

**Жичкин Сергей Владимирович  
Ильин Александр Иванович  
Ползиков Михаил Николаевич**

**Методические указания  
к лабораторным работам по курсу  
“Эксплуатация систем электроснабжения”**

**Министерство общего и профессионального образования РФ  
Новомосковский институт  
Российского химико-технологического университета  
им. Д.И.Менделеева**

**Подписано в печать . Формат 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага  
типографская. Отпечатано на ризографе. Усл.печ.л. 1,46, уч-  
изд.л. 1,17. Тираж 100, заказ**

**Новомосковский институт Российского химико-технологического  
университета им. Д.И.Менделеева**

**Адрес института: 301670, Новомосковск, Тульской обл.,  
ул.Дружбы, 8.**

**Методические указания  
к лабораторным работам по курсу  
“Эксплуатация систем электроснабжения”**

**Новомосковск 2012**

Составители: С.В.Жичкин, А.И.Ильин, М.Н.Ползиков

УДК-621.318  
ББК-31.27-05  
Ж-149

Методические указания к лабораторным работам по курсу  
“Эксплуатация систем электроснабжения”/ НИ РХТУ; Сост.:  
С.В.Жичкин, А.И.Ильин, М.Н.Ползиков. Новомосковск, 2012. 24  
с.

Данные методические указания содержат теоретические сведения по выполнению оперативных переключений в электроустановках и профилактическим испытаниям трансформаторов напряжения, а также порядок выполнения лабораторных работ.

Методические указания предназначены для студентов всех форм обучения специальности 140211 65 “Электроснабжение”.

Табл. 5. Ил. 6. Библиогр. 5 назв.

Рецензенты: канд.техн.наук, доц. Ошурков М.Г., зам. нач. электроцеха НАК “Азот” Рисберг Ю.Р.

©Новомосковский институт Российского химико-технологического университета им. Д.И.Менделеева, 2012.

## Оглавление

Введение	3
Лабораторная работа №1 “Профилактические испытания трансформаторов напряжения”	4
1. Теоретические сведения	4
2. Порядок выполнения лабораторной работы	8
3. Контрольные вопросы	10
Лабораторная работа №2 “Выполнение оперативных переключений в электроустановках”	11
1. Теоретические положения	11
2. Порядок работы с программой оперативных переключений “PERECL”	16
3. Варианты заданий к работе	19
4. Порядок выполнения работы	21
5. Контрольные вопросы	21

## Библиографический список

1. Правила эксплуатации электроустановок потребителей/М-во топлива и энергетики РФ, РАО “ЕЭС России”: 5-е изд, перераб. и доп.- М.: Энергоатомиздат, 1997.- 280 с.
2. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации/М-во топлива и энергетики РФ, РАО “ЕЭС России”: 15-е изд, перераб. и доп.- М.:СПО ОРГРЭС, 1996.- 274 с.
3. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок/М-во топлива и энергетики РФ, РАО “ЕЭС России”: 4-е изд, перераб. и доп.- М.: Энергоатомиздат, 1994.- 144 с.
4. Правила устройства электроустановок/Минэнерго СССР. 6-е изд., перераб. и доп.- М.:Энергоатомиздат, 1985.- 640 с.
5. Федоров А.А., Попов Ю.П. Эксплуатация электрооборудования промышленных предприятий. Учебное пособие для вузов. М.: Энергоатомиздат, 1986.- 280 с.

## Введение

Данные методические указания предназначены для выполнения лабораторных работ и по курсу “Эксплуатация систем электроснабжения”.

В лабораторной работе “Профилактические испытания трансформаторов напряжения” студентами изучаются объем, нормы и периодичность испытаний трансформаторов напряжения. Работа выполняется с наиболее распространенными типами трансформаторов напряжения.

В лабораторной работе “Выполнение оперативных переключений в электроустановках” студенты изучают порядок выполнения и требования техники безопасности при проведении оперативных переключений. Работа выполняется с помощью персонального компьютера, позволяющего имитировать процесс выполнения оперативных переключений. После выполнения переключений программа проверяет правильность выполненных действий.

Перед выполнением работ необходимо оформить протокол с необходимыми данными и таблицами для записи результатов.

