении. В случае несоответствия схемы подстанции той схеме, для которой был составлен типовой бланк, переключения с его использованием не должны проводиться. Не допускается также внесение оперативным персоналом подстанции и ОВБ изменений и дополнений в типовые бланки. При необходимости изменения в типовой бланк могут быть внесены заблаговременно уполномоченным на то лицом, санкционирующим выполнение операций по типовому бланку в измененном виде.

Когда при пользовании типовым бланком переключений, где записаны все операции и действия персонала по заданию, на проведение очередной операции требуется получение распоряжения диспетчера (например, распоряжения на заземление отключаемой транзитной линии электропередачи), в типовом бланке перед записью этой очередной операции должна быть сделана отметка о ее выполнении по особому на то распоряжению диспетчера.

Если персонал приступил к выполнению оперативных действий по бланку переключений, и у него возникли сомнения в правильности проводимых операций, переключения следует прекратить, вернуться на щит управления и проверить по оперативной схеме последовательность операций и в случае необходимости получить соответствующее разъяснение диспетчера, отдавшего распоряжение о переключении.

Для проведения сложных переключений во время ликвидации аварий или для их предотвращения оперативному персоналу подстанций должно быть дано право пользоваться типовыми бланками переключений согласно общему установленному порядку выполнения переключений в нормальных условиях.

Пример заполнения бланка переключения в приложении Б.

### Ход работы

- 1) Внимательно изучите инструкцию.
- 2) Ознакомьтесь с порядком проведения оперативных переключений и составлением бланков переключений силовых трансформаторов.
- 3) Заполните бланк переключения на вывод силового трансформатора или трансформатора собственных нужд на подстанции согласно своему варианту, указанному в таблице 5.1, (Рисунки в приложении А).
- 4) Ответьте на контрольные вопросы.

Таблица 5.1 – Варианты заданий

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8
№ рисунка	1	1	1	1	2	2	2	2
Выводимое оборудование	T1	T2	TCH1	TCH2	T1	T2	TCH1	TCH2

### Контрольные вопросы

- 1) Что называется оперативными переключениями?
- 2) Перечислите виды оперативных переключений.
- 3) Что называется бланком переключения?
- 4) Какие операции указываются в бланках переключениях?
- 5) Что представляют типовые бланки переключения?

### Содержание отчета

- 1) Номер, тема и цель работы.
- 2) Заполненный бланк переключения.
- 3) Ответы на контрольные вопросы.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

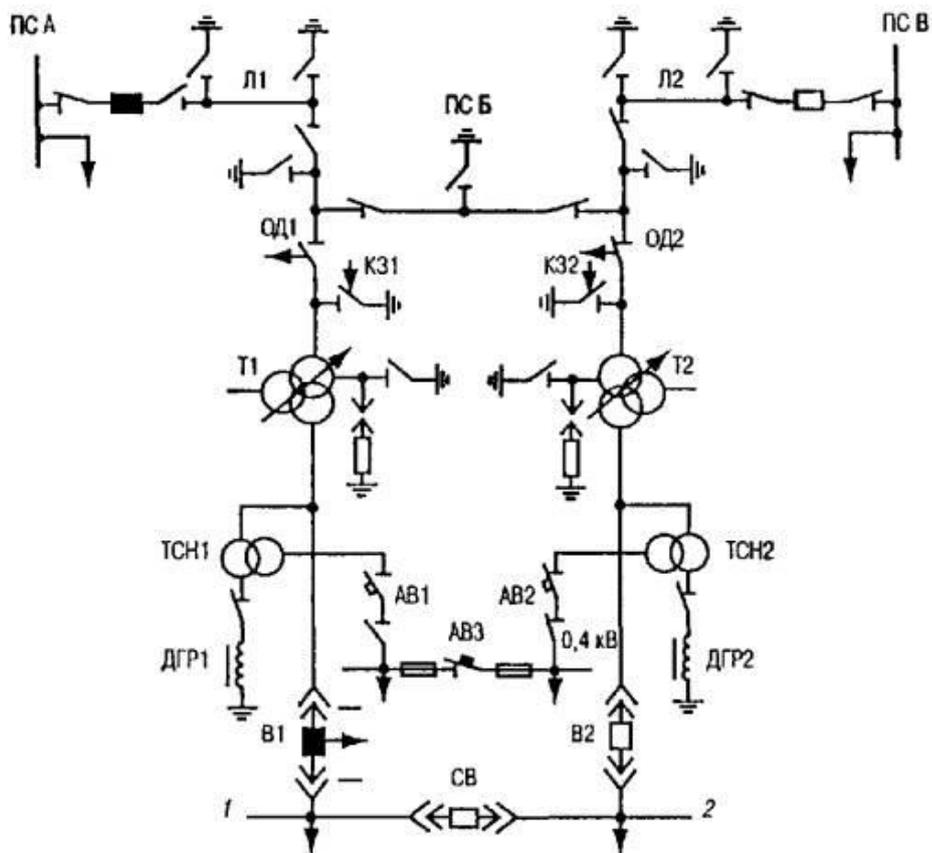


Рисунок 1

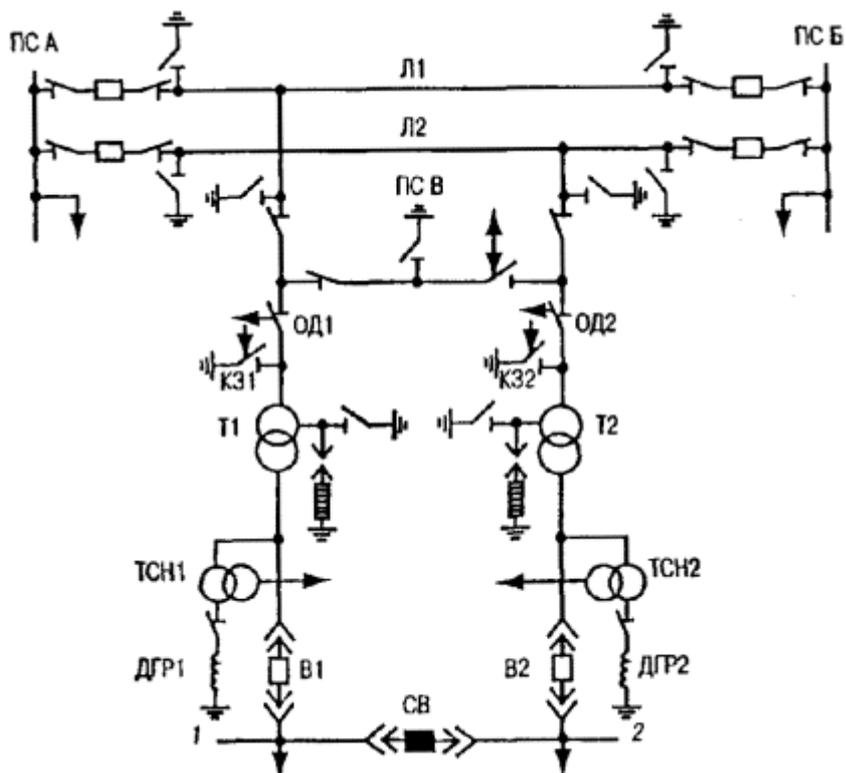


Рисунок 2

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Минэнерго РФ  
РЭУ

Форма №1  
/для электростанций и подстанций/  
заполняется чернилами или  
шариковой ручкой

