

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО ПРОВЕДЕНИЮ КОМПЛЕКСНЫХ ПРОВЕРОК  
ИЗОЛЯЦИИ  
БЕЗ СНЯТИЯ НАПРЯЖЕНИЯ  
В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ  
ВОЗДУШНЫХ СЕТЯХ  
6-10 кВ**

**МУ 34-70-108-85**



**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО ПРОВЕДЕНИЮ КОМПЛЕКСНЫХ ПРОВЕРОК  
ИЗОЛЯЦИИ  
БЕЗ СНЯТИЯ НАПРЯЖЕНИЯ  
В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ  
ВОЗДУШНЫХ СЕТЯХ  
6-10 кВ**

**МУ 34-70-108-85**

АВТОР Н.Л.ГЕЛЬМАН

УТВЕРЖДЕНО ПО "Союзтехэнерго"

Заместитель главного инженера А.Д.ГЕРР

В Методических указаниях рассмотрены способы проведения комплексных проверок изоляции в распределительных воздушных сетях 6-10 кВ, приведены основные технические характеристики аппаратуры и оборудования, используемых при проведении комплексных проверок.

Методические указания предназначены для инженерно-технических работников, занимающихся профилактическими испытаниями изоляции высоковольтного оборудования.

## 1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1. Комплексная проверка изоляции проводится вместо индивидуальных испытаний в целях выявления дефектной изоляции одновременно у всех присоединенных к сети ТП, а также на ВЛ для повышения надежности работы изоляции распределительных сетей 6-10 кВ, производительности труда, уменьшения количества требуемых передвижных лабораторий и сокращения расхода горючего.

1.2. Нормами испытания электрооборудования (М.: Атомиздат, 1978) предусмотрено испытание электрических сетей напряжением

6 кВ под нагрузкой, за исключением сетей 10 кВ и выше, а также смешанных воздушно-кабельных сетей при протяженности воздушных сетей более 20%. При комплексных проверках изоляции, проводимых в соответствии с настоящими Методическими указаниями, испытательное напряжение подается в воздушную сеть, в том числе 10 кВ.

1.3. При комплексной проверке изоляции повышенное испытательное напряжение подается в действующую сеть без снятия рабочего напряжения.

1.4. Комплексные прочерки изоляции повышенным напряжением не исключают проведения измерений сопротивления изоляции обмоток трансформаторов ТП, сопротивления заземлений и других измерений, при которых не требуется применения повышенного напряжения и использования передвижных высоковольтных лабораторий.

1.5. Индивидуальные испытания ТП, прошедшие комплексную проверку, не проводятся.2.

## **2.ПОДГОТОВКА УЧАСТКА СЕТИ**

2.1. Перед проведением комплексных проверок в проверяемых сетях должны быть выполнены требования к заземлению опор, а также разьединителям, разрядникам и другим устройствам, подлежащим заземлению.

Сопротивление заземляющих устройств всех ТП должно соответствовать требованиям [1], [2].

Сопротивление заземляющего устройства ТП вместе с присоединенным к контуру нулевым проводом и повторными заземлителями на линиях 0,4 кВ должно быть не более 4 ом.

Соответствие заземлений указанным выше требованиям должно быть проверено по результатам измерения, выполненных в сроки и в объеме, указанные в "Нормах испытания электрооборудования" (М.: Атомиздат, 1978). Если необходимые данные отсутствуют или не удовлетворяют указанным выше требованиям следует провести соответствующие измерения и устранение выявленных недостатков.

2.2. Во время проведения комплексной проверки вращающиеся машины, непосредственно включенные в сеть 6-10 кВ, должны быть отключены, о чем абоненты-владельцы вращающихся машин должны быть уведомлены с указанием времени их отключения. Дугогасящие реакторы должны быть также отключены.

2.3. Перед комплексной проверкой должен быть выполнен внешний осмотр линий и ТП, для выявления и устранения видимых дефектов изоляции. При осмотрах ТП должны быть выявлены и устранены дефекты, связанные со значительным загрязнением выводов силового трансформатора, со снижением уровня изоляции из-за наличия птичьих гнезд и остатков погибших птиц и других посторонних предметов.