## Лабораторная работа №1

### Профилактические испытания трансформаторов напряжения

Продолжительность работы 4 часа  
Самостоятельная подготовка 3 часа

Цель работы: получение студентами практических навыков и теоретических знаний для проведения профилактические испытания трансформаторов напряжения

#### 1. Теоретические сведения

##### 1.1. Общие положения

Трансформаторы напряжения предназначены для преобразования напряжения выше 1 кВ в напряжение, удобное для измерения и подключения устройств релейной защиты и автоматики. Они отделяют вторичные цепи от высшего напряжения первичной обмотки. Напряжение вторичной обмотки равно обычно 100;  $100/\sqrt{3}$  или  $100/3$  В.

Трансформаторы напряжения делятся на однофазные и трёхфазные, сухие и масляные. Однофазные трансформаторы изготавливаются на любые напряжения, трёхфазные – до 10 кВ. Сухие трансформаторы применяют в установках до 6 кВ (НОС-0,5, НОСК-6 и НТС-0,5). При напряжениях 6 кВ и выше используют масляные трансформаторы однофазные (НОМ-10 и НОМ-35 – двухобмоточные; ЗОМ-20 и ЗОМ-35 – трёхобмоточные) и трёхфазные (НТМИ-10 – трёхобмоточный).

Режим работы трансформаторов напряжения близок к режиму ХХ, поэтому условия его работы существенно отличаются от условий работы силовых трансформаторов. Вследствие этого повреждаемость трансформаторов напряжения относительно мала. В эксплуатации наиболее частыми повреждениями являются витковые замыкания в обмотках первичного и вторичного напряжений, замыкания изоляции в магнитопроводе. Для предупреждения этих

#### 4. Порядок выполнения работы

Для допуска к работе в протоколе необходимо иметь:

- 1) цель работы;
- 2) схему подстанции с соответствующим своему варианту положением коммутационной аппаратуры;
- 3) порядок выполнения оперативных переключений.

Для выполнения работы необходимо:

- 1) загрузить программу оперативных переключений;
- 2) загрузить схему, соответствующую своему варианту;
- 3) произвести переключения для выполнения задания;
- 4) после проверки преподавателем правильности выполненных переключений создать бланк переключений и распечатать его на принтере;
- 5) выйти из программы оперативных переключений;
- 6) сделать вывод по работе.

#### 5. Контрольные вопросы

1. Кто имеет право выполнять оперативные переключения?
2. Назовите технические мероприятия, выполняемые при оперативных переключениях.
3. В каких случаях допускается производить отключения разъединителями?
4. Когда и где вывешиваются запрещающие плакаты?
5. Когда и где вывешиваются предупреждающие плакаты?
6. Когда и где вывешиваются разрешающие плакаты?
7. Каким образом проводится проверка отсутствия напряжения на токоведущих частях?
8. Кто имеет право проводить проверку отсутствия напряжения?
9. Расскажите порядок наложения заземлений.
10. Расскажите последовательность выполнения технических мероприятий при вводе электроустановки в работу после ремонта.

