

Лабораторная работа № 9

КОНТРОЛЬ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ ТОКОВЕДУЩИХ ЧАСТЕЙ И ЗАЗЕМЛЯЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

Цель работы: ознакомиться с факторами, влияющими на опасность поражения человека электрическим током, нормативными величинами и приборами для их измерения; научиться измерять сопротивление растеканию электрического тока в заземляющих устройствах и сопротивление изоляции токоведущих частей (электропроводов, кабелей).

Приборы и оборудование: М101М, М4124 – для измерения сопротивления изоляции приборы; РНИ-1.1, М416, МС-08 – для измерения сопротивления заземляющего устройства приборы.

1. Общие положения

Широкое использование электрической энергии во всех отраслях промышленности и быта обуславливает значительную опасность поражения человека электрическим током. Статистический анализ травматизма показывает, что количество электротравм в промышленности составляет всего около 0,5–1% от всех травм, однако, на них приходится 15–20% летального исхода, причем до 80–85% электротравм со смертельным исходом происходит в сетях с напряжением до 1 кВ.

Опасность поражения электрическим током в значительной степени зависит от условий окружающей среды, в которых будет эксплуатироваться электрооборудование.

Согласно ТКП 339-2011 «Электроустановки на напряжение до 750 кВ. Линии электропередачи воздушные и токопроводы, устройства распределительные и трансформаторные подстанции, установки электросиловые и аккумуляторные, электроустановки жилых и общественных зданий. Правила устройства и защитные меры электробезопасности. Учет электроэнергии. Нормы приемосдаточных испытаний», помещения *по характеру окружающей среды* подразделяются на нормальные, сухие, влажные, сырые, особо сырые, жаркие, пыльные и с химически активной или органической средой.

Нормальные – сухие помещения, в которых отсутствуют признаки, свойственные помещениям жарким, пыльным, с химически активной или органической средой.

Сухие – помещения, относительная влажность воздуха в которых не превышает 60%.

Влажные – помещения, относительная влажность воздуха в которых более 60%, но не превышает 75%.

Сырые – помещения, относительная влажность воздуха в которых превышает 75%.

Особо сырые – относительная влажность воздуха в помещении близка к 100% (потолок, стены, пол и предметы, находящиеся в помещении, покрыты

влажностью).

Жаркие – помещения, в которых под воздействием различных тепловых излучений температура превышает постоянно или периодически (более одних суток) 35°C (например, помещения с сушилками, обжигательными печами, котельные).

Пыльные – по условиям производства в помещении выделяется технологическая пыль в таком количестве, что она может оседать на проводах, проникать внутрь машин, аппаратов и т. п. Разделяются на помещения с *токопроводящей пылью* и помещения с *нетокопроводящей пылью*.

С химически активной или органической средой – помещения, в которых постоянно или в течение длительного времени содержатся агрессивные пары, газы, жидкости, образуются отложения или плесень, разрушающие изоляцию и токоведущие части электрооборудования.

По степени опасности поражения людей электрическим током помещения подразделяются на три категории: помещения без повышенной опасности, помещения с повышенной опасностью и особо опасные помещения.

К помещениям **без повышенной опасности** относятся помещения, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность поражения людей электрическим током.

Помещения с **повышенной опасностью** характеризуются наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность поражения людей электрическим током:

- высокая температура;
- сырость или токопроводящая пыль;
- токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т. п.);
- возможность одновременного прикосновения человека к металлоконструкциям зданий, имеющим соединение с землей, технологическими аппаратами, механизмам и т. п., с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования (открытым проводящим частям) – с другой.

Особо опасные помещения характеризуются наличием одного из условий, создающих особую опасность поражения людей электрическим током:

- особо сырые;
- с химически активной или органической средой;
- одновременно два и более условий повышенной опасности.

Территории размещения открытых электроустановок по опасности поражения людей электрическим током приравниваются к особо опасным помещениям.

