МИНИCТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ**

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**(ДГТУ)**

**В.Н. Черкасов, В.И. Зыков, А.Н. Петренко, В.Е. Мереняшев**

**ЛЕКЦИЯ № 13**

**ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**«Пожарная безопасность электроустановок»**

Специальность 20.05.01 «Пожарная безопасность»

Ростов-на-Дону

2022

**Учебные вопросы**

1. **Защитные заземления и зануления  
   во взрывоопасных зонах.**
2. **Эксплуатация и испытания заземляющих  
   устройств.**

**Учебный вопрос №1. Защитные заземления и зануления во взрывоопасных зонах**

Возникновение потенциалов по отношению к земле на корпусах электроприемников и оборудования во взрывоопасных зонах может вызвать искрение и воспламенение взрывоопасных смесей. Поэтому к устройству защитных заземлений во взрывоопасных зонах предъявляют более жесткие требования. Так, во взрывоопасных зонах заземление или зануление следует выполнять при любых напряжениях. В качестве заземляющих или защитных нулевых проводников должны применяться специальные голые и изолированные проводники. Естественные проводники используются дополнительно для улучшения условий безопасности.

В электроустановках с изолированной нейтралью для всех напряжений сеть заземления выполняется из стальных проводников. Для повышения надежности заземляющие магистрали должны быть присоединены к заземлителям *не менее чем в двух местах с* *противоположных сторон помещения.* Электроустановки с изолированной нейтралью допускаются во взрывоопасных зонах только при автоматическом контроле изоляции сети с действием на сигнал, а также при пробивном предохранителе, установленном в нейтраль или на фазе.

**В электроустановках с глухозаземленной нейтралью** зануление должно осуществляться в одно-, двух- и трехфазных силовых цепях электроустановок всех классов с применением специальной третьей (или четвертой) жилы кабеля или провода, а также в однофазных осветительных цепях, кроме зон класса 1, с использованием нулевого провода.

Во взрывоопасных зонах всех классов в электроустановках с глухозаземленной нейтралью для автоматического отключения аварийного участка защитные нулевые проводники выбирают с таким расчетом (см. формулу (3.12)), чтобы при замыкании на корпус или нулевой защитный проводник (РЕ) возникал ток КЗ, превышающий не менее чем в 4 раза номинальный ток плавкой вставки ближайшего предохранителя и не менее чем в 6 раз - номинальный ток расцепителя автоматического выключателя, имеющего обратнозависимую от тока характеристику.

**Для обеспечения необходимой кратности тока замыкания и быстрого действия защиты в электроустановках** с заземленной нейтралью нулевые защитные проводники (третья или четвертая жилы проводов, кабеля) должны быть из цветных металлов, а их сечение должно быть равно сечению фазных проводников

Защитные проводники, проходящие через стены, фундаменты и т.п. из взрывоопасных зон в зоны другого класса взрывоопасности, а также в зоны с нормальной средой или наружу, должны прокладываться в трубах, а концы труб следует заделывать цементным раствором. У ввода магистралей заземления в здание наносят опознавательные знаки и указывают расстояние до места присоединения к заземлителю. Все части заземляющего устройства, прокладываемые в земле, соединяют только сваркой, а места сварки покрывают гудроном или кабельной массой. В особо ответственных местах целесообразно присоединять магистрали заземления к электродам заземлителя в специальном смотровом колодце.

**К основным факторам, от которых зависит безопасность**, относятся: ограничение тока замыкания на землю (по величине или продолжительности) в каркасах или оболочках электрооборудования; предупреждение появления повышенного потенциала в проводниках уравнивания потенциалов.

**Учебный вопрос №2. Эксплуатация и испытания заземляющих устройств.**

Если соединение выполняется сваркой, сопротивление контакта всегда удовлетворительно. **Наиболее вероятным местом, в котором возможен слабый контакт**, а, следовательно, и возникновение искрения или нагрева, является болтовое соединение сети заземления с электрооборудованием. В этих местах необходима периодическая проверка целостности контактов и их затяжки.