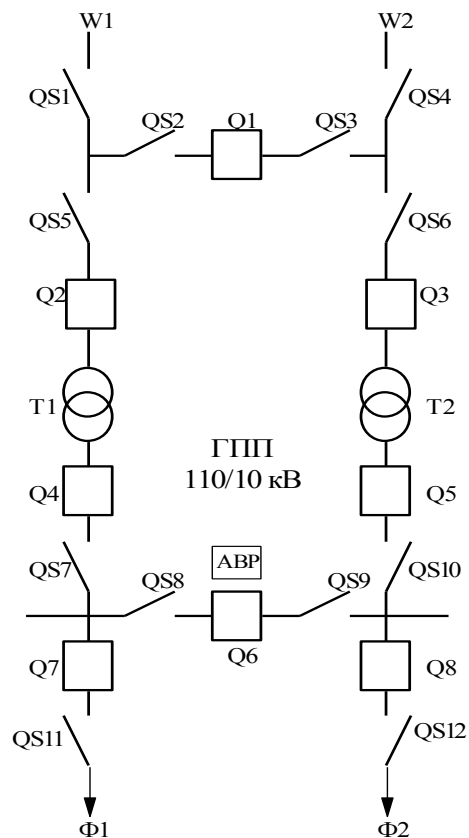


Рис.3.1. Схема ГПП

Исходные  
данные для

лабораторной работы

Таблица 3.1

№ вар.	Имя файла со схемой	Задание
1	shema1.shm	Вывести в ремонт трансформатор Т2
2	shema2.shm	Вывести в ремонт выключатель Q3
3	shema3.shm	Вывести в ремонт выключатель Q5
4	shema4.shm	Вывести в ремонт фидер Φ2
5	shema5.shm	Вывести в ремонт выключатель Q6
6	shema6.shm	Вывести в ремонт II секцию шин
7	shema7.shm	Вывести в ремонт выключатель Q1

повреждений регулярно осматривают и проводят профилактику трансформаторов напряжения.

Периодичность осмотров и профилактических испытаний определяет ответственный за электрохозяйство.

При осмотре трансформаторов напряжения, их вторичных цепей обращают внимание на уровень масла и отсутствие его течи, состояние фарфоровых изоляторов (отсутствие загрязненности, следов перекрытия поверхности изоляторов, трещин сколов), а также исправность армировочных швов. В случае выявления указанных повреждений трансформатор напряжения выводят в ремонт.

Исправность вторичных цепей проверяют по контрольным и сигнальным приборам. Обращают внимание также на состояние аппаратов защиты вторичных цепей и блокировок.

При эксплуатации трансформаторов напряжения, а также их ремонте согласно ПТЭ и ПТБ проводят профилактические испытания, измерения и проверку параметров, целью которых является своевременное выявление отклонений в работе трансформаторов, могущих привести к их выходу из строя.

## 1.2. Объем и нормы испытаний трансформаторов напряжения

1) Измерение сопротивления изоляции (К, М)\*

Перед измерениями необходимо протереть поверхность вводов трансформатора. Если измерения производят во влажную погоду, рекомендуется применять экраны. Измерение сопротивления изоляции первичных обмоток проводится мегомметром 2500 В, вторичных обмоток мегомметром 1000 В с верхним пределом измерения не ниже 10000 МОм.

Для снятия возможного емкостного заряда перед началом измерения все обмотки должны быть заземлены не

\*К, М - испытания соответственно при капитальном, текущем ремонте и межремонтные испытания.

менее чем на 5 мин и не менее чем на 2 мин между отдельными измерениями.

Значения сопротивлений изоляции для обмоток трансформаторов напряжения должны быть не менее значений, приведенных в табл. 1.1.

Допустимые сопротивления изоляции обмоток трансформаторов напряжения

Таблица 1.1

Класс напряжения, кВ	Допустимые сопротивления, МОм, не менее	
	Основная изоляция	Вторичные обмотки
3-35	100	50
110-500	300	50

### 2) Испытания трансформаторного масла (М)


Производится у измерительных трансформаторов 35 кВ и выше. Из измерительных трансформаторов ниже 35 кВ проба масла не отбирается и допускается полная замена масла при браковочных результатах профилактических испытаний изоляции.

Предельно допустимые величины показателей качества масла

Таблица 1.2

№	Показатели качества	Допустимая величина
1	Минимальное пробивное напряжение, кВ	20
	до 15 кВ	
	15-35 кВ	
	60-150 кВ	
	220-500 кВ	
2	750 кВ	55
	Кислотное число, мг КОН на 1 г масла	0,25
3	Температура вспышки, °С	125


### 3) Определение группы соединения обмоток (К)

наложения заземления надо нажать на кнопку  и указать место заземления.


Вывешивание запрещающих плакатов “НЕ ВКЛЮЧАТЬ Работают люди” может осуществляться на все виды выключателей, разъединители и отделители, а плакатов “Работать здесь” на трансформаторы, генераторы, кабельные линии, выключатели и разъединители. Запрещающие плакаты

обозначены в программе , разрешающие - .

После производства переключений необходимо проконтролировать правильность выполнения действий. Для

этого надо нажать на кнопку .

Для создания типового бланка переключений надо после выполнения всех необходимых действий нажать на кнопку

создания бланка , при этом можно выбрать способ его создания: прямой вывод на принтер для распечатки или сохранение в файле.