Токоведущие части электроустановки не должны быть доступны для случайного прикосновения, а доступные прикосновению открытые и сторонние проводящие части не должны находиться под напряжением, представляющим опасность поражения электрическим током как в нормальном режиме работы электроустановки, так и при повреждении изоляции.

Для защиты от поражения электрическим током в нормальном режиме

должны быть применены по отдельности или в сочетании следующие меры защиты от прямого прикосновения:

- основная изоляция токоведущих частей;
- ограждения и оболочки;
- установка барьеров;
- размещение вне зоны досягаемости;
- применение сверхнизкого (малого) напряжения.

Для дополнительной защиты от прямого прикосновения в электроустановках напряжением до 1 кВ следует применять устройства защитного автоматического отключения питания (например, устройство защитного отключения с номинальным отключающим дифференциальным током не более 30 мА).

Для защиты от поражения электрическим током в случае повреждения изоляции должны быть применены по отдельности или в сочетании следующие меры защиты при косвенном прикосновении:

- защитное заземление;
- защитное зануление;
- защитное автоматическое отключение питания;
- уравнивание потенциалов;
- выравнивание потенциалов;
- двойная или усиленная изоляция;
- сверхнизкое (малое) напряжение;
- защитное электрическое разделение цепей;
- изолирующие (непроводящие) помещения, зоны, площадки.

Меры защиты от поражения электрическим током должны быть предусмотрены в электроустановке или ее части либо применены к отдельным электроприемникам и могут быть реализованы при изготовлении электрооборудования, либо в процессе монтажа электроустановки, либо в обоих случаях. Применение двух и более мер защиты в электроустановке не должно оказывать взаимного влияния, снижающего эффективность каждой из них.

Защиту при косвенном прикосновении следует выполнять во всех случаях, если напряжение в электроустановке превышает 50 В переменного и 120 В постоянного тока.

В помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и в наружных установках выполнение защиты при косвенном прикосновении может потребоваться при более низких напряжениях (например, 25 В переменного и 60 В постоянного тока или 12 В переменного и 30 В постоянного тока).

Защита от прямого прикосновения не требуется, если электрооборудование находится в зоне системы уравнивания потенциалов, а наибольшее рабочее напряжение не превышает 25 В переменного или 60 В постоянного тока в помещениях без повышенной опасности и 6 В переменного или 15 В постоянного тока – во всех остальных случаях.

Электрическая изоляция различных токоведущих проводов, частей оборудования (внутренние электрические сети, статорные обмотки электродвигателей, обмотки трансформаторов и т. п.) является основой обеспечения электробезопасности. Надежная и качественная электрическая изоляция может

обеспечить 100% электробезопасность. Однако на практике электрическая изоляция может быть разрушена от механических повреждений, действия химически активной среды, повышенной температуры, неправильной эксплуатации электроустановок. При этом может появиться напряжение на корпусах, которые обычно не находятся под напряжением.

Различают рабочую, основную, дополнительную, двойную и усиленную электрическую изоляцию.

Рабочей называется электрическая изоляция токопроводящих жил, обеспечивающая нормальную работу электроустановок и защиту от поражения электрическим током.

Основная – изоляция токоведущих частей, обеспечивающая в том числе защиту от прямого прикосновения.

Дополнительная – независимая изоляция в электроустановках напряжением до 1000 В, выполняемая дополнительно к основной изоляции для защиты при косвенном прикосновении.

Двойная – изоляция в электроустановках, состоящая из основной и дополнительной изоляций.

Усиленная – изоляция в электроустановках, обеспечивающая степень защиты от поражения электрическим током, равноценную двойной изоляции.

Согласно ТКП 339-2011, сопротивление изоляции между любым проводом и землей, а также между любыми проводами на участке, между двумя соседними предохранителями в распределительной сети напряжением до 1000 В должно составлять **не менее 0,5 МОм (500 000 Ом)**.

Изоляцию электрических машин напряжением свыше 1000 В рассчитывают по формуле

$$R = \frac{U}{1000 + P/100}, \quad (9.1)$$

где R – сопротивление изоляции, МОм; U – напряжение, В; P – номинальная мощность, кВт.