БЛАНК ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ № 25

Электростанция  
подстанция

Начало 11 час. 44 мин

Задание Вывести в ремонт трансформатор Т1  
на пс 35/6 № 94

Последовательность производства операций при переключении

1. Снять с АПВ, отключить ВМ-6-Т1
2. Проверить отключенное положение ВМ-6-Т1
3. Снять с АПВ, отключить ВМ-35-Т1
4. Проверить отключенное положение ВМ-35-Т1
5. Отключить Р-ТСН-1
6. Включить ЗН-35-Т-1
7. Включить ЗН-6-Т-1

Бланк заполнил и переключение производит

Бланк проверил и переключение контролирует

\_\_\_\_\_   
подпись

\_\_\_\_\_   
подпись

(на оборотной стороне бланка писать запрещается)

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7**

**Тема: Изучение особенностей обслуживания газоразрядных источников света.**

**Цель:** Изучить особенности эксплуатации газоразрядных источников света

### **Основные теоретические сведения**

Отечественной электропромышленностью изготавливают следующие газоразрядные источники света с лампами: люминесцентные ртутные низкого давления; дуговые ртутные высокого давления (типа ДРЛ); ксеноновые (типа ДКсТ) высокого давления с воздушным охлаждением и сверхвысокого давления с водяным охлаждением; натриевые лампы высокого и низкого давления - наибольшее распространение получили первые два типа ламп.

Газоразрядные лампы имеют следующие основные особенности:

Световой коэффициент полезного действия (КПД) ламп накаливания находится в пределах 1,6...3 % и их световая отдача не превышает 20 лм/Вт потребляемой мощности для мощных ламп; она снижается до 7 лм/Вт для ламп мощностью до 60 Вт. Световой КПД люминесцентных ламп и ламп ДРЛ достигает 7 %, а световая отдача превышает 40 лм/Вт.

Люминесцентные лампы и лампы ДРЛ не могут непосредственно включаться в электрическую сеть, а включаются обязательно через пускорегулирующую аппаратуру (ПРА). Для зажигания люминесцентной лампы и особенно лампы ДРЛ требуется некоторое время (от 5 с до 3...10 мин).

Основным элементом пускорегулирующего аппарата обычно служит индуктивное сопротивление (реактор), ухудшающее коэффициент мощности; поэтому применяют конденсаторы, встраиваемые в современные пускорегулирующие аппараты.

Пускорегулирующая аппаратура вызывает дополнительные потери в электросетях и трансформаторах. Даже при равномерной нагрузке всех фаз люминесцентными лампами или лампами ДРЛ по нулевому проводу проходит значительный ток, из-за чего проводимость обычных нулевых проводов оказывается недостаточной и приходится принимать специальные меры.

Промышленность выпускает люминесцентные лампы общего назначения мощностью от 4 до 200 Вт. Лампы мощностью от 15 до 80 Вт выпускаются серийно в соответствии с ГОСТами. Остальные лампы изготавливают небольшими партиями по соответствующим техническим условиям.

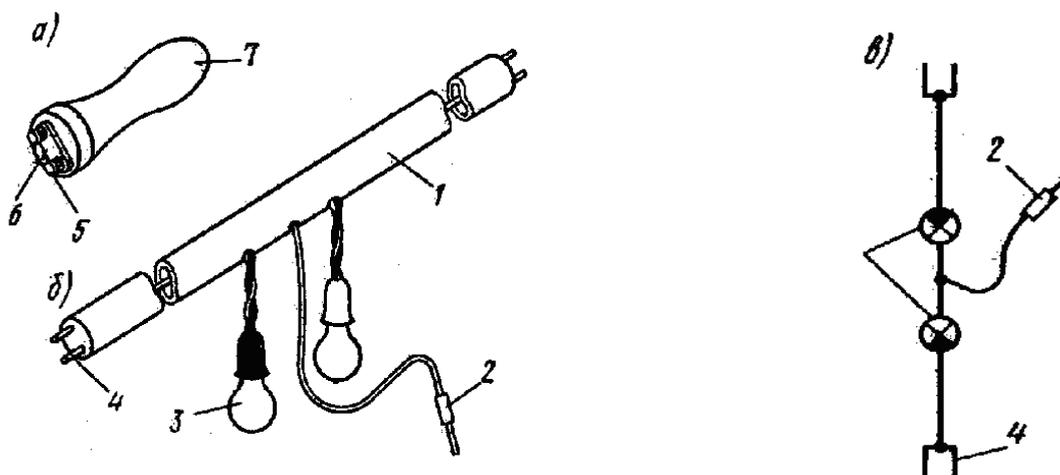
Одна из особенностей эксплуатации люминесцентного освещения состоит в том, что отыскать неисправность при этом виде освещения значительно трудней, чем при использовании ламп накаливания. Это объясняется тем, что наиболее распространенная схема включения люминесцентных ламп содержит стартер (зажигатель) и дроссель (балластное сопротивление). Схема включения люминесцентной лампы становится поэтому сложнее, чем схема включения лампы накаливания. Другой особенностью люминесцентного освещения является то, что для нормального зажигания и работы люминесцентной лампы напряжение сети не должно быть менее 95 % от номинального.

Поэтому при эксплуатации люминесцентных ламп необходимо внимательно следить за напряжением сети. Нормальный режим работы люминесцентной лампы обеспечивается при температуре 18...25 °С, при более низкой температуре люминесцентная лампа может не зажечься.

Осмотр люминесцентных ламп во время эксплуатации проводится чаще, чем это требуется при эксплуатации ламп накаливания. Их осмотр рекомендуется проводить ежедневно, а очистку от пыли и проверку исправности не реже одного раза в месяц. При эксплуатации люминесцентных ламп необходимо учитывать тот факт, что после окончания нормального срока службы люминесцентной лампы (около 5000 ч) она практически теряет свои параметры и подлежит замене.

Во время эксплуатации люминесцентная лампа иногда не зажигается. В этом случае необходимо проверить, имеется ли напряжение в электросети и нет ли обрывов в электропроводке или дефекта в лампе. Если наблюдается мигание лампы или свечение ее только на одном конце, то лампу заменяют. Если при работе люминесцентного освещения наблюдается шум, то проверяют прочность крепления балластного сопротивления. Если укрепление балластного сопротивления не приводит к прекращению шума, его надо заменить на новое.

Неисправность балластного сопротивления может иногда проявляться в том, что при включении люминесцентной лампы чернеют ее концы и перегорают спирали. В этом случае необходимо проверить соответствие напряжения лампы и балластного сопротивления номинальному напряжению питающей сети. При таком соответствии причиной может быть неисправность балластного сопротивления, которое следует заменить. Переносное испытательное устройство для проверки ламп показано на рисунке 9.1.



1- пластмассовая трубка; 2- щуп для проверки лампы; 3- контрольные лампы; 4 - штыри; 5 - замкнутые накоротко штыри; 6 - контактная панель; 7 - деревянная ручка ручного зажигателя

Рисунок 5.1 - Переносное испытательное устройство для проверки светильников с импульсным зажиганием: а - ручной зажигатель; б - испытатель; в - схема испытаний

В настоящее время в нефтяной, газовой и других отраслях народного хозяйства для освещения взрывоопасных зон и установок применяют комплектные осветительные устройства (КОУ) со щелевыми световодами.