Чтобы вернуться в режим коммутации аппаратов из режимов заземления, проверки напряжения, вывешивания плакатов необходимо щелкнуть левой клавишей мыши на соответствующей этим действиям кнопке.

## 3. Варианты заданий к работе

В соответствии с номером бригады в журнале по таблице 3.1 выбрать имя файла со схемой и задание. Исходное состояние схемы подстанции: Q6 отключен, остальные аппараты включены, АВР включено.

если была допущена ошибка то выводится сообщение об ошибке и автоматически отменяется неправильное действие. После того как будет сделано последнее действие программа сообщает о том, что все необходимые действия выполнены и обучение завершено.

Возврат в режим контроля осуществляется нажатием клавиши F3.

В программе предусмотрено моделирование характерных для оперативных переключений операций, таких как:

- согласование действий с диспетчером;
- действия с коммутирующей аппаратурой;
- проверка отсутствия напряжения;
- наложение защитного заземления;
- вывешивание запрещающих и разрешающих плакатов.

Согласование действий с диспетчером производится нажатием на изображение телефона на схеме электроснабжения



Причем если телефон изображен со стороны системы, действия согласуются с диспетчером системы, если со стороны потребителей - с дежурным потребителем.

Коммутация аппаратов производится путем нажатия на соответствующий аппарат. Принято следующее условное обозначение: белый цвет аппарата - “включено”, черный - “отключено”.

Проверка отсутствия напряжения должна проводиться на элементах которые будут заземлены и должна проводиться непосредственно перед заземлением. Она осуществляется на следующих элементах: разъемное соединение (выкатные выключатели в шкафах КРУ), неразборное соединение (ответвления, пересечения, точки), кабельные линии. Эти же элементы могут заземляться.

Для выполнения проверки отсутствия напряжения



необходимо нажать на кнопку и затем указать на схеме место, где проверяется отсутствие напряжения. Для

После ремонта трёхфазных трансформаторов напряжения проверяют группы соединения по схеме рис.1.1. На зажимы АВ обмотки высшего напряжения импульсами подают постоянный ток от батареи напряжением 2-4 В. На зажимах обмотки низшего напряжения поочередно определяют знак наведенного импульса по гальванометру или магнитоэлектрическому милливольтметру. Зажим плюс прибора подключают к зажиму, обозначенному первым (табл.1.3). При включении источника отмечают отклонение стрелки прибора – отклонение её вправо соответствует знаку плюс, влево – минус. Знаки отклонений записывают. Аналогично проводят опыты на зажимах ВС и СА. Группу соединений трансформатора определяют на основании сравнения результатов опыта с данными табл.

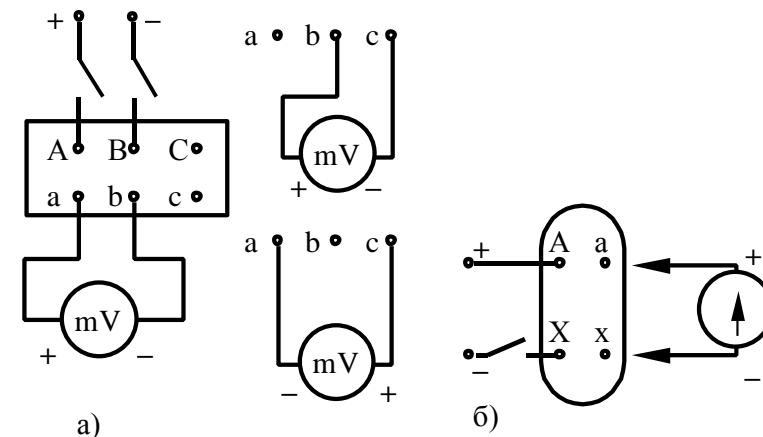


Рис.1.1. Схемы для определения группы соединения по методу импульсов постоянного тока для трёхфазных (а) и однофазных трансформаторов напряжения (б)