Измерение сопротивления изоляции электрических установок производят после их монтажа, ремонта и периодически в процессе эксплуатации не реже одного раза в год в помещениях с повышенной опасностью и не реже двух раз в год в особо опасных помещениях.

Корпуса электрических машин, трансформаторов, светильников и другие металлические нетоковедущие части оборудования могут оказаться под напряжением при замыкании одной из фаз на корпус. Если корпус при этом не имеет контакта с землей, то прикосновение к нему также опасно, как и прикосновение к фазе.

Защитное заземление – преднамеренное электрическое соединение металлических токопроводящих нетоковедущих частей оборудования (корпусов) с землей через естественные или искусственные заземлители.

В качестве естественных заземлителей могут быть использованы: металлические и железобетонные конструкции зданий и сооружений, находящиеся в соприкосновении с землей; металлические трубы водопровода, проложенные в

земле; другие находящиеся в земле металлические конструкции и сооружения. Не допускается использовать в качестве заземлителей трубопроводы горючих жидкостей, горючих или взрывоопасных газов и смесей, трубопроводы канализации и центрального отопления.

Искусственные заземлители могут быть из черной или оцинкованной стали, омедненными или медными. Искусственные заземлители не должны иметь окраски. Чаще всего это стержни из угловой стали, забитые в землю вертикально и соединенные между собой под землей приваренной к ним стальной полосой (рис. 9.1).

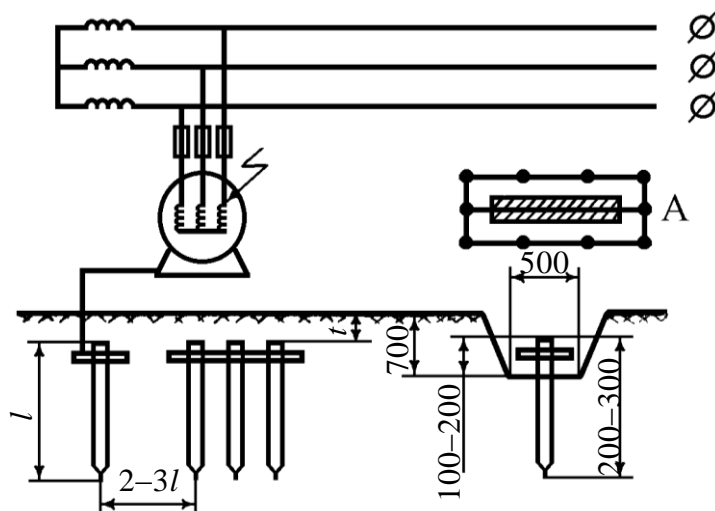


Рис. 9.1. Схема заземляющего устройства
А – расположение заземлителей в плане

Согласно ТКП 339-2011, для электроустановок напряжением до 1000 В при изолированной нейтрали трансформатора (генератора) сопротивление защитного заземления должно быть **не более 4 Ом**.

В случае пробоя одной из фаз электросети на корпус электродвигателя благодаря защитному заземлению напряжение, под которое может попасть человек, прикоснувшись к корпусу, значительно снижается. На корпусе электрического двигателя появляется напряжение, равное произведению тока замыкания на землю I_3 и сопротивления растеканию тока заземлителя R_3 :

$$U_k = I_3 \cdot R_3. \quad (9.2)$$

Ток однофазного замыкания на землю в сети напряжением до 1000 В обычно не превышает 10 А. Следовательно, напряжение на корпусе заземленного оборудования при замыкании составит $U_k = 10 \cdot 4 = 40 В$.

Поэтому ток $I_{чел}$, проходящий через тело человека, тем меньше, чем меньше сопротивление заземлителя.

Каждое заземляющее устройство имеет паспорт, в котором указана его схема, основные расчетные данные, сведения о его ремонте и о замерах сопротивления: после монтажа, в первый год после включения в работу и затем не реже 1 раза в 6 лет в энергосистемах, 1 раза в 3 года на подстанциях потребителей и ежегодно в цеховых электроустановках. Одновременно с измерением со-

противления проверяют целостность внешних заземляющих проводников, надежность присоединений естественных заземлителей, вскрывают (выборочно) грунт для осмотра электродов: не изъедены ли они коррозией и блуждающими токами. При обнаружении частей заземляющего устройства, пришедших в негодность и подверженных значительной коррозии, они должны быть заменены новыми.