Способ освещения помещений и установок с помощью щелевых световодов является принципиально новым; он представляет собой световые комплексы, поставляемые заводом и полностью укомплектованные всем необходимым для монтажа и эксплуатации (включая источники света, электротехнические блоки, содержащие пускорегулирующую аппаратуру (ПРА), зажигающие и предохраняющие элементы, монтажные узлы и др.) и собираемые у потребителя.

В осветительных устройствах, выпускаемых в настоящее время, в качестве источников света используются металлогалогенные зеркальные лампы ДРИЗ-700 и лампы-фары с металлогалогенными горелками ЛФМГ-400 и ЛФМГ-250 (для световодов диаметром 250 и 600 мм).

Ввиду того, что конструктивное исполнение камер для источников света и пускорегулирующих аппаратов (ПРА) исключает возможность установки их во взрывоопасных зонах, камеры с источниками света и электроаппараты размещают вне освещаемых взрывоопасных помещений.

Конструкция (КОУ) исключает возможность попадания искры в освещаемое помещение при повреждении элементов КОУ. Это требование обеспечивается надежной герметизацией переходного цилиндра в стене здания и герметизацией иллюминаторов в самом переходном цилиндре. Область применения КОУ определяется их преимуществами, основными из которых являются:

- большая протяженность светящей полосы с несимметричным в продольных плоскостях светораспределением, обеспечивающим высокую равномерность освещения;
- наличие холодных цилиндрических каналов без электрического потенциала щелевых световодов (ЩС);
- незначительное влияние окружающей среды на параметры в процессе эксплуатации благодаря особым аэродинамическим свойствам цилиндрических каналов, оптическая щель которых практически не загрязняется;
- концентрация нескольких газоразрядных ламп (для КОУ диаметром 600 мм) в одной точке обслуживания с возможностью их одновременного или отдельного включения;
- возможность изменения положения щели путем поворота ЩС вокруг оптической оси, а также любого расположения КОУ в пространстве (до вертикального с размещением камеры снизу или сверху).

КОУ позволяют обеспечить:

- создание высококачественного и безопасного освещения, прежде всего взрывоопасных и пожароопасных помещений;
- резкое сокращение количества используемых ламп и светильников, эксплуатационных расходов, протяженности и стоимости распределительной электрической сети и трудоемкости работ по монтажу осветительных установок;
- повышение надежности работы осветительных установок, благодаря возможности резервирования источников света; возможность снижения при проектировании значений коэффициентов запаса;
- резкое снижение затрат материалов и труда на изготовление КОУ по сравнению со светильниками для тяжелых условий среды;

- возможность использовать газоразрядные лампы высокой мощности, особенно при малой высоте помещений, когда для обеспечения небольших значений освещенности при высоком качестве освещения требуется применять большое количество светильников с лампами накаливания малой мощности (например, в метрополитене);
- высокую степень заводской готовности осветительных устройств, обеспечивающую максимальную индустриализацию электромонтажных работ;
- упрощение и сокращение электросетей.

Принципиальные преимущества КОУ позволяют на основании опыта эксплуатации получить значительный технико-экономический эффект.

### **Ход работы**

- 1) Внимательно изучить инструкцию.
- 2) Ознакомьтесь с особенностями эксплуатации газоразрядных источников света и запишите их в отчет.
- 3) Ознакомьтесь с особенностями эксплуатации комплектных осветительных устройств и запишите их в отчет.
- 4) Ответить на контрольные вопросы.

### **Контрольные вопросы**

- 1) Какими основными факторами определяется выбор источника света?
- 2) Какие источники света называют газоразрядными?
- 3) Перечислите газоразрядные источники света.
- 4) Какое положение ксеноновой лампы ДКсТ20000 считается рабочим?
- 5) Сроки осмотров люминесцентных ламп.
- 6) Что необходимо сделать, если во время эксплуатации люминесцентная лампа не зажигается?

### **Содержание отчета**

- 1) Номер, тема и цель работы.
- 2) Особенности эксплуатации газоразрядных источников света.
- 3) Особенности эксплуатации комплектных осветительных устройств.
- 4) Ответы на контрольные вопросы.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8**

**Тема: Изучение инструкции по эксплуатации масляных выключателей напряжением 6...220 кВ**

**Цель:** Изучить инструкцию по эксплуатации масляных выключателей напряжением 6...220 кВ

### **Основные теоретические сведения**

Выключатели предназначены для включения и отключения электрических цепей под нагрузкой и при коротких замыканиях. Для управления выключателями служат различные типы электромагнитных и пружинно-грузовых приводов. Масляные

выключатели по количеству содержащегося в них масла подразделяются на маломасляные и баковые.

### **Техническое обслуживание**

В процессе эксплуатации производится периодические и внеочередные осмотры. Периодические осмотры выключателей выполняются одновременно с осмотром всего оборудования подстанций. Внеочередные осмотры выполняются после каждого отключения выключателей коротких замыканий.

При периодических осмотрах выключателей дежурный обязан придерживаться нижеперечисленных правил.

Проверить отсутствие видимых трещин на фарфоровых изоляторах выключателей и их фланцах, отсутствие течей масла, следов выброса масла из предохранительных клапанов и газоотводов;

Проверить уровень масла в баках и вводах по масломерным стеклам. Уровень не должен выходить за пределы маслоуказателя при максимальных и минимальных значениях температуры окружающего воздуха. В случае значительного потемнения масла в стекле маслоуказателя доложить начальнику подстанции для выяснения причины порчи масла и его замены.

Если будет обнаружено отсутствие масла в масломерном стекле, такой выключатель следует считать аварийным, неспособным произвести отключение (причинами понижения уровня масла могут быть: измерение температуры наружного воздуха, выброс масла из бака при отключении больших токов КЗ в результате утечки масла из-за неплотности соединений и уплотнений).

Убедиться в отсутствии перегрева токоведущих контактов и ошиновки по изменению цвета металла и появлению цвета побежалости, по стационарным термоиндикаторам, а также по колебанию воздуха вокруг нагретых контактных соединений, отсутствие оплавлений.

Проверить целостность заземляющей проводки, соединяющей масляный выключатель с заземляющим контуром.

Обратить внимание на отсутствие шумов, потрескиваний и других ненормальных явлений.

Осмотреть привод МВ, нет ли на нем каких-либо видимых повреждений. Обратить внимание на соответствие стрелок указателей отключенного и включенного положения действительному положению выключателя в момент осмотра).

Обратить внимание на цвет силикагеля воздухосушительных фильтров вводов 110...220 кВ. Силикагель должен периодически 1 раз в 6 месяцев или при изменении цвета (побурение) заменяться.

В зимних условиях проверить исправность обогревательных устройств МВ, плотность закрытия дверей приводов, КРУН, клеммных шкафов.

Проверить нормальную работу сигнальных ламп и предохранителей в схеме сигнализации. Проверить соответствие положений ключей МВ действительному положению выключателей.

О всех выявленных дефектах сообщить вышестоящему персоналу и сделать запись в журнале дефектов. О каждом случае отключения выключателем коротких замыканий (КЗ) записать в «Журнале аварийных отключений» и сообщить вышестоящему персоналу.

После отключения выключателем КЗ производится внешний осмотр выключателя. В случае обнаружения дефектов, в том числе и изменения масла, сообщить вышестоящему персоналу и действовать по его указанию.

При понижении температуры окружающего воздуха до минус 25 °С включать электроподогрев баков выключателей.

Подогрев приводов выключателей включать при понижении температуры до  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ .

При подготовке баковых выключателей к работе в зимний период необходимо снять из баков скопившийся конденсат и шлам.