Определение группы соединения обмоток трансформаторов напряжения

Таблица 1.3

Напряжение приложено к зажимам	Знак отклонения прибора, подключённого к зажимам								
	ab	bc	ca	ab	bc	ca	ab	bc	ca
	для группы 12			для группы 8			для группы 4		
AB	+	-	-	-	+	-	-	-	-
BC	-	+	-	-	-	+	+	-	-
CA	-	-	+	+	-	-	-	+	-
	для группы 11			для группы 7			для группы 3		
AB	+	0	-	-	+	0	0	-	+
BC	-	+	0	0	-	+	+	0	-
CA	0	-	+	+	0	-	-	+	0
	для группы 10			для группы 6			для группы 2		
AB	+	+	-	-	+	+	+	0	+
BC	-	+	+	+	-	+	+	+	-
CA	+	-	+	+	+	-	-	+	+
	для группы 9			для группы 5			для группы 1		
AB	0	+	-	-	0	+	+	-	0
BC	-	0	+	+	-	0	0	+	-
CA	+	-	0	0	+	-	-	0	+

#### 4) Тепловизионный контроль (М)

Измеряются температуры нагрева на поверхности фарфоровых крышек. Значения температуры, измеренные в одинаковых зонах крышек трех фаз, не должны отличаться между собой более чем на  $0,3^{\circ}\text{C}$ .

## 2. Порядок выполнения лабораторной работы

### 1. Измерение сопротивления изоляции обмоток

- собрать схему, приведённую на рис.2.1(а);
- мегаомметром измерить сопротивление изоляции между первичной обмоткой и баком;
- собрать схему, приведённую на рис.2.1(б);

Для выполнения оперативных переключений необходимо нажать кнопку “Переключения”. Далее в режиме контроля переключений надо загрузить схему. Пример экрана с загруженной схемой показан на рис. 2.1.

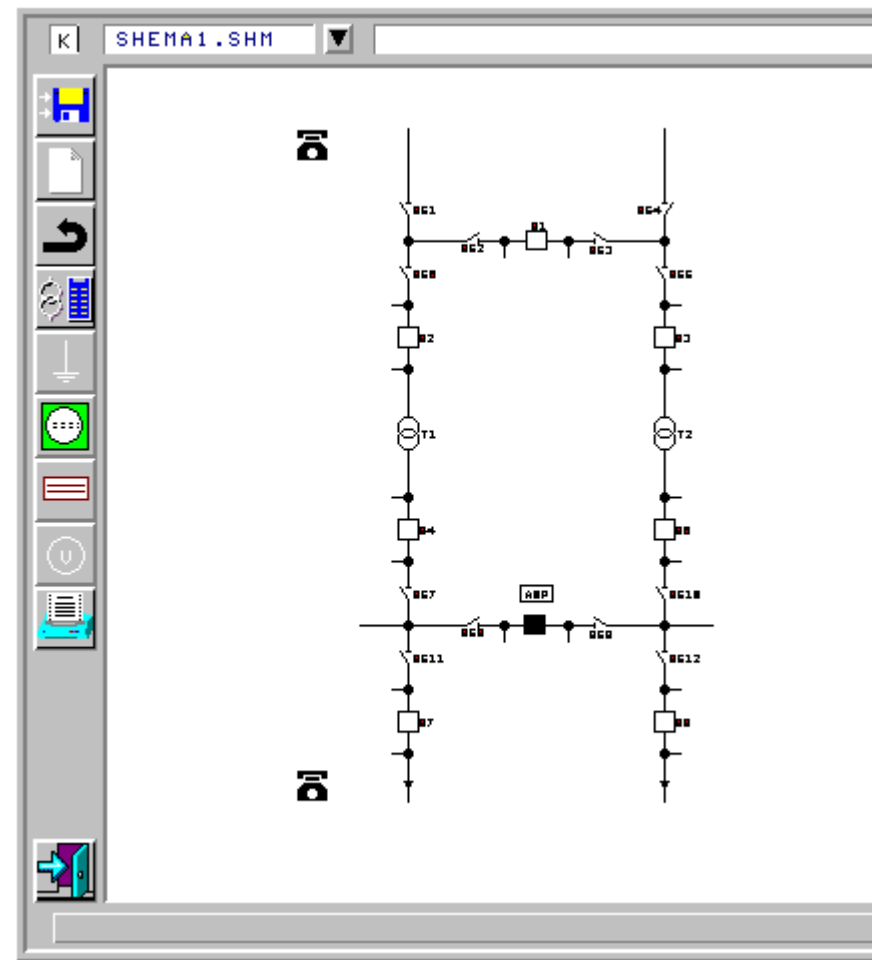


Рис. 1.2. Фрагмент окна выполнения оперативных переключений

При нажатии клавиши F2 программа переходит в режим обучения, т.е. после каждого выполненного действия производится автоматическая проверка его правильности и