В сетях с глухозаземленной нейтралью заземление как средство защиты не применяется. В этих сетях напряжение замкнувшей фазы распределяется между сопротивлениями заземления нейтрали и заземления оборудования. Поэтому напряжение U на заземленном оборудовании относительно земли зависит только от соотношения этих сопротивлений:

$$U = \frac{U_{\phi} \cdot R_3}{R_0 + R_3}, \quad (9.3)$$

где U_{ϕ} – фазное напряжение, В; R_3 – сопротивление заземления оборудования, Ом; R_0 – сопротивление заземления нейтрали, Ом. Если $R_3 = R_0$, то $U = 0,5 \cdot U_{\phi}$, В.

Следовательно, защитное заземление оборудования в сети с глухозаземленной нейтралью безопасность не обеспечивает.

Для защиты от поражения электрическим током в сетях с глухозаземленной нейтралью применяется зануление (рис. 9.2).

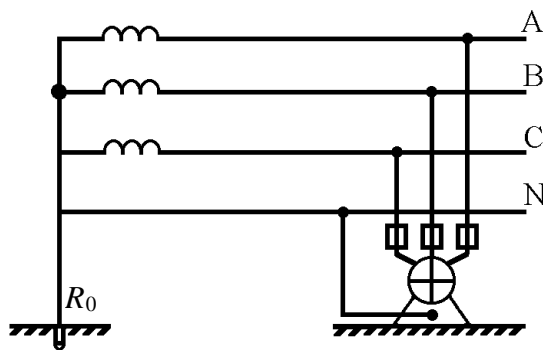


Рис. 9.2. Схема зануления оборудования

Занулением называется преднамеренное соединение металлических частей, корпусов оборудования, аппаратов, приборов, нормально не находящихся под напряжением, с нулевым проводом с помощью металлического проводника.

Основная задача зануления состоит в том, чтобы превратить замыкание фазы на корпус в однофазное короткое замыкание и вызвать тем самым отключение поврежденного оборудования от сети. В течение всего времени, пока не сгорел предохранитель или не сработал автомат защиты, замыкание на один зануленный корпус (рис. 9.3) вызывает на всем зануленном оборудовании напряжение относительно земли, опасное для человека, которое определяется по формуле

$$U = I_{к.з} \cdot R_H = \frac{U_\phi}{R_H + R_\phi} \cdot R_H = \frac{U_\phi}{1 + (R_\phi / R_H)}, \quad (9.4)$$

где $I_{к.з}$ – ток короткого замыкания, А; R_H – сопротивление нулевого провода, Ом; R_ϕ – сопротивление фазного провода, Ом.

Отношение $\frac{R_\phi}{R_H} = 0,5$, тогда $U = \frac{220}{1 + 0,5} = 146$ В.

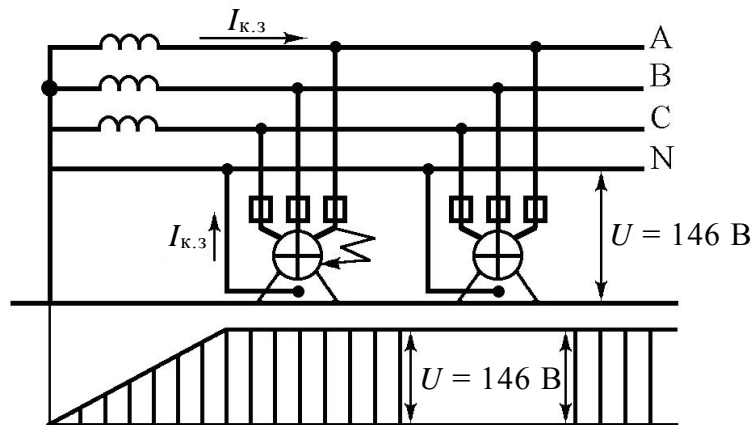


Рис. 9.3. Схема замыкания фазы на корпус зануленного оборудования

Безопасность может быть достигнута лишь при весьма кратковременном действии тока, т. е. при быстром срабатывании защиты.