Осмотры заземляющего устройства и **измерение его сопротивления** следует производить в сроки, устанавливаемые системой ППР, **не реже одного раза в три года**. Постоянное заземляющее устройство должно иметь паспорт, схему, должны быть указаны основные технические и расчетные величины, результаты осмотров и испытаний, характер проведенных ремонтов и изменений, внесенных в устройство заземлений.

**От контроля состояния нулевых защитных проводников** в процессе эксплуатации во многом **зависит безопасность лиц,** работающих с зануленным электрооборудованием. Контроль предусматривает периодические измерения сопротивления цепи «фаза – нуль» (или сразу тока однофазного КЗ) и сопротивлений ответвлений от магистрального нулевого защитного проводника к отдельным зануляемым электроприемникам, а также периодические осмотры этих ответвлений.

Согласно правилам ,после монтажа электроустановки (перед приемкой ее в эксплуатацию), а также после капитальных ремонтов электропроводки или электроприемников, но не реже чем раз в 5 лет полагается измерять сопротивление цепи проводников «фазный – нулевой» для определения тока однофазного КЗ при замыкании на корпус наиболее удаленных и мощных электроприемников в целях экспериментальной проверки соблюдения условий (3.12) и (3.13). Такие измерения во взрывоопасных зонах проводятся для всех электроприемников.

**Измерение сопротивления заземляющих устройств.** Сопротивление заземляющих устройств может быть измерено мостовым способом, способом амперметра и вольтметра, а также измерителем заземления. Рассмотрим измерение сопротивления заземляющих устройств измерителями заземления типа МС-08 (сняты с производства, но еще широко используются при обслуживании как промышленных, так и сельскохозяйственных электроустановок) и М-416 (рис. 7.10 и 7.11).

Основными элементами первого измерителя являются: генератор постоянного тока Г с ручным приводом (рукояткой Р), механический преобразователь (коммутатор) постоянного тока в переменный П, механический преобразователь переменного тока в постоянный (выпрямитель) В, магнитоэлектрический омметр логометрического типа Л и резистор *r*д. Оба преобразователя смонтированы на оси генератора и имеют одинаковую конструкцию: каждый представляет собой два изолированных друг от друга металлических фасонных полуцилиндра. Щетки *1* находятся в непрерывном контакте с основаниями полуцилиндра и имеют переменную полярность, а щетки *2,* связанные со щетками генератора, при вращении вала соприкасаются с боковой поверхностью то одного, то другого полуцилиндра. Следовательно, на выходе преобразователя П (щетки *1*) появляется переменный ток *I*пер, который и проходит через заземлители (эта часть цепи показана пунктирной линией). Использование переменного тока во внешней цепи исключает искажения в измерениях, возникающие из-за поляризации и электролиза в грунте.

Р

*I*/пер

> 20 м

> 10 м

*r*3

*I*пер

*I*1

*E*1

*r*д

B

*I*2

*E*2

*I*/пост

Л

Н

Т

*I*пер

*I*пост

*r*ш

*1*

П

*2*

*2*

*1*

*I*пост

Г

*I*пер

*r*в

*r*x

+

-

Рис. 7.10. Схема измерения сопротивления заземлителя прибором МС-08:

*1*, *2* – щетки; Г – генератор постоянного тока; П – механический преобразователь постоянного  
тока в переменный; В – механический выпрямитель; Л – логометр; Т – токовая обмотка; Н – обмотка  
напряжения; *r*д и *r*ш – резисторы; Р – приводная рукоятка; *I*1 и *I*2 – токовые зажимы;  
*Е*1 и *Е*2 – потенциальные зажимы