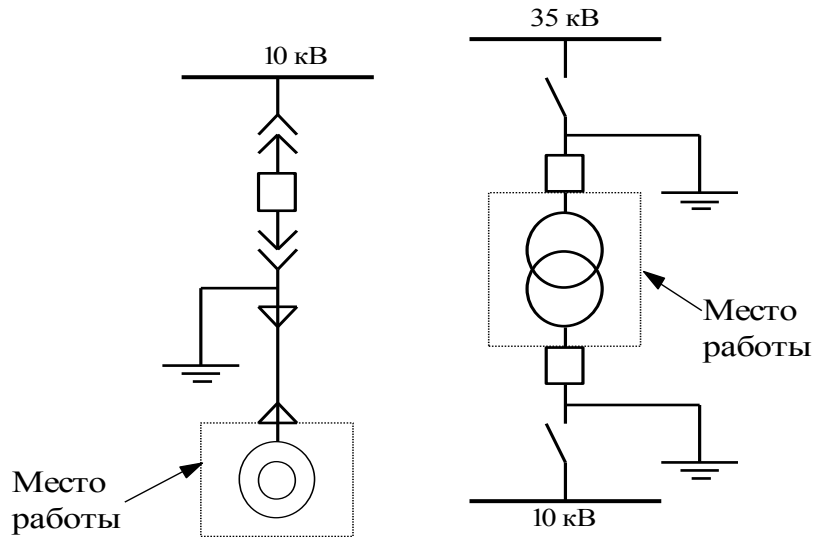


Рис.1.1. Заземление при работе на электродвигателе

Рис.1.2. Заземление при работе на силовом трансформаторе

Наложение и снятие переносных заземлений, включение и отключение заземляющих ножей должно отражаться на оперативной схеме, в оперативном журнале и в наряде.

## 2. Порядок работы с программой оперативных переключений “PERECL”

Программа представлена в виде исполняемого файла типа ‘exe’ и ряда дополнительных файлов. В ней используется удобный графический интерфейс, с помощью которого осуществляется диалоговый режим работы программы и пользователя.

Основное окно, появляющееся при входе в программу, позволяет выбрать необходимый вид работы: редактирование схем, выполнение оперативных переключений, редактирование вопросов для тестирования, тестирование.

г) мегомметром измерить сопротивление изоляции между вторичной обмоткой и баком;

д) сравнить полученные значения с допустимыми (табл.1.1)

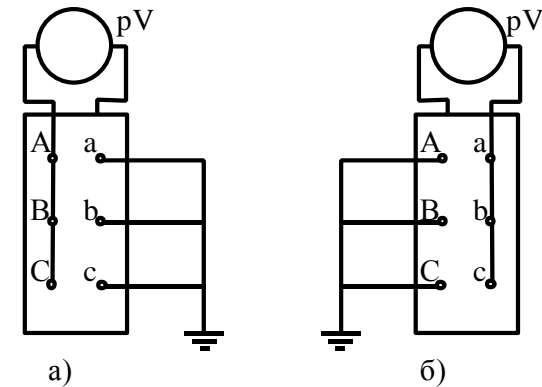


Рис.2.1. Схемы измерения сопротивления изоляции: а) между первичной обмоткой и баком; б) между вторичной обмоткой и баком.

### 2. Испытания трансформаторного масла:

Предельно допустимые величины показателей качества масла приведены в табл.1.2.