Допустимое время воздействия напряжения, приложенного к телу человека, в зависимости от его величины представлено в табл. 9.1.

Однако применяемые в настоящее время системы защиты от поражения электрическим током на основе зануления (системы TN-C, TN-S, TN-C-S) не обеспечивают электробезопасность при случайном прикосновении к токоведущим частям оборудования при однофазном включении человека в электрическую сеть.

Таблица 9.1

Зависимость допустимых значений напряжения электрического тока, приложенного к телу человека, от времени его воздействия

Время воздействия, с	0,05	0,1	0,2	0,5	1,0	2,0	3,0
Допустимые напряжения, В	160	120	110	90	80	60	50

Безопасное для человека сочетание величины тока и времени его прохождения обеспечивается применением устройств защитного отключения (УЗО). **Защитное отключение** – это быстродействующая защита, обеспечивающая автоматическое отключение электроустановки при возникновении в ней опасности поражения электрическим током.

Применение УЗО обеспечивает: защиту от косвенного прикосновения, когда человек касается корпуса электроустановки, оказавшегося под напряжением вследствие повреждения изоляции; защиту от прямого прикосновения, когда человек непосредственно касается фазного провода источника питания; защиту от пожара, который может возникнуть из-за чрезмерных токов утечки.

Применение УЗО является обязательным: для групповых линий, питающих розеточные сети, находящиеся вне помещений и в помещениях особо опасных и с повышенной опасностью поражения электрическим током; для групповых линий в мобильных зданиях из металла или с металлическим каркасом; для электроустановок, в которых устройства защиты не обеспечивают нормируемого времени их отключения; для групповых линий, питающих электроприемники напряжением выше 25 В, монтируемые в ваннах, душевых и парильных помещениях (кроме электроприемников, присоединенных к сети через разделительный трансформатор); для систем электрообогрева полов и др.

Устройства защитного отключения создаются на различных принципах действия. Существуют УЗО, реагирующие на ток нулевой последовательности; на напряжение нулевой последовательности; на токи и напряжения оперативных источников питания; на напряжение корпуса электроустановки относительно земли.

В электроустановках напряжением до 1000 В наиболее широко применяются УЗО, реагирующие на дифференциальный ток утечки. Схема такого однофазного УЗО приведена на рис. 9.4.