### Характерные неисправности масляных выключателей

Основные неисправности пружинно-грузовых приводов, их определение и устранение. (Привода типа УПП, ППМ-ТО, ПП-61к, ПП-67, ПП-67к) приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 - Характерные неисправности приводов

Неисправность	Причина	Устранение неисправности
Не заводится груз	Нет напряжения на двигателе	а) проверить включение положения автоматов цепей управления; б) установить ключ или накладку в положение «подъем груза»; в) проверить положение контактов БК и КСА путем применения тяг; г) проверить контакт между щетками и коллектором двигателя.
Двигатель работает, но груз не взводится	Зацеп не входит в зацепление с зубом для подъема груза (согнулся отражатель зацепа; зацеп заклинило на своей оси)	Проверить положение отражателя зацепа при подходе к зубу подъема груза; снять оперативный ток, груз поднять вручную.
Груз поднялся, а двигатель продолжает работать	Контакты подъема груза (БКГ) не разомкнулись планкой переключения	Снять оперативный ток вручную в тот момент, когда планка переключателя подойдет к удерживающей планке БКГ.
Масляный выключатель включился, но при подъеме груза отключается	Привод не становится на удерживающую защелку	а) при поднятом грузе снять оперативный ток, включить масляный выключатель и рукояткой довключить ВМ, т.е. привод поставить на удерживающую защелку; б) поднять включающие пружины
Масляный выключатель не включается ни дистанционно, ни от кнопки	Разрегурировалось удерживающее устройство груза	С помощью отвертки вывести с зацепления ролик удерживающего устройства.
Масляный выключатель не отключается ни дистанционно, ни от	а) загроблена отключающая планка; б) механизм отключения сработки нормально, а масляный	а) с помощью отвертки снять защелку с рычага вала привода; б) вывести с мертвой точки рычаг вертикальной тяги.

кнопки	выключатель не отключился из-за заедания вала привода или ВМ, или рычаг вертикальной тяги стоит близко у мертвой точки (неправильно отрегулирован угол)	
--------	---	--

### **Указания мер безопасности при обслуживании масляных выключателей**

Все работы в цепях масляных выключателей производить в строгом соответствии с Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок.

**ВНИМАНИЕ!** Корпуса маломасляных выключателей 6...10 кВ находятся под напряжением, и приближаться к ним на расстояние менее допустимых (0,7 м) без соответствующих защитных средств **запрещается**.

Огневые работы на масляных выключателях и их приводах производятся по наряду. Место проведения огневых работ необходимо обеспечить средствами пожаротушения (огнетушитель, ящик с песком, лопата и ведро с водой), очистить от сгораемых материалов в радиусе 5 м, защитить сгораемые конструкции сплошными перегородками высотой не менее 2,5 м из несгораемого материала.

При выполнении ремонтных работ и в процессе эксплуатации необходимо следить, чтобы гравийная подсыпка у выключателей, установленных на ОРУ, была не загрязнена и слипшаяся. Периодически необходимо взрыхлять подсыпку и удалять паромасляные пятна, чтобы они не были источником пожара. В случае пожара на выключателе горящее масло хорошо поглощалось бы подсыпкой, предотвращающей распространение очага пожара.

После окончания огневых работ их исполнитель обязан тщательно осмотреть место проведения этих работ, полить водой сгораемые конструкции и устранить нарушения, могущие привести к возникновению пожара.

Лица, занятые на огневых работах, в случае пожара или загорания обязаны немедленно вызвать пожарную часть и принять меры к ликвидации пожара имеющимися средствами пожаротушения.

### **Ход работы**

- 1) Внимательно изучите инструкцию.
- 2) Ознакомьтесь с порядком проведения осмотров и обслуживания масляных выключателей.
- 3) Запишите в отчет порядок проведения осмотров и технического обслуживания масляных выключателей.
- 4) Запишите основные неисправности пружинно-грузовых приводов, их определение и устранение.
- 5) Ответьте на контрольные вопросы.

### **Контрольные вопросы**

- 1) Назначение высоковольтных масляных выключателей.
- 2) Как подразделяются масляные выключатели по количеству масла?
- 3) Как определяют скоростные характеристики масляных выключателей?
- 4) Как определяют одновременность включения контактов масляных выключателей?
- 5) Перечислите достоинства и недостатки масляных выключателей.

### **Содержание отчета**

- 1) Номер, тема и цель работы.
- 2) Порядок проведения осмотров и технического обслуживания масляных выключателей.
- 3) Основные неисправности пружинно-грузовых приводов, их определение и устранение (таблица 7.1)
- 4) Ответы на контрольные вопросы.

## **ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 9**

### **Тема Выполнение регламентных работ технического обслуживания пускорегулирующей аппаратуры**

**Цель занятия:** Ознакомиться с регламентными работами технического обслуживания пускорегулирующей аппаратуры

#### **Основные теоретические сведения**

Имеются следующие виды повреждения пускорегулирующей аппаратуры: чрезмерный нагрев катушек пускателей, контакторов и автоматов; междувитковые замыкания и замыкания на корпус катушек, чрезмерный нагрев контактов, большой износ контактов, неудовлетворительная изоляция, механические неполадки.

Причинами опасного нагрева катушек переменного тока является заклинивание якоря электромагнита в его разомкнутом положении и низкое напряжение питания катушек. Магнитная катушка потребляет больший ток, чем при втянутом якоре и нормальном напряжении, вследствие чего она быстро перегревается и сгорает.

Причиной междувитковых замыканий является плохая намотка катушки, особенно если витки, прилегающие к фланцам каркаса катушки, соскальзывают в расположенные ниже слои, вследствие чего возникают относительно большие разности напряжений, повреждающие междувитковую изоляцию.

Междувитковые замыкания происходят главным образом в катушках переменного тока, так как у них междувитковые амплитудные напряжения больше, чем у катушек постоянного тока. К тому же они подвержены усиленным сотрясениям от вибрирующего стального каркаса.

Замыкание на корпус происходит в случае неплотной посадки бескаркасной катушки на железном сердечнике: возникающие в системе вибрации приводят к перетиранию изоляции катушки и ее отводов, вследствие чего происходит замыкание на заземленный стальной корпус аппарата.

На нагрев контактов влияют токовая нагрузка, давление на них, размеры и раствор контактов, а также условия охлаждения и окисление их поверхности, механические дефекты в контактной системе. При сильном нагреве контактов повышается температура соседних частей аппарата и, как следствие, разрушается изоляционный материал.

При неблагоприятных условиях гашения электрической дуги контакты окисляются. На их соприкасающихся поверхностях образуется плохо проводящий слой.

При применении для смазки окисляющихся жиров они отшлаковываются, поэтому контакты только слегка смазывают бескислотными вазелинами, которые наносят тончайшим слоем. Здесь справедливо правило: лучше вообще без смазки, чем слишком обильная или плохая смазка.

Применяемые в наружных установках для смазки контактов консистентные жиры не должны содержать известкового (кальциевого) мыла, так как на холоде появляются выделения, приводящие к заеданиям и другим неполадкам.

Независимо от размеров поверхности, отводящей тепло, давление на щеточные контакты должно составлять 25-30 г/а, а для кулачковых при токе до 300 а — 15-25 г/а.