Если на линиях установлены трубчатые разрядники, то необходимо обращать внимание на их состояние и на состояние внешних промежутков. Обнаруженные дефекты должны быть устранены.

При осмотрах также необходимо обращать внимание на целостность спусков к заземляющим контурам.

2.4. Комплексную проверку изоляции разрешается проводить в сетях 6-10 кВ, в которых ток замыкания на землю не превышает 10 А.

В воздушных сетях 6-10 кВ значение тока замыкания на землю определяется по формуле [3], [4].

$$I = U \frac{I_g}{370}.$$

При небольшом количестве кабелей значение тока замыкания на землю может быть подсчитано по приближенной формуле

$$I = U \cdot \frac{I_g + 25I_k}{370},$$

где  $U$  - линейное напряжение сети, кВ;

$I_g$  - суммарная длина воздушных линий, км;

$I_k$  - суммарная длина кабельных линий, км;

$I$  - ток замыкания на землю, А.

При определении тока замыкания на землю необходимо учитывать все электрически связанные линии и присоединения, в том числе абонентские. Расчетное значение тока замыкания на землю должно быть увеличено на 10% за счет дополнительной емкости оборудования подстанции [4]. Ток замыкания на землю может быть определен также и путем непосредственного измерения. Если ток замыкания на землю более 10 А, то для уменьшения его замыкания на землю на время проведения комплексной проверки следует прибегнуть к разделению сети на отдельные секции КРУН питающей подстанции. В некоторых случаях для снижения значения тока замыкания на землю удастся временно перевести одну или часть линий для питания от другой подстанции.

При наличии участков линий с алюминиевым проводом малого сечения (16-25 мм<sup>2</sup>) целесообразно принять меры к уменьшению тока замыкания на землю. В населенных местах на время проведения комплексной проверки следует отключить или организовать дополнительное наблюдение за участками с алюминиевыми проводами малого сечения.

2.5. На время проведения комплексной проверки должны быть отключены полностью или отсоединены от земли все НТМИ, которые не используются в схеме испытания.

2.6. Выбор уровня испытательного напряжения изложен в приложении 1.

### **3. СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

При проведении комплексных проверок следует применять следующую аппаратуру:

измерительный трансформатор напряжения - НТМИ; трансформатор собственных нужд или группу однофазных трансформаторов напряжения;

испытательный трансформатор и регулятор напряжения;

выпрямительное устройство;

высоковольтные конденсаторы для сглаживания пульсации выпрямленного напряжения;

измерительные приборы;

приборы для определения места повреждения изоляции.

Основные требования и характеристики указанного оборудования изложены в приложении 2.4.

### **4. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ**

4.1. Перед проведением комплексной проверки (не менее чем за 3-4 дн. до начала проверки) всем абонентам, школам и организациям, в том числе городским и сельским советам должно быть направлено сообщение о предстоящей проверке для оповещения всего населения зоны о недопустимости приближения к опорам и к ТП. В этом же оповещении должен указываться номер телефона подстанции, с которой проводится проверка, для оперативного сообщения о замеченных очагах повреждений и местах возникновения их. Образец оповещения приводится в приложении 3.

При комплексной проверке проведение других работ в испытуемой сети не разрешается.

От абонентов, эксплуатирующих свои ТП и линии 6-10 кВ, а также непосредственно включенные в сеть вращающиеся машины необходимо получить подтверждение о готовности оборудования к комплексной проверке.

4.2. Во время комплексных проверок, на подстанции, с которой ведется проверка, должна быть ремонтная бригада с автомашиной, инструментом, приборами поиска мест повреждений и материалами, необходимыми при устранении дефектов, выявляемых на линиях и в ТП.

4.3. Комплексная проверка должна производиться в соответствии со специально составленной типовой инструкцией или ведомственным стандартом. Типовая инструкция должна быть составлена в соответствии с настоящими Методическими указаниями и содержать указания по подготовке и проведению комплексных проверок с учетом особенностей, сложившихся в данной энергосистеме. Кроме указанной инструкции, для каждой зоны в отдельности дополнительно составляется программа, утвержденная главным инженером предприятия, где проводится комплексная проверка, с учетом местных условий - схемы подстанции, линий, ТП и т.д. В этой программе, в частности, указывается место и порядок присоединения испытательной аппаратуры.