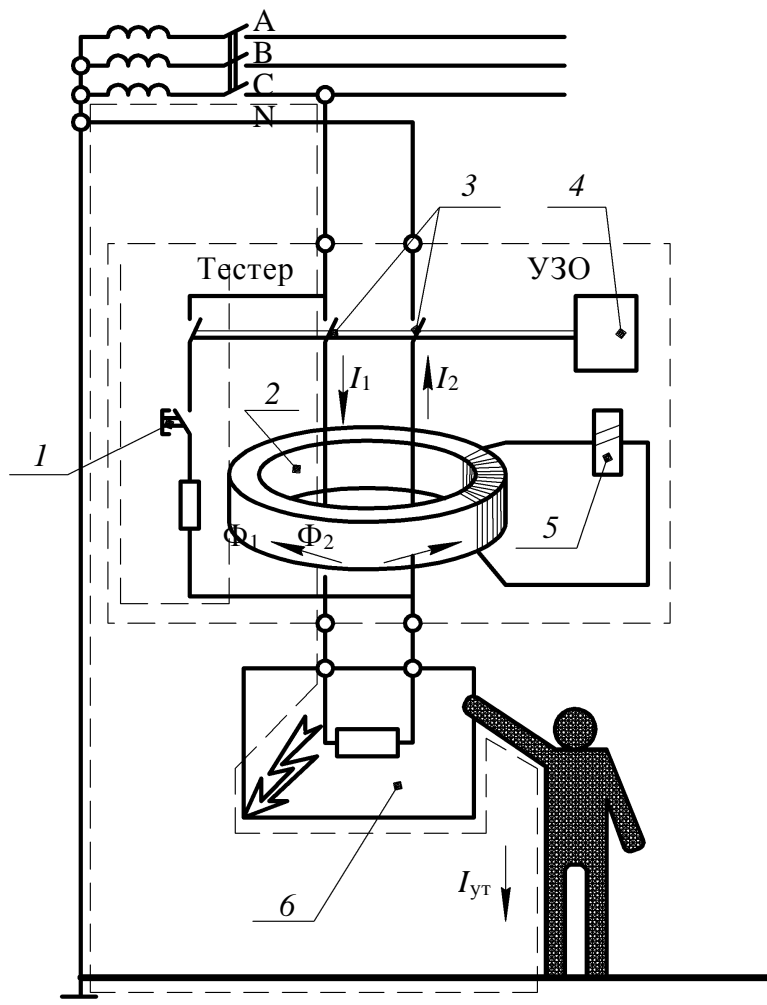


Рис. 9.4. Схема устройства защитного отключения:

- 1 – кнопка тестирования; 2 – трансформатор тока утечки; 3 – контакты;
- 4 – механизм отключения; 5 – обмотка магнитоэлектрической защелки;
- 6 – электрооборудование

Датчиком устройства служит трансформатор тока утечки 2, кольцевой магнитопровод которого охватывает провода, питающие нагрузку 6 и играющие роль первичной обмотки. При отсутствии тока утечки рабочие токи в прямом и обратном направлениях равны по величине. Они наводят в магнитопроводе противоположно направленные потоки Φ_1 и Φ_2 . Результирующий поток равен нулю, поэтому УЗО не срабатывает.

При появлении тока утечки ток в прямом направлении I_1 превышает обратный ток I_2 на величину тока утечки $I_{ут}$. В сердечнике возникает магнитный поток небаланса, и по обмотке магнитоэлектрической защелки 5 протекает ток, вызывающий ее срабатывание и воздействие на механизм 4, отключающий контакты 3. УЗО срабатывает.

Для проверки исправности УЗО предусмотрена цепь тестирования 1 (кнопка «Тест»).

УЗО являются высокоэффективным и перспективным способом защиты. В то же время они не защищают электрическую сеть от токов коротких замыканий и перегрузок и должны применяться в комплекте с автоматическими выключателями или плавкими предохранителями.

Они используются в электроустановках до 1 кВ в дополнение к защитному занулению, а также в качестве основного или дополнительного способа защиты, когда другие способы малоэффективны.

Уравнивание потенциалов – электрическое соединение проводящих частей для достижения равенства их потенциалов. **Защитное уравнивание потенциалов** – уравнивание потенциалов, выполняемое в целях электробезопасности.

Выравнивание потенциалов – снижение разности потенциалов (шагового напряжения) на поверхности земли или пола при помощи защитных проводников, проложенных в земле, в полу или на их поверхности и присоединенных к заземляющему устройству, либо путем применения специальных покрытий земли.

Электрическое разделение сетей – разделение сети на отдельные, электрически не связанные между собой участки с помощью разделительного трансформатора. Участки сети будут обладать значительно меньшей емкостью и более высоким значением сопротивления изоляции. Опасность поражения током при этом резко снижается.

Малые напряжения – напряжения, не требующие обязательного применения электрозащитных средств при работе с ручным электрифицированным инструментом. Они устанавливаются в зависимости от характеристики помещений по опасности поражения электрическим током. Для помещений без повышенной опасности – 220 В; для помещений с повышенной опасностью – 36 В; для особо опасных помещений – 12 В.

Малые напряжения применяют в целях уменьшения опасности поражения электрическим током. Они используются для питания электроинструментов, переносных светильников, местного освещения на производственном оборудовании.

Электрозащитные средства в зависимости от назначения подразделяются

на изолирующие, ограждающие и вспомогательные.