Износ контактов зависит от силы тока, напряжения и продолжительности горения электрической дуги между контактами, частоты и продолжительности включений, качества и твердости материала. Установлено, что в пределах твердости 30—90° по Бринеллю, интенсивность обгорания резко убывает, а при более высокой твердости снижается незначительно, поэтому упрочнять материал контактов свыше указанного предела нецелесообразно.

На степень обгорания влияет форма и размер контактов. При слишком большой ширине контактов (более 30 мм) боковая составляющая тока и магнитное поле в контакте сильно увеличиваются, электрическая дуга «вторгается» в стенку дугогасительной камеры и остается в этом положении, разрушая контакты и стенки камеры.

Неисправность изоляции проявляется в виде образования на ее поверхности путей токов утечки (пробой изоляции очень редки), поэтому необходимо защищать ее от скопления грязи и пыли. Большая часть всех неисправностей вызывается увлажнением изоляции и ее нарушением во время строительно-монтажных работ и транспортировки.

Механические неполадки в аппаратах возникают в результате образования ржавчины, механических поломок осей, пружин, подшипников и других конструктивных элементов. Механические неполадки, вызванные износом или усталостными явлениями, вызываются плохой смазкой подвижных частей, скапливанием влаги, применением в конструкциях, работающих на удар, материалов либо очень хрупких, либо мягких.

#### **Ход занятия:**

- 1) Внимательно изучите теоретический материал.
- 2) Составьте таблицу: виды неисправностей ПРА, возможные причины, способы устранения:

№ п/п	Виды неисправностей ПРА	Возможные причины	Способы устранения	Примечания
1				
2				
3				
4				

3) Законспектировать таблицу: Регламент технического обслуживания ИТП:  
[http://www.flagman-psn.ru/upload/reglament\\_obslyzhvaniya\\_itp.pdf](http://www.flagman-psn.ru/upload/reglament_obslyzhvaniya_itp.pdf)

## **ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 10**

**Тема: Выполнение типовых операций ТО электрических машин**

**Цель:** Ознакомиться с типовыми операциями технического обслуживания электрических машин

### **Основные теоретические сведения**

В промышленности широко применяются асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым и фазным роторами.

При техническом обслуживании часто возникает необходимость определения и устранения причин неисправностей электрических машин. Если после установления причины неисправность нельзя устранить при техническом обслуживании из-за сложности и необходимости применения специального оборудования, определяют, какому виду ремонта подлежит электрическая машина (текущему или капитальному).

**Очистка.** Очищают корпус электрической машины от пыли, обдувая поверхность сжатым воздухом от компрессора. Давление воздуха должно быть не более 0,2 МПа (2 атм). Загрязнения удаляют сухим обтирочным материалом, а следы масла - обтирочным материалом, смоченным в уайт-спирите или бензине. Обмотки электрических машин, к которым имеется доступ, обдувают сжатым воздухом давлением не более 0,2 МПа (2 атм).

**Осмотр.** Осматривают электрическую машину, убеждаются в отсутствии механических повреждений корпуса, подшипниковых щитов, кожухов, коробки выводов и других деталей. Проворачивая ротор или якорь вручную (если позволяет конструкция), убеждаются в отсутствии задеваний подвижных частей за неподвижные. Проверка крепления. Ключами проверяют затяжку болтов и гаек крепления электрической машины к рабочей машине, раме или к фундаменту, а так же затяжку болтов крепления подшипниковых щитов. Ослабленные болты и гайки подтягивают.

**Проверка состояния заземления.** Осматривают заземляющую шину или провод и их крепление к электрической машине. Ключами проверяют степень затяжки контакта между корпусом и шиной (проводом) заземления. Контакты со следами коррозии протирают, контактные поверхности зачищают до металлического блеска шлифовальной шкуркой или напильником с мелкой насечкой, смазывают техническим вазелином, собирают и затягивают. Осматривают место соединения заземляющих шины или провода с опорной конструкцией, на которой установлена электрическая машина. Если соединение выполнено сваркой, сварочный шов слегка простукивают молотком. При обнаружении трещин на место соединения накладывают дополнительный сварной шов. У электродвигателей, расположенных на движущихся частях рабочей машины, омметром проверяют, нет ли обрыва заземляющей жилы кабеля. У сварочных трансформаторов проверяют контакты заземления вторичной обмотки.

**Сопротивление изоляции обмоток.** При измерении провод, идущий от обмотки электродвигателя, присоединяют к клемме мегомметра "Линия", а вторую клемму мегомметром соединяют с заземленными частями установки (измерение на прямой полярности). Если в электродвигателе установлен датчик контроля технического состояния, дополнительно измеряют сопротивление изоляции на обратной полярности, когда провод от электродвигателя присоединяют к клемме мегомметра "Земля", а клемму с надписью "Линия" - к заземленным частям установки. Сопротивление изоляции по сравнению с данными измерений при предыдущем ТО не должно снижаться больше, чем в 2->-3 раза. Снижение сопротивления изоляции свидетельствует о развитии дефектов в изоляции. Сопротивление изоляции электродвигателей, имеющих датчик контроля технического состояния, измеренное на прямой и обратной полярностях, должно быть одинаковым. Если сопротивление изоляции на обратной полярности меньше в 1,5 и более раз по сравнению с сопротивлением на прямой полярности, подшипники электродвигателя износились и требуют ремонта.

### **Ход занятия**

- 1) Внимательно изучите теоретический материал.
- 2) Составьте таблицу: основные операции ТО электрических машин, порядок их выполнения:

№ п/п	Основные операции ТО электрических машин	Порядок выполнения ТО	Примечания
1			
2			
3			
4			

- 3) Законспектировать п.5.1. справочника ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ: [internet.-law.ru>stroyka/doc/46204](http://internet.-law.ru>stroyka/doc/46204) или [http://ohranatruda.ru/ot\\_biblio/normativ/data\\_normativ/46/46204/index.php#i942616](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/46/46204/index.php#i942616) (п.10.1 справочник А.И. Ящура СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ОБЩЕПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ)

## **ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 11**

**Тема: Выполнение ТО оборудования распределительных устройств**

**Цель:** Ознакомиться с типовыми операциями технического обслуживания распределительных устройств напряжением до 1000 В.

### **Основные теоретические сведения**

## **Техническое обслуживание РУ напряжением до 1000 В**

Широкое распространение в настоящее время получили РУ, выполненные из щитов одностороннего обслуживания Щ070. В номенклатуре Щ070 имеются линейные, вводные, секционные, специальные и комбинированные панели. Стыковочные стороны панелей одинаковы. При комплектации панелей в щит свободные торцы его закрывают.

Кроме панелей Щ070 применяют панели собственных нужд ПСН, силовые пункты с предохранителями СП и СПУ, распределительные пункты с автоматическими выключателями серии ПР-21 и ПР-9000, шкафы с автоматами «Электрон», силовые шкафы ШС, релейные шкафы ШР и др. Для осветительных установок специально изготавливают вводные шкафы ШВ, вводно-распределительные устройства ВРУ, щитки с установочными автоматами СУ-9400 и различные групповые и этажные щитки. Набор аппаратуры панелей и шкафов разнообразен и отображен в стандартных сетках схем заполнения.

Осмотр РУ напряжения до 1000 В осуществляют не реже 1 раза в 3 месяца или в сроки, предусмотренные местной инструкцией. При техническом обслуживании осматривают и очищают РУ от грязи и пыли, проверяют соответствия фактических условий работы аппаратов их номинальным техническим параметрам.