### 3. Определение группы соединения обмоток:

а) собрать схему, представленную на рис.1.1;

б) на обмотку АВ высшего напряжения подать постоянное напряжение порядка 2-4 В;

в) снять показания гальванометра и занести их в табл.2.1;

Результаты определения группы соединения обмоток трансформатора напряжения

Таблица 2.1

Напряжение приложено к зажимам	Знак отклонения прибора, подключённого к зажимам		
	ab	bc	ca
AB			
BC			
CA			

г) повторить пункты а)-в) для фаз BC и CA;

д) определить группу соединения трансформатора напряжения по табл.1.3

4. По полученным результатам сделать вывод о возможности включения трансформатора напряжения в работу

### 3. Контрольные вопросы

1. Назначение трансформаторов напряжения.
2. Классификация и основные типы трансформаторов напряжения.
3. В чём особенность режима работы трансформаторов напряжения в сравнении с силовыми трансформаторами и трансформаторами тока?
4. В каких случаях и для чего проводят профилактические испытания?
5. На что обращают внимание при внешнем осмотре трансформатора напряжения?
6. Перечень профилактических испытаний трансформаторов напряжения.
7. Каковы допустимые сопротивления изоляции трансформаторов напряжения?
8. Каковы допустимые показатели качества масла у трансформаторов напряжения?
9. Что определяет группа соединения трансформатора напряжения?

отсутствие напряжения допускается проверять тщательным прослеживанием схемы в натуре. В этом случае отсутствие напряжения на отходящей линии подтверждается оперативным персоналом или диспетчером.

Если при проверке схемы будет замечено коронирование на ошиновке или оборудовании, свидетельствующее о наличии на них напряжения, или будут замечены искры между контактами линейного разъединителя при его отключении, свидетельствующие о наличии напряжения на линии, то схему нужно проверить повторно, а свои замечания о состоянии линии сообщить оперативному персоналу или диспетчеру.

Проверять отсутствие напряжения в электроустановках подстанций и в РУ разрешается лицу из оперативного персонала с группой по электробезопасности не ниже IV в электроустановках напряжением выше 1000 В и с группой III - в установках до 1000 В.

### 1.5. Заземление токоведущих частей

Накладывать заземления на токоведущие части необходимо непосредственно после проверки отсутствия напряжения. Переносные заземления сначала нужно присоединить к земле, а затем наложить на токоведущие части. Снимать их следует в обратной последовательности.

Операции по наложению и снятию переносных заземлений выполняются в диэлектрических перчатках с применением в электроустановках напряжением выше 1000 В изолирующей штанги.

Заземление дополнительно накладывается в тех случаях, когда токоведущие части могут оказаться под наведенным напряжением.

Наложение заземлений не требуется при работе на электрооборудовании, если от него со всех сторон отсоединены шины, провода и кабели. При этом фазы кабеля должны быть закорочены и заземлены.

коммутационной аппаратуре напряжением до 1000 В, должны быть вывешены запрещающие плакаты “Не включать. Работают люди”.

У разъединителей, управляемых оперативной штангой, плакаты вывешиваются на ограждениях, а у разъединителей с полюсным приводом - на приводе каждого полюса.

На клапанах, закрывающих доступ воздуха в пневматические приводы разъединителей, вывешивается запрещающий плакат “Не открывать. Работают люди”.

На временных ограждениях должны быть укреплены предупреждающие плакаты “Стой. Напряжение”.

На стационарных лестницах и конструкциях, по которым разрешено подниматься, должен быть вывешен разрешающий плакат “Влезать здесь”.

В электроустановках на всех подготовленных рабочих местах после наложения заземления и ограждения рабочего места должен быть вывешен разрешающий плакат “Работать здесь”.

Все плакаты вывешиваются и снимаются только по распоряжению оперативного персонала.

#### **1.4. Проверка отсутствия напряжения**

В электроустановках проверять отсутствие напряжения необходимо указателем напряжения заводского изготовления. Перед использованием указатель напряжения проверяется приближением его к токоведущим частям под напряжением.

В электроустановках напряжением 35 кВ и выше для проверки отсутствия напряжения можно также пользоваться изолирующей штангой, прикасаясь ею несколько раз к токоведущим частям. Признаком отсутствия напряжения является отсутствие искрения и потрескивания.