В тех случаях, когда на подстанции в КРУН установлен НТМИ с низковольтным нулевым выводом, он может быть на время проведения комплексной проверки подменен "инвентарным" НТМИ с усиленным выводом.

## **5. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЙ КОМПЛЕКСНЫХ ПРОВЕРОК**

5.1. В действующую сеть 6-10 кВ подать, повышенное напряжение одновременно на три фазы всех линий отходящих от шин 6-10 кВ питающей подстанции (рис.).

Может быть также применена схема с использованием вместо НТМИ группы однофазных трансформаторов напряжения или трансформатор собственных нужд 6-10/0,4 кВ с подачей напряжения через отключенную фазу обмоток ВН.

5.2. Бригада, выполняющая комплексную проверку изоляции, должна быть в составе не менее трех человек:

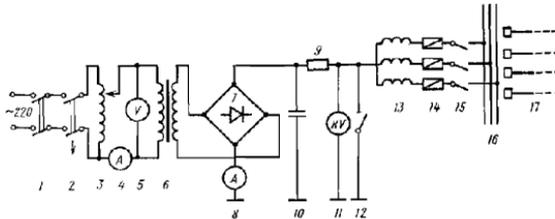
производитель работ - 5 квалификационная группа;

член бригады - 4 квалификационная группа;

шофер-электромонтер - не ниже 3 квалификационной группы.

Бригаду следует назначать из персонала местной службы грозозащиты и испытаний высоковольтного оборудования.

В соответствии с типовой инструкцией, утвержденной программой и действующими правилами техники безопасности оперативный персонал участка производит допуск указанной бригады к проведению комплексной проверки.



Схеме включения аппаратуры при использовании НТМИ 6-10 кВ или трансформатора собственных нужд:

1 - рубильник; 2 - автомат; 3 - регулятор напряжения; 4 - амперметр; 5 - вольтметр; 6 - испытательный трансформатор; 7 - высоковольтный выпрямитель; 8 - миллиамперметр; 9 - ограничивающее сопротивление; 10 - высоковольтный конденсатор; 11 - киловольтметр; 12 - однополюсный разъединитель; 13 - обмотка ВН НТМИ или трансформатора собственных нужд; 14 - высоковольтные предохранители; 15 - разъединитель; 16 - шины КРУН; 17 - отходящие линии 6-10 кВ

5.3. Подсоединение испытательной аппаратуры к НТМИ, к трансформатору собственных нужд или к группе однофазных трансформаторов напряжения в соответствующей ячейке КРУН производится по отдельному наряду.

5.4. После присоединения испытательной аппаратуры в соответствии со схемой (см.рис.) в действующую сеть 10-6 кВ подается повышенное выпрямленное напряжение. Подъем напряжения должен производиться плавно со скоростью 1-2 кВ в секунду с одновременным контролем тока утечки.

При пробое изоляции наблюдается резкий рост тока утечки - возникает замыкание фазы на землю. Проверка прекращается - испытательное напряжение снижается до нуля, установка отключается. Нулевой вывод заземляется специально установленным для этого однополюсным разъединителем 12 (см.рис.) и организуется отыскание места пробоя,

5.5. При отыскании места замыкания на землю, возникающего при проведении комплексных проверок, вначале необходимо определить отходящую линию, на которой возникло повреждение изоляции. Кроме

известного способа с кратковременным поочередным отключением отходящих линий можно определить соответствующую линию, не прибегая к их отключению. Это производится обычно с помощью прибора "Поиск". При пользовании прибором у разных линий отходящих от подстанции необходимо следить за тем, чтобы эта проверка производилась поочередно одним и тем же прибором при одной неизменной выбранной частоте и чувствительности. Во избежание влияния интенсивных помех со стороны подстанции указанная проверка должна производиться на отходящих линиях не ближе 50 м от подстанции.

При отыскании точки замыкания на землю не обязательно проходить последовательно по всей трассе линии. Для сокращения времени достаточно вначале с помощью прибора определить направление к месту повреждения с узловых точек линии, руководствуясь схемой - планшетом линии. Более детально обследуется участок линии, на котором в соответствии с изменившимися показаниями прибора находится точка с замыканием на землю.