Для очистки аппаратов от грязи снимают кожух или крышку и сдувают пыль сжатым воздухом. Копоть и масляные пятна удаляют обтирочным материалом, смоченным уайт-спиритом или бензином.

У металлических корпусов и кожухов аппаратов места заземления осматривают и проверяют затяжку болтов или гаек.

Проверяют также крепления контактных соединений в аппаратах. Контакты, имеющие цвета побежалости, окисление или потемнение, разбирают, зачищают до металлического блеска шлифовальной шкуркой или надфилем, собирают и затягивают. Осматривают контактные поверхности ножей и губок рубильников. Несколькими включениями и выключениями ножей удаляют следы окислов с контактных поверхностей. Места подгорания, наплывы и брызги металла зачищают напильником с мелкой насечкой. Проверяют вхождение ножей в губки. Ножи должны входить одновременно, без перекосов, на полную ширину хода. Перекос ножей устраняют затягиванием болтов крепления. Щупом 0,05 мм проверяют степень соприкосновения ножей с губками. Щуп должен входить не более чем на 1/2 контактной поверхности.

Если прилегание неплотное, то его устраняют подгибанием губки или заменой контактной пружины. При наличии у рубильников специальных ножей проверяют состояние их пружин. Поврежденные пружины заменяют.

Осматривают изоляцию проводов силовых цепей и вторичной коммутации аппаратов. Участки проводов, имеющие повреждения, изолируют изоляционной лентой. При повреждении медной токопроводящей жилы провода заменяют новыми или спаивают припоем ПОС-30 или ПОС-40, при повреждении алюминиевой жилы провода заменяют новыми.

Детали уплотнения аппаратов осматривают, поврежденные заменяют новыми.

Магнитный пускатель включают вручную, убеждаются в свободном ходе подвижной системы, наличии контакта между подвижными и неподвижными контактами, отсутствии переносов контактной системы, исправности контактных пружин. Пружины, потерявшие упругие свойства или имеющие повреждения, заменяют.

Несколько раз включают и отключают автоматический выключатель вручную. Скорость включения и выключения выключателя не должна зависеть от скорости движения рукоятки или кнопок. Шарнирные механизмы смазывают маслом для приборов.

Установочные автоматы после каждого отключения ими тока короткого замыкания осматривают при снятой крышке, не ожидая очередного осмотра. Крышку максимального расцепителя без необходимости снимать не следует. В расцепителе нельзя переставлять регулировочные винты, подгибать или подпиливать биметаллические элементы и т. п. При обычных условиях выключатель следует осматривать со съемом крышки 1 раз в 6 мес.

При осмотре дугогасительных камер магнитных пускателей и автоматических выключателей удаляют обтирочным материалом, смоченным в уайт-спирите или бензине, копоть. Брызги металла на деионных решетках счищают надфилем.

Измеряют толщину металлокерамического слоя контактов. При толщине металлокерамического слоя менее 0,5 мм контакты заменяют.

Осматривают катушку магнитного пускателя, убеждаются в отсутствии повреждений внешнего покрытия обмотки, а также подтеканий покровного лака в результате перегрева. Проверяют плотность посадки катушки на сердечник.

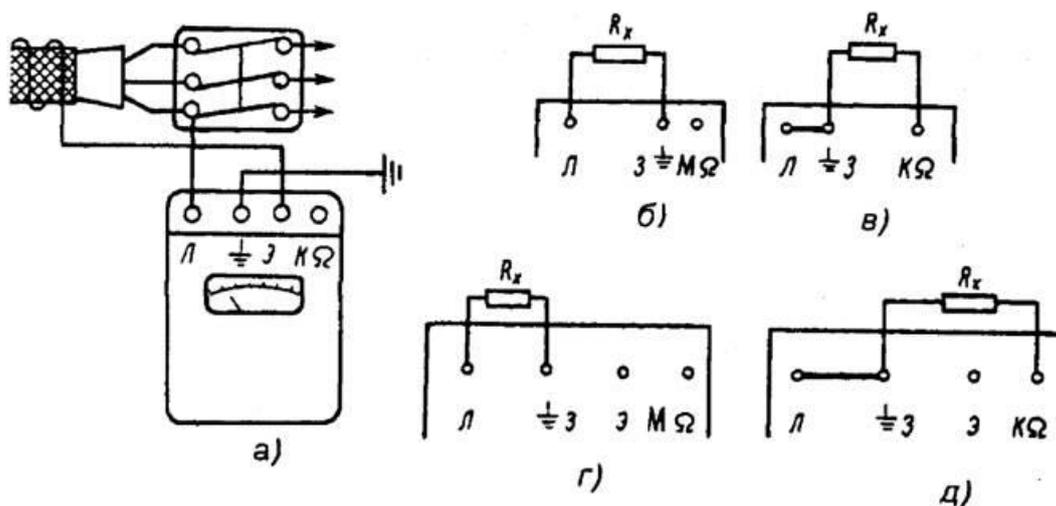


Рисунок 10.1 - Схемы измерения изоляции мегаомметрами: а - включение мегаомметра М4100/5; б - М4100/1-4 на пределе «МЛ»; в - 4100/1-4 на пределе «КЛ»; г - М4100/5 на пределе «МП»; д- М4100/5 на пределе «КЛ».

Проверяют состояние магнитной системы и короткозамкнутого витка. Контактные поверхности магнитопровода очищают обтирочным материалом. Коррозию на других поверхностях магнитопровода удаляют шлифовальной шкуркой и покрывают лаком воздушной сушки. Осматривают нагревательный элемент. При короблении, выгорании металла или замыкании витков элемент подлежит замене. Биметаллическую пластину заменяют при деформации и обгорании. После замены нагревательного элемента или биметаллической пластины реле подключают к прибору или схеме, позволяющим плавно регулировать значение испытательного тока.

Далее осматривают изоляционные детали магнитных пускателей автоматических выключателей, пакетных выключателей и переключателей рубильников. Убеждаются

в отсутствии сколов и трещин. У рубильников следы подгорания или перекрытия дугой на изоляционных панелях зачищают шлифовальной шкуркой и покрывают слоем бакелитового лака или клея БФ-2.

Сопrotивление изоляции электроустановок РУ измеряют мегаомметром в установленные сроки и вне очереди, если обнаружены дефекты. Измерения производят по секциям или участкам сети, разделенным двумя смежными предохранителями; за последним предохранителем, предварительно удалив из него плавкую вставку; между фазой и землей, а также между двумя фазовыми проводами.

При измерении в силовых цепях отключают электроприемники, аппараты, приборы, в осветительных — вывинчивают лампы, а штепсельные розетки, выключатели и групповые щитки оставляют присоединенными.

Перед измерением сопротивления электроустановки разряжают, т. е. касаются поочередно заземленным проводом каждой фазы, исключая возможность поражения работающих остаточным емкостным зарядом.

Таковую же разрядку делают после измерения.

Мегаомметры изготовляют на 500, 1000 и 2500 В. У прибора три зажима: З (земля), Э (экран), Л (линия). Для повышения точности измерения на изоляцию при необходимости накладывают электрод- экран и присоединяют его к зажиму Э.

### Ход занятия

1 Внимательно изучите теоретический материал.