В ОРУ напряжением до 220 кВ проверять отсутствие напряжения указателем напряжения или штангой допускается только в сухую погоду. В сырую погоду

## **Лабораторная работа №2**

### **Выполнение оперативных переключений в электроустановках**

**Продолжительность работы 4 часа**

**Самостоятельная подготовка 3 часа**

Цель работы: изучение технических требований и последовательности выполнения операций при производстве оперативных переключений в схемах электроснабжения.

#### **1. Теоретические положения**

##### **1.1. Порядок выполнения технических мероприятий при производстве оперативных переключений**

Переключения в электрических схемах распределительных устройств подстанций, щитов и сборок производят с ведома вышестоящего оперативного персонала по устному или телефонному распоряжению с записью в оперативном журнале.

При не терпящих отлагательства обстоятельствах, несчастных случаях с людьми, пожаре, стихийном бедствии, а также при ликвидации аварии в соответствии с инструкциями допускается производство переключений без ведома вышестоящего дежурного, но с последующим его уведомлением и записью в оперативном журнале.

После выполнения каждой операции исполнитель сообщает об этом оперативному персоналу.

Все переключения, проводимые более чем на одном присоединении в электроустановках напряжением выше 1000 В, должны выполняться по бланку оперативных переключений два лица: одно лицо непосредственно производит переключение, а второе осуществляет контроль за правильностью выполнения и последовательностью операций.

Бланк переключений заполняет лицо из оперативного персонала, которое непосредственно проводит переключения, после заполнения его проверяет

контролирующее лицо. Бланк подписывают контролирующее лицо и лицо, производящее переключения.

Контролирующим лицом при производстве переключений является старший по должности, квалификация которого должна соответствовать ПТЭ.

Переключения в распределительных устройствах осуществляются в следующем порядке: лицо, выполняющее переключения, обязано записать задание в оперативный журнал, повторить его и установить по оперативной электрической схеме порядок предстоящих операций.

Перед пуском временно отключенного оборудования по заявке неэлектротехнического персонала оперативный персонал обязан его осмотреть, убедиться в готовности к приему напряжения и предупредить работающий на нем персонал о предстоящем включении.

Для подготовки рабочего места при работах со снятием напряжения должны быть выполнены в указанном порядке следующие технические мероприятия:

- 1) произведены необходимые отключения и приняты меры, препятствующие подаче напряжения к месту работы;
- 2) на приводах ручного и на ключах дистанционного управления коммутационной аппаратурой вывешены запрещающие плакаты;
- 3) проверено отсутствие напряжения на токоведущих частях, на которых должно быть наложено заземление;
- 4) наложено заземление;
- 5) вывешены предупреждающие и предписывающие плакаты.

## 1.2. Производство отключений

На месте производства работ со снятием напряжения в электроустановках напряжением выше 1000 В должны быть отключены:

- а) токоведущие части, на которых будет производиться работа;

б) неогражденные токоведущие части, к которым возможно приближение людей.

В электроустановках напряжением выше 1000 В с каждой стороны, откуда может быть подано напряжение на место работы, должен быть видимым разрыв, образованный отсоединением или снятием шин и проводов, отключением разъединителей, снятием предохранителей. Для предотвращения ошибочного включения разъединителей на них предусматриваются блокировки, ручные приводы запираются на замок. Если привод дистанционный, отключаются цепи управления.

Трансформаторы напряжения и силовые трансформаторы, связанные с выделенным для производства работ участком электроустановки, должны быть отключены также со стороны напряжения до 1000 В, чтобы исключить обратную трансформацию.

Допускается отключать разъединителями определенный зарядный ток воздушных линий и ток холостого хода силовых трансформаторов.

Установлена следующая последовательность отключения разъединителей: сначала отключают линейные (трансформаторные), а затем шинные разъединители. При включении сначала включают шинные на соответствующую систему шин, затем линейные (трансформаторные).

При включении электрической цепи в работу операции с выключателями выполняются в последнюю очередь.

Автоматические устройства (АПВ, АВР и др.) обычно выводятся из работы перед отключением выключателя, на который они воздействуют, а вводятся в работу после включения выключателя.

## 1.3. Вывешивание плакатов безопасности

Непосредственно после проведения необходимых отключений на приводах разъединителей, отделителей и выключателей нагрузки напряжением выше 1000 В, на ключах и кнопках дистанционного управления ими, на