5.6. Выявленный дефект необходимо устранить, после чего проверку следует возобновить и продолжить до достижения полного испытательного напряжения, которое должно быть выдержано в течение одной минуты. После чего испытательное напряжение снизить до нуля, установку отключить и нулевой вывод НТМИ заземлить, а при использовании трансформатора собственных нужд отключить его и все выводы обмотки ВН заземлить.

5.7. При нарушении внешних искровых промежутков трубчатых разрядников (РТ) и плохом состоянии самих РТ во время подъема испытательного напряжения могут наблюдаться часто повторяющиеся броски тока утечки, не переходящие в устойчивое замыкание на землю. В этих случаях целесообразно поднять испытательное напряжение в сетях 10 кВ до предельно допустимого - 24,5 кВ. Если это не приводит к желаемым результатам - необходимо осмотреть места установки РТ, сопровождая осмотр периодическим подъемом напряжения до уровня возникновения повторяющихся бросков тока.

5.8. Обнаруженный дефект должен быть устранен ремонтной бригадой, в распоряжении которой имеется необходимый инструмент и материалы.

## **6. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ**

6.1. При необходимости проверки состояния, контура заземления ТП с измерением сопротивления заземления без влияния повторных заземлителей нулевых проводов, отходящих от ТП линий 0,4 кВ - все операции по отсоединению, обратному присоединению к контуру нулевых проводов (нулевого вывода силового трансформатора) с проверкой надежности его присоединения должны производиться на отключенном ТП с соблюдением необходимых организационных и технических мер безопасности.

6.2. Присоединение и отсоединение высоковольтного вывода испытательной установки и однополюсного заземляющего разъединителя должно производиться после отключения НТМИ, трансформатора собственных нужд или группы однофазных трансформаторов напряжения и установки на их выводах защитного заземления яри заземленном высоковольтном выводе передвижной лаборатории. Все перечисленные работы должны выполняться с соблюдением мер безопасности - по наряду.

6.3. Подготовка передвижной лаборатории и комплексная проверка должна производиться с соблюдением действующих правил техники безопасности.

6.4. Во время грозы комплексная проверка изоляции не должна производиться.

6.5. Персонал, допущенный к проведению комплексной проверки изоляции в распределительных сетях 6-10 кВ, должен пройти специальную проверку с соответствующим оформлением в удостоверении о проверке знаний в разделе "Свидетельство на право производства специальных работ".

## **7. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ**

7.1. После завершения комплексной проверки изоляции для данной зоны должен быть составлен протокол в двух экземплярах. В протоколе должны быть указаны подстанции, с которой проводилась проверка и перечень отходящих линий, НТМИ, трансформатор собственных нужд или группа трансформаторов напряжения, а также перечень приборов, используемых при проведении проверки.

В протоколе долины быть записаны: дата, время, уровень испытательного напряжения, данные о причинах, характере дефекта и его расположении в проверяемой сети, а также время устранения выявленного дефекта. Протокол должен быть подписан производителем работ по проведению комплексной проверки и членами бригады, а также присутствовавшим при проверке начальником или старшим мастером РЭС.

Один экземпляр протокола выдается начальнику участка эксплуатации линий и ТП проверенной зоны для сведения и отметки ТП участвовавших при проведении комплексной проверки изоляции.

## Приложение 1

### Выбор уровня испытательного напряжения

Выявление дефектов изоляции при проведении комплексной проверки производится путем подачи испытательного напряжения дополнительно к рабочему напряжению сети. В качестве испытательного напряжения наиболее удобно применение повышенного выпрямленного напряжения, подаваемого в действующую сеть через нулевую точку трансформатора напряжения - НТМИ или группы однофазных трансформаторов напряжения (см.рис), или через отключенную фазу обмотки ВН трансформатора собственных нужд, установленного в распредустройстве 6-10 кВ питающей подстанции.

Наибольшее испытательное напряжение определяется значением минимального пробивного напряжения установленных в сети вентиляных разрядников. Для вентиляных разрядников 10 кВ с учетом возможного изменения в эксплуатации - минимальное пробивное напряжение может снизиться до 23 кВ - (эффективное значение) или  $23 \cdot \sqrt{2} = 32,5$  кВ - амплитудное значение.