Между заземлителем *r*х и зондом *r*з образуется разность потенциалов, и в этой части цепи возникает переменный ток *I*пер, который выпрямляется в коммутаторе В*.* Постоянный ток *I*пост протекает через резистор *r*д =   
= 150 000 Ом, позволяющий снизить погрешность измерения, и обмотку напряжения Н*.* В токовой обмотке Т логометра тоже имеется постоянный ток (ветви с постоянным током показаны сплошными линиями). Использование постоянного тока в обмотках логометра повышает точность измерения. От отношения токов *I*пост/*I*′пост зависит угол поворота рамок относительно друг друга. Этот угол пропорционален измеряемому сопротивлению *r*x, так как ток *I*′пост пропорционален потенциалу исследуемого заземлителя. Поэтому по положению стрелки прибора, связанной с одной из рамок, и определяется сопротивление.

*1* *2* *3* *4*

*r*х

Не менее 10 м

Не менее 20 м

*r*3

*r*B

1

2

Ω

Кнопка прибора

Установка на нуль

Контроль

5 Ом

× 100

Реохорд×1

× 5 ×20

**Принцип измере****ния** – компенсационный (сравниваются падения напряжения на внешнем *r*х и эталонном сопротивлениях). Имеется четыре диапазона измерения. Отсчет производится, когда реохордом стрелка прибора приводится в нейтральное положение. Прибор проверяют по эталонному сопротивлению 5 Ом. Если ожидаемое сопротивление *r*х менее 5 Ом, перемычку между зажимами *1* и *2* снимают и зажим *2* присоединяют к *r*х.

**Измерение сопротивления цепи «фаза-нуль».** Для таких измерений выпускается прибор М-417, рассчитанный на проверку *z*(ф-о) в сетях напряжением 380/220 В. Принцип его работы состоит в том, что на короткое время устраивается замыкание фазы на зануленную часть через резистор, размещаемый в приборе. Падение напряжения на резисторе является разностью между фазным напряжением и падением напряжения в цепи «фаза-нуль», включая сопротивление фазы трансформатора. Значит, при неизменных напряжении и сопротивлении резистора падение напряжения на нем зависит от сопротивления цепи. Поэтому стрелочный прибор, включенный параллельно резистору, может быть проградуирован в омах.

*1* *2* *3* *4*

*r*х

Не менее 10 м

Не менее 20 м

*r*3

*r*B

1

2

Ω

Кнопка прибора

Установка на нуль

Контроль

5 Ом

× 100

Реохорд×1

× 5 ×20

Рис. 7.11. Схема измерения заземления прибором типа М-416:

*1*, *2*, *3*, *4* - зажимы

В приборе имеются три предела – 10, 100 и 1000 Ом, что достигается подключением параллельно к обмотке Т резистора переключателем на панели прибора. Для того чтобы переменный блуждающий ток не искажал результатов, необходимо вращать рукоятку Р со скоростью, при которой стрелка не совершает колебаний. Колебания ее могут наступить, если частота тока *I*пер близка к частоте блуждающего в земле тока. Постоянный блуждающий ток не действует на прибор, так как преобразуется коммутатором в переменный. При неработающем генераторе блуждающий переменный ток вызывает дрожание стрелки, а постоянный ток – ее небольшое отклонение.

**Для проверки электрических установок** на соответствие требованиям по защите от поражения электрическим током необходимо произвести измерение сопротивления заземляющего устройства. Это сопротивление позволяет определить значение напряжения прикосновения, которое может возникнуть при прикосновении проводящей части, находящейся под напряжением относительно земли. Необходимость измерения удельного сопротивления грунта и сопротивления заземляющего устройства возникает уже на этапе проектирования и монтажа.

Система заземления должна также подвергаться периодическим поверкам во время эксплуатации, чтобы коррозия или изменения удельного сопротивления грунта не могли значительно повлиять на ее параметры. Заземляющее устройство может не показывать своей неисправности до тех пор, пока не произойдет пробой и не наступит опасная ситуация