2 Составить таблицу: основные операции ТО РУ напряжением до 1000 В, порядок их выполнения:

№ п/п	Основные операции ТО РУ	Порядок выполнения ТО РУ	Примечания
1			
2			
3			
4			

3 Составить конспект ТО КРУ по материалам:  
<http://domremstroy.ru/elektro/provodka80.html>

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 12

**Тема:** Выполнение работ ТО измерительных трансформаторов тока и напряжения.

**Цель:** Ознакомиться с типовыми операциями технического обслуживания измерительных трансформаторов тока и напряжения.

### Основные теоретические сведения

Техническое обслуживание измерительных трансформаторов тока и напряжения.

## **Трансформаторы тока (ТТ)**

У трансформаторов тока, находящихся в эксплуатации, проверяют: наличие закороток на свободных концах вторичных обмоток, исправность изолирующих элементов, надежность присоединения шин РУ к выводам первичных обмоток, сохранность токопроводящего слоя графитовой краски (54% графита, 32% лака, 14% бензина), состояние изоляции вторичной обмотки, уровень масла (в маслонаполненных трансформаторах). Трансформаторы тока с пониженной изоляцией подвергают сушке первичным током при короткозамкнутой вторичной обмотке или вторичным током при короткозамкнутой первичной обмотке.

В процессе эксплуатации трансформаторов тока производят систематическую проверку сопротивления изоляции вторичных цепей (вторичных обмоток трансформатора тока, токовых катушек реле, контакторов и приводов, токовых цепей контрольно-измерительных приборов и др.). Сопротивление изоляции вторичных цепей, измеренное мегаомметром на 1000 В, должно быть не менее 1 МОм для каждого присоединения. Вторичные цепи испытывают приложением в течение 1 мин напряжения переменного тока 2 кВ или же одномоментным испытанием изоляции мегаомметром на 2500 В. Периодичность испытаний повышенным напряжением 1 раз в 3 года, а измерения сопротивления изоляции — в сроки, определяемые местными инструкциями.

Не реже 1 раза в год проверяют масло эксплуатируемых трансформаторов тока сокращенным анализом и испытанием электрической прочности: масло должно отвечать нормам, а его пробивное напряжение (испытанное в стандартном разряднике) должно быть у трансформаторов тока на номинальное напряжение 35 кВ не менее 30кВ. У находящихся в эксплуатации трансформаторов тока должны быть заземлены все металлические части, связанные со вторичной обмоткой (кожух, фланцы, основание, цоколь, тележка и т. п.), а также один из выводов вторичной обмотки, если это допустимо по условиям работы схемы релейной защиты. Работы, связанные с переключениями в цепях вторичных обмоток, а также с размыканием этих цепей, - следует производить только после отключения трансформаторов тока от сети. Выполнение указанных операций без отключения трансформаторов тока допускается только в цепях, снабженных специальными, зажимами для закорачивания.

Во время эксплуатации и после аварии или длительного пребывания в отключенном состоянии проводятся внеплановые осмотры в соответствии с ПТЭ, «Правилами технической безопасности» (ПТБ) и заводскими инструкциями.

Трансформаторы тока и напряжения осматривают одновременно со всем остальным оборудованием, при этом обращают внимание на состояние контактных соединений, особенно первичной обмотки трансформаторов тока с шинами распределительного устройства, а также корпуса бака, литой изоляции, на отсутствие течи масла у маслонаполненных аппаратов через армировочные швы и прокладки. Уровень масла в этих трансформаторах должен соответствовать контрольной черте при указанной температуре. На поверхности изоляторов и в местах крепления фланцев не должно быть сколов и трещин. Проникновение воды в трещины армировки и ее замерзание приводят к дальнейшему разрушению армировки. При появлении трещин в фарфоровом корпусе изоляции возможна утечка масла. Обращают внимание на чистоту поверхности и наличие следов перекрытия изоляторов, цвет силикагеля во влагоосушительных фильтрах, отсутствие разрядов и треска в трансформаторах.

Шкафы вторичных цепей, в которых хранятся запасные предохранители, должны быть плотно закрыты.

Работа трансформаторов тока с разомкнутой вторичной цепью не допускается, так как напряжение на зажимах вторичной обмотки становится очень высоким, что опасно для персонала и изоляции трансформаторов, поэтому их выводы должны быть зашунтированы.

При осмотрах измерительных трансформаторов запрещается проводить какие-либо работы. При их эксплуатации в сроки, устанавливаемые системой планово-предупредительного ремонта, но не реже одного раза в 3 года определяют сопротивление изоляции первичных и вторичных обмоток и тангенс угла диэлектрических потерь, проводят испытание изоляции повышенным напряжением промышленной частоты и испытание трансформаторного масла.

Сопротивление изоляции первичных обмоток трансформаторов напряжением выше 1 кВ измеряют мегаомметром на 2500 В, а вторичных обмоток — на 500—1000 В. Сопротивление вторичных обмоток вместе с подсоединенными к ним цепями должно быть не ниже 1 МОм.

Тангенс угла диэлектрических потерь  $\text{tg}\delta$  измеряют у трансформаторов 35 кВ и выше, а также у трансформаторов тока всех напряжений с основной изоляцией, выполненной из бумаги, бакелита или битуминозных материалов.

Испытание изоляции первичных обмоток измерительных трансформаторов повышенным напряжением допускается проводить совместно с ошиновкой. В этом случае испытательное напряжение устанавливается по нормам для электрооборудования с самым низким уровнем. Испытание трансформаторов тока, соединенных с силовыми кабелями 6—10 кВ, проводят без расшиновки (вместе с кабелями) по нормам, принятым для силовых кабелей.

Трансформаторное масло испытывают только у измерительных трансформаторов 35 кВ и выше. Правила технической эксплуатации допускают полную замену масла, если оно не удовлетворяет нормам при профилактических испытаниях изоляции.

### **Трансформаторы напряжения**

Техническое обслуживание трансформаторов напряжения и их вторичных цепей осуществляется персоналом и заключается в надзоре за работой самих трансформаторов напряжения и контроле за исправностью цепей вторичного напряжения.

Надзор за работой трансформаторов напряжения производится во время осмотров оборудования. При этом обращают внимание на общее состояние трансформатора напряжения, наличия в них масла, отсутствие разрядов и треска внутри трансформатора напряжения, отсутствие следов перекрытий по поверхности изоляторов и фарфоровых покрышек, степень загрязнения изоляторов, отсутствие трещин и сколов изоляции, а также состояние армировочных швов. При обнаружении трещин в фарфоре, трансформаторы напряжения должны быть отключены и подвергнуты детальному осмотру и испытанию.

Трансформаторы напряжения на 6...35 кВ с небольшим объемом масла не имеют расширителей и маслоуказателей. Масло в них не доливают до крышки на 20...30 мм. Образовавшееся пространство над поверхностью масла выполняет роль расширителя.

Обнаружение следов вытекания масла из таких трансформаторов напряжения, требует срочного вывода их из работы, проверки уровня масла и устранения течи.

В процессе эксплуатации необходимо следить за тем, чтобы плавкие вставки предохранителей были правильно выбраны. Надежность действия предохранителей обеспечивается в том случае, если номинальный ток плавкой вставки меньше в 3...4 раза тока короткого замыкания в наиболее удаленной точке от трансформаторов напряжения вторичных цепей.

На щитах управления необходимо систематически контролировать наличие напряжения от трансформаторов напряжения по вольтметрам и сигнальным устройствам(табло, сигнальные лампы, звонок).

В случае исчезновения вторичного напряжения из-за перегорания предохранителей низкого напряжения, их следует заменить, а отключившиеся автоматы – включить.

### Ход занятия

1 Внимательно изучите теоретический материал.