Наименьшее испытательное напряжение определяется значением, при котором могут быть выявлены дефектные изоляторы. Для определения значения испытательного выпрямленного напряжения амплитудное значение фазного напряжения сети 10 кВ принимается равным

$$\frac{10\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \approx 8 \text{ кВ.}$$

Для сети 10 кВ значение выпрямленного испытательного напряжения, подаваемого в действующую сеть, должно находиться в пределах (20-8)-(32,5-8) или 12-24,5 кВ.

Значение испытательного выпрямленного напряжения, подаваемого в действующую сеть, должно быть не выше 24,5 кВ. Однако применение указанного максимального испытательного напряжения во всех случаях не является обязательным.

С учетом возможного разброса минимального пробивного напряжения вентильных разрядников 10 кВ с одной стороны и гарантированного выявления дефектных изоляторов с другой стороны, целесообразно выбрать среднее значение указанных выше пределов. Таким образом для сети 10 кВ наиболее приемлемым является значение выпрямленного испытательного напряжения равное 20 кВ.

Указанный уровень выпрямленного напряжения с учетом амплитуды действующего фазного напряжения обеспечивает значение напряжения, приложенного к изоляции -  $20+8 = 28$  кВ, которое в 3,5 раза превышает фазное напряжение - уровень близкий к наибольшим по вероятности возникновения внутренним перенапряжениям в сетях 10 кВ.

Повышение уровня выпрямленного напряжения выше 20 кВ, например 24 кВ допустимо, хотя, практически, почти не увеличивает количество выявляемых дефектных изоляторов.

Для сетей 6 кВ, где амплитудное значение фазного напряжения можно принять равным  $\frac{6\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \approx 4,9$  кВ, а наименьшее разрядное напряжение вентильного разрядника может снизиться до  $15 \cdot \sqrt{2} = 21,15$  кВ. Таким образом, наибольшее испытательное выпрямленное напряжение, подаваемое в действующую сеть, должно быть не более  $21,2-4,9 = 16,3$  кВ, превышающего уровень фазного напряжения сети в 3,3 раза

## Приложение 2

Основные технические требования к оборудованию,  
используемому при проведении комплексной проверки изоляции

### 1. Трансформатор напряжения - НТМИ

Измерительный трансформатор напряжения - НТМИ должен иметь нулевой вывод обмотки ВН, соответствующий по электрической прочности изоляции значению выпрямленного напряжения.

НТМИ-10-48 имеет изоляцию нулевой точки обмотки ВН, равнопрочную с изоляцией основных выводов. Такой трансформатор напряжения используется без каких-либо дополнительных мер. Трансформатор напряжения НТМИ-10-66 состоит из трех однофазных трансформаторов в общем баке, нулевые концы которых выводятся через низковольтный вывод. Кроме того, начальный от нулевого вывода слой обмотки ВН также выполнен с низким уровнем изоляции. Поэтому перед использованием такого трансформатора напряжения необходимо выполнить следующее:

поднять внутреннюю часть НТМИ из бака, отделить нулевые отводы обмоток ВН от отводов низкого напряжения;

опустив выемную часть в бак с маслом, проверить уровень изоляции нулевых точек обмоток ВН, приложив испытательное напряжение - выпрямленное 25 кВ или переменное 18 кВ. Как показал опыт использования таких трансформаторов более 50% НТМИ-10-66 находящихся в эксплуатации такие испытания выдерживают. Часть НТШ имеют и более высокий запас электрической прочности нулевых выводов обмоток ВН.

При проведении испытаний обмоток испытательное напряжение - должно подаваться или к основным выводам обмоток ВН при отсоединенных от нулевого вывода нулевых отводов обмоток, или к нулевым отводам через изоляционную трубку, временно установленную вместо низковольтного фарфорового вывода.

У НТМИ-10-66, выдержавших указанное испытание обмоток, фарфоровый низковольтный вывод заменяется более прочным, рассчитанным на такие же испытательные напряжения.

Как показал опыт использования НТМИ [12], [13] обмотки ВН при комплексных проверках обладают достаточной термической устойчивостью.

## 2. Испытательный трансформатор и регулятор напряжения

В качестве испытательного трансформатора может быть использован любой трансформатор, с помощью которого можно получить значение выпрямленного напряжения, требуемого при проведении комплексной проверки изоляции. Обмотка ВН такого трансформатора

должна быть рассчитана для тока утечки обычно не превышающего 200÷300 мА. Учитывая значение указанного тока в обмотке ВН, целесообразно использовать трансформатор с возможно меньшим коэффициентом трансформаций для уменьшения тока, потребляемого от питающей сети низкого напряжения, а также для облегчения регулятора напряжения. Наиболее удобно применение однофазного трансформатора с напряжением обмоток 220/20000 В, коэффициент трансформации которого равен  $\sim 91$ . В качестве такого трансформатора может быть применен однофазный трансформатор ОМ-10, у которого обмотка 10 кВ заменена обмоткой 20 кВ.

У такого трансформатора при токе в обмотке ВН, равном 300 мА, в обмотке НН сила тока (без учета небольшого тока холостого хода) будет  $0,30 \cdot 91 = 27$  А. При таком значении тока используется стандартный регулятор напряжения РНО-250-10. Возможны и другие сочетания напряжений испытательного трансформатора. Следует при этом учитывать, что напряжение обмотки ВН должно превышать значение, необходимое при комплексных проверках выпрямленного напряжения с учетом падения напряжения на последовательно включенном токоограничивающем сопротивлении выпрямительного устройства.

### 3. Выпрямительное устройство

В качестве выпрямительного устройства следует применять высоковольтные диоды, включенные по схеме мостика, обеспечивающего двухполупериодное выпрямление переменного напряжения. Целесообразно применение диодов, рассчитанных на силу тока 500 мА. В качестве таких диодов - столбиков следует применять диоды Д-1008А, КЦ-201Е. Могут быть и другие сочетания в зависимости от располагаемых диодов, в том числе параллельно-последовательное соединение.

Количество диодов в плечах мостика должно выбираться таким образом, чтобы напряжение последовательно включенных диодов было не менее удвоенного выпрямленного испытательного напряжения. Для большей надежности работы диодов количество последовательно включенных диодов должно быть увеличено в 1,5-2 раза. Так, при комплексных проверках в сетях 10 кВ в каждом плече мостика целесообразно иметь 3-4 десятикиловольтных столбика. Каждый диод-столбик

для выравнивания обратного напряжения шунтируется конденсатором ПОВ-390 (15 кВ, 390 пф). Для удобства указанные диоды и конденсаторы следует монтировать в виде отдельного блока на изоляционном материале из оргстекла, стеклопластика или гетинакса.

Для защиты диодов от перегрузок при бросках тока последовательно с выпрямительной установкой должно включаться активное токоограничивающее сопротивление  $2000 \div 3000 \text{ Ом}$ ,  $400 \div 600 \text{ Вт}$ .

В качестве таких сопротивлений используются остеклованные сопротивления, которые также для удобства монтируются на изоляционном основании.

#### 4. Высоковольтные конденсаторы для сглаживания пульсации выпрямленного напряжения

Подавление пульсации выпрямленного напряжения до 3-5% при двухполупериодном выпрямлении обеспечивается собственной емкостью сети, которая как и значение тока утечки пропорционально протяженности сети.

Для большей гарантии при комплексных проверках дополнительно могут быть применены емкости в виде высоковольтных конденсаторов общей емкостью 1-2 мкф, которые должны включаться непосредственно за выпрямительным устройством установки.

#### 5. Измерительные приборы

Для контроля за значением тока утечки при комплексных проверках следует применять миллиамперметр постоянного тока, включенный между подлежащей заземлению точкой высоковольтного выпрямительного устройства и землей. Наиболее удобно для этой цели применение миллиамперметра со шкалой до 500 мА. Для защиты прибора - параллельно с ним должен быть включен газоразрядный разрядник, например РА-350. Для большей надежности, кроме разрядника, прибор шунтируется небольшим искровым промежутком.

Для контроля за значением выпрямленного напряжения, подаваемого в сеть, целесообразно применение приборов прямого включения. В качестве таких приборов могут быть использованы выпус-

каемые промышленностью статические киловольтметры. Однако они громоздки и не всегда удобны. Кроме того, такие киловольтметры весьма чувствительны к тряске, которой неизбежно подвергаются приборы при перемещениях передвижной лаборатории.