2 Составить таблицу: основные операции ТО измерительных трансформаторов тока, порядок их выполнения:

№ п/п	Основные операции ТО ТТ	Порядок выполнения ТО ТТ	примечания
1			
2			
3			
4			

3 Составить таблицу: основные операции ТО измерительных трансформаторов напряжения , порядок их выполнения:

№ п/п	Основные операции ТО ТН	Порядок выполнения ТО ТН	примечания
1			
2			
3			
4			

3.Подобрать картинки ТТ и ТН по ссылке:

[https://yandex.ru/images/search?img\\_url=http%3A%2F%2Fwww.oborudunion.ru%2F12525497%2Fimages%2Fphotocat%2F60x60%2F999870707.jpg&text=Выполнение%20технического%20обслуживания%20%20измерительных%20трансформаторов%20тока%20и%20напряжения&redircnt=1445654533.1&noreask=1&pos=10&rpt=simage&lr=80&family=yes](https://yandex.ru/images/search?img_url=http%3A%2F%2Fwww.oborudunion.ru%2F12525497%2Fimages%2Fphotocat%2F60x60%2F999870707.jpg&text=Выполнение%20технического%20обслуживания%20%20измерительных%20трансформаторов%20тока%20и%20напряжения&redircnt=1445654533.1&noreask=1&pos=10&rpt=simage&lr=80&family=yes)

## **ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 13**

**Тема: Обслуживание вводов ТП: осмотр маслonaполненных вводов; проверка изоляции вводов; проверка качества трансформаторного масла.**

**Цель:** Ознакомиться с типовыми операциями обслуживания трансформаторных подстанций.

### **Основные теоретические сведения**

Осмотр и техническое обслуживание трансформаторных подстанций ТП

Все виды ТП должны проходить регулярный осмотр в процессе эксплуатации и обслуживания. Техническое обслуживание электрооборудования трансформаторных подстанций (ТП) может производиться только подготовленным техническим персоналом. До начала работ устанавливается годность по состоянию здоровья. Все работники, производящие обслуживание подстанций, в обязательном порядке проходят медицинскую комиссию, инструктаж и экзамен на знание норм при приеме на работу. По результатам проверки знаний работнику присваивается группа допуска по безопасности, которая заносится в удостоверение. Удостоверение должно всегда находиться у работника с собой. Медицинское обследование проводится с периодичностью раз в два года, а экзамен на знание правил технической эксплуатации и правил техники безопасности каждый год. При фиксировании любых нарушений правил ПТЭ, ПТБ производится внеплановая проверка. Техника безопасности в ТП написана жизнями людей!

К единоличному осмотру ТП допускается обслуживающий административно-технический персонал с группой 5 и оперативный персонал с группой 4. Для мачтовых ТП возможен осмотр персонала с группой 3. Во время такого осмотра нельзя заходить за ограду и попадать в камеры высоковольтных распределительных устройств от 6 кВ. Все действия должны выполняться с границ камеры и до ограды. Для входа внутрь камеры требуется присутствие другого работника с группой 3 и выше. До токоведущих частей при этом должно оставаться расстояние не менее семидесяти сантиметров. Типы ТП диктуют способ проведения осмотра. Для комплектных подстанций КТП осмотр возможен только через открытые дверцы, а для мачтовых МТП только с земли без подъема наверх. Любые работы в процессе осмотра ТП запрещены!

Согласно требований нормативных документов (в частности ПТЭЭП- Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей), организации, имеющие на своём балансе трансформаторные подстанции (ТП) обязаны организовать их обслуживание собственным персоналом, либо привлечь для обслуживания стороннюю специализированную организацию.

Обслуживающий персонал должен быть аттестован в Ростехнадзоре с группой допуска не ниже V, иметь удостоверения соответствующего образца и ежегодно проходить переаттестацию. В случае отсутствия специально обученного и аттестованного персонала, балансодержатель обязан заключить договор на обслуживание со специализированной организацией.

Требование распространяется на все организации независимо от форм собственности и организационно-правовой структуры. В связи с тем, что его нарушение приводит к ситуациям, опасным для жизни человека, соответствующие статьи были введены в Кодекс об административных правонарушениях, а, не так давно, и в Уголовный кодекс РФ.

Техническое обслуживание силовых трансформаторных подстанций осуществляется в соответствии с современными требованиями, предъявляемыми к электроустановкам. При этом, в обслуживание включается любое оборудование, которое может использоваться в ТП: высоковольтные трансформаторы, высоковольтные ячейки, установки компенсации реактивной мощности, низковольтные распределительные щиты, источники бесперебойного питания, дизельные генераторные установки и т.д. В процессе обслуживания, при необходимости, выполняются ремонт и замена, вышедшего из строя оборудования.

В течение всего срока технического обслуживания проводятся периодические проверки состояния всех критически важных характеристик ТП, выполняются замеры электротехнических параметров оборудования, кабельных линий, системы заземления и заземлителей, проводятся испытания и анализ используемых материалов: керамических изоляторов, трансформаторного масла, средств индивидуальной защиты и проч.

Обобщённо среди прочих выполняются следующие работы:

- визуальный осмотр
- дистанционный контроль температурных режимов оборудования ТП
- проверка состояния болтовых и сварных соединений
- проверка состояния керамических изоляторов
- контроль состояния контура заземления ТП и заземлителей
- замеры сопротивления изоляции оборудования ТП и силовых кабельных линий
- прогрузка автоматических выключателей
- замеры петли «фаза-ноль» и тока КЗ
- замеры активного, реактивного сопротивлений
- замеры активной, реактивной мощностей
- испытания повышенным напряжением оборудования ТП и силовых кабельных линий
- проверка срабатывания систем автоматического ввода резервного питания (при их наличии)
- проверка установок оборудования релейной защиты и автоматики
- проверка и испытание средств индивидуальной защиты
- анализ и испытание трансформаторного масла
- проверка состояния строительной части ТП

#### **Работы по обслуживанию масляных трансформаторов**

- анализ трансформаторного масла
- долив, либо замена масла, в трансформаторы и масляные выключатели
- протяжка болтовых соединений
- испытания повышенным напряжением обмоток трансформатора
- измерение сопротивления обмоток силового трансформатора
- измерение коэффициента трансформации трансформаторов

- подготовка полного комплекта документации, технического отчёта по результатам измерений
- другие виды работ на высоковольтной части

### **Работы по обслуживанию сухих трансформаторов**

- визуальный осмотр изоляции обмотки и концевых адаптеров
- визуальный осмотр на повреждение выводов трансформатора
- проверка нажимных болтов обмотки
- проверка болтов стяжки магнитной системы
- контроль напряжения на входной и выходной сторонах обмотки
- контроль токов на входной и выходной сторонах обмоток
- проверка соответствия рабочих токов и напряжения техническим характеристикам трансформатора
- проверка высоковольтных ячеек по установленной схеме
- проверка трансформатора на повышенные шумы
- измерение коэффициента трансформации
- измерение сопротивления обмоток трансформатора
- измерение сопротивления изоляции обмоток трансформатора

### **Ход занятия**

1 Внимательно изучите теоретический материал.

2 Составить таблицу: основные операции по осмотру и техническое обслуживание трансформаторных подстанций ТП, порядок их выполнения:

№ п/п	Объекты осмотра	Порядок выполнения ТО оборудования ТП	Примечания
1			
2			
3			
4			

3 Составить конспект по ссылке: <http://www.refsr.ru/referat-22632-11.html>