Более удобно использование киловольтметра, состоящего из прибора постоянного тока - микроамперметра с добавочным сопротивлением [6]. В качестве таких сопротивлений могут быть применены сопротивления ВС или КЭВ. Мощность всего сопротивления должна соответствовать значению выделяемой мощности. Микроамперметр у такого устройства также должен быть зашунтирован разрядником и искровым промежутком.

Такой киловольтметр удобен тем, что сам прибор - микроамперметр может быть смонтирован непосредственно на щитке управления. Высоковольтный конец добавочного сопротивления подсоединяют к точке за токоограничивающим сопротивлением мостика с тем, чтобы обеспечивалось измерение выпрямленного напряжения, подаваемого через НТМИ непосредственно в проверяемую сеть.

Значение требуемого добавочного сопротивления  $R$  определяется по закону Ома

$$R = \frac{U}{I},$$

где  $U$  - значение выпрямленного напряжения, на которую выбран предел измерений, В;

$I$  - сила тока выбранного микроамперметра, мкА.

Так, если принять  $U = 25$  кВ, а  $I = 100$  мкА, то значение добавочного сопротивления будет:

$$R = \frac{25 \cdot 10^3}{100 \cdot 10^{-6}} = 250 \cdot 10^6 \text{ Ом или } 250 \text{ МоМ.}$$

Выбранное добавочное сопротивление уточняется при калибровке киловольтметра с помощью классных киловольтметров. Добавочное сопротивление монтируется на изолирующей пластине - обычно на оргстекле. Точность такого киловольтметра может оказаться несколько ниже точности классических киловольтметров, но вполне достаточна при проведении комплексных проверок, проводимых с целью выявления и устранения дефектных изоляторов.

Кроме указанных основных приборов, должны быть еще установлены на щите вспомогательные приборы - вольтметр для контроля

уровня регулируемого напряжения, подаваемого на испытательный трансформатор, и амперметр для контроля значения силы тока, потребляемого от сети низкого напряжения. Должны быть также предусмотрены автоматы для включения и отключения установки, сигнальные лампы, электрическая и механическая блокировки, обеспечивающие безопасность работы и сохранность оборудования.

#### 6. Приборы для определения места повреждения

Для обнаружения точки с возникшим замыканием на землю следует применять переносные приборы ("Поиск", "Зонд", "УМП-8").

При одновременном устойчивом замыкании на землю на разных фазах для отыскания места повреждения можно использовать приборы типа "Поиск" при подаче в поврежденную отключенную линию тока требуемой частоты от специального генератора.

Для определения расстояния до места повреждения в распределительных сетях 6-10 кВ может быть использовано устройство специально разработанное для разветвленных сетей [7], а также разработанный и опубликованный в 1983 г. метод определения мест повреждений с использованием параметров нулевой последовательности [8].

Перед включением в действующую сеть новых участков ВЛ с присоединенными ранее испытанными ТП отсутствие дефектов может быть установлено при комплексной проверке изоляции с подачей на эти участки выпрямленного напряжения 32,5 кВ для сетей 10 кВ и 21,2 кВ для сетей 6 кВ.

### Приложение 3

Образец оповещения о предстоящей комплексной проверке  
изоляции руководителям школы, предприятия, городских  
и сельских советов и других организаций

#### ОПОВЕЩЕНИЕ

17-18 сентября 198\_\_ г. будет проводиться комплексная проверка изоляции линий 10 кВ и трансформаторных подстанций 10/0,4 кВ, питающихся от подстанции "Волошинская" 35/10 кВ.

Проверка будет проводиться с подстанции "Волошинская" без отключения линий 10 кВ путем подачи в линии повышенного напряжения дополнительно к действующему рабочему напряжению.

В период проверки возможны случаи пробоя изоляции изоляторов и другого электрооборудования на ТП и на линиях электроподачи 10 кВ, в результате чего произойдет замыкание фазы на землю, соединение провода с заземлением опоры или ТП. Могут также иметь место обрывы проводов.

Во избежание несчастных случаев, приближение людей к ТП и железобетонным опорам линий 10 кВ на расстояние ближе 5-8 м, а также нахождение людей под проводами линий ЗАПРЕЩАЕТСЯ.

Поэтому Вам необходимо через печать, радио, телевидение и т.п. оповестить население вашей зоны, личный состав организации об опасности поражения электрическим током при указанных выше условиях.

Для устранения дефектов, которые могут возникнуть при комплексной проверке изоляции - дефектное оборудование и линии отключаются без предупреждения потребителей. Лица, которые заметят перекрытие изоляции на линиях и ТП (наличие потрескиваний, электрическая дуга, расколы изоляторов и др.), должны сообщать по телефону 2-65 или непосредственно на подстанцию "Волошинская".

Главный инженер электрических  
сетей

---

(подпись)

## Список использованной литературы

1. ПРАВИЛА устройства электроустановок. Изд. 4-е М. : Энергия, 1965.
2. СБОРНИК директивных материалов по эксплуатации энергосистем. Электротехническая часть. Изд. 2-е. - М.: Энергоиздат, 1981.
3. СИРОТИНСКИЙ Л. И. Техника высоких напряжений. Ч.3. Вып.1. - М.: Госэнергоиздат, 1955.
4. ЛИХАЧЕВ Ф.А. Инструкция по выбору, установке и эксплуатации дугогасящих катушек. - М.: Энергия, 1971.
5. БАБИКОВ М.А. и др. Техника высоких напряжений. - М.: Энергоиздат, 1955.
6. КУЖЕКИН И.П. Испытательные установки и измерения на высоком напряжении. - М.: Энергия, 1980.
7. А. С. 287185. Способ определения расстояния до места замыкания на землю. Гельман Н.Л. - Оpubл.Б.И., 1970, № 35.
8. ШАЛЫТ Г.М. и др. Определение мест повреждения линий электропередачи по параметрам аварийного режима. - М.: Атомэнергоиздат, 1983.
9. НОРМЫ испытания электрооборудования, Изд. 5-е. - М.: Атомиздат, 1978.
10. ШАЛЫТ Г. М. Профилактические испытания кабельных сетей 6-10 кВ под нагрузкой. - Электрические станции, 1958, № 8.
11. ИНСТРУКЦИЯ по выбору, монтажу и эксплуатации средств защиты от перенапряжений. - М.: Энергия, 1969.
12. ГЕЛЬМАН Н.Л. Повышение эффективности выявления дефектов изоляции ТП и ВЛ 6-10 кВ. - Электрические станции, 1973, № 9.
13. ГЕЛЬМАН Н.Л. Опыт проведения комплексных проверок изоляции линий и ТП 6-10 кВ. - Электрические станции, 1977, № 4.
14. ПРИБОР для определения места замыкания на землю в воздушных сетях 6-20 кВ типа "Поиск-1". Техническое описание и инструкция по эксплуатации, паспорт. Мытищинский электромеханический завод.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Общая часть.....	3
2. Подготовка участка сети.....	4
3. Средства измерения.....	6
4. Организационные мероприятия.....	6
5. Порядок проведения комплексных проверок.....	7
6. Меры безопасности.....	10
7. Обработка результатов измерений.....	10
Приложение 1. Выбор уровня испытательного напряжения.....	11
Приложение 2. Основные технические требования к оборудованию, используемому при проведении комплексной проверки изоляции.....	12
Приложение 3. Образец оповещения о предстоящей комплексной проверке изоляции руководителям школы, предприятия, городских и сельских советов и других организаций.....	17
Список использованной литературы.....	19

Ответственный редактор О.М. Громова  
Литературный редактор Н.А. Тихоновская  
Технический редактор Т.Ю. Савина  
Корректор В. И Шахнович

---

Подписано к печати 06.01.86	Формат 60x84 1/16
Печать офсетная Усл.печ.л. 1,2 Уч.-изд.л. 1,1	Тираж 2350 экз.
Заказ № 79/86	Издат. № 226/85 Цена 17 коп.

---

Производственная служба передового опыта  
эксплуатации энергопредприятий Союзтехэнерго  
105023, Москва, Семновский пер. 15  
Участок оперативной полиграфии СПо Союзтехэнерго  
109432, Москва, 2-й Кожуховский проезд, д. 29, строение 6