Изолирующие защитные средства делят на основные и дополнительные. К *основным защитным* средствам относят те, изоляция которых рассчитана на рабочее напряжение электроустановки и допускает прикосновение к токоведущим частям. В электроустановках до 1 кВ это диэлектрические перчатки, изолирующие штанги, инструменты с изолированными ручками, токоизмерительные клещи, указатели напряжения. В электроустановках напряжением выше 1 кВ – изолирующие штанги, изолирующие и токоизмерительные клещи, указатели напряжения.

К *дополнительным* средствам защиты в электроустановках до 1 кВ относятся: диэлектрические галоши, коврики, изолирующие подставки. В электроустановках свыше 1 кВ – диэлектрические перчатки, боты, коврики, изолирующие подставки.

Ограждающие средства предназначены для временного ограждения токоведущих частей, а также для заземления отключенных токоведущих частей с целью устранения опасности при случайном появлении напряжения (временные заземления).

К *вспомогательным* средствам относятся защитные очки, рукавицы, предохранительные пояса, страховочные канаты, «когти» и др.

2. Описание работы приборов для контроля сопротивления заземляющего устройства и сопротивления изоляции электроустановок

2.1. Приборы для контроля сопротивления заземляющего устройства

Измерение сопротивления заземляющего устройства на производстве ведется с помощью измерителя заземления РНИ-1.1, приборов М416, МС-08.

2.1.1. Работа с измерителем заземления РНИ-1.1

Перед началом работы производится проверка исправности прибора. Для этого переключатель диапазонов измерения «П₁» ставится в положение «×1», а переключатель рода работ «П₂» – в положение «Контроль».

Вращая рукоятку генератора со скоростью 120 об./мин, с помощью потенциометра «Р» стрелка гальванометра устанавливается в нулевое положение. Показания на лимбе потенциометра при исправном приборе должны быть равны $10 \pm 0,5$ Ом.

Затем прибор подключается к измеряемому заземлению в соответствии со схемой (рис. 9.5).

Переключатель «П₁» ставится в положение «×5», а «П₂» – в положение «Измерение». Вращая ручку прибора со скоростью 2 об./с, с помощью потенциометра стрелка гальванометра устанавливается на нуль. Величина измеряемого сопротивления устанавливается на лимбе потенциометра.

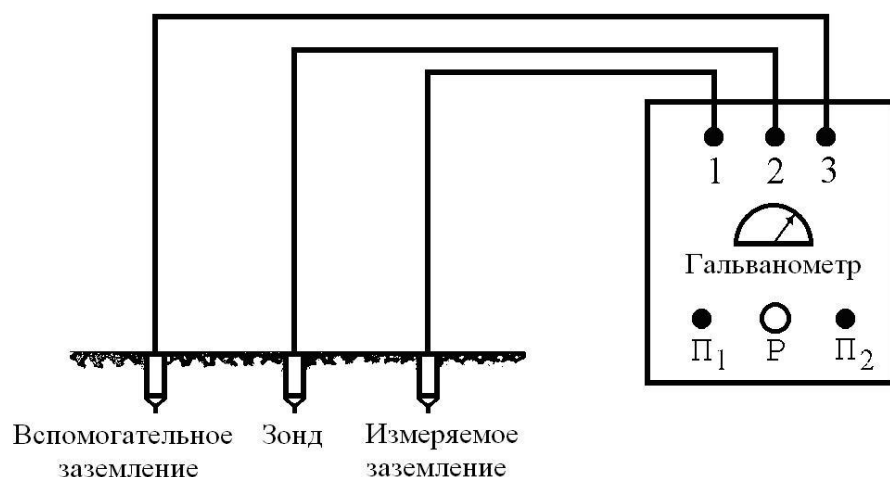


Рис. 9.5. Схема подключения прибора РНИ-1.1

Если величина сопротивления не превышает 10 Ом, то переключатель «П₁» ставится в положение «×1» и производится более точное измерение.

2.1.2. Работа с измерителем заземления МС-08

Собирается схема, как показано на рис. 9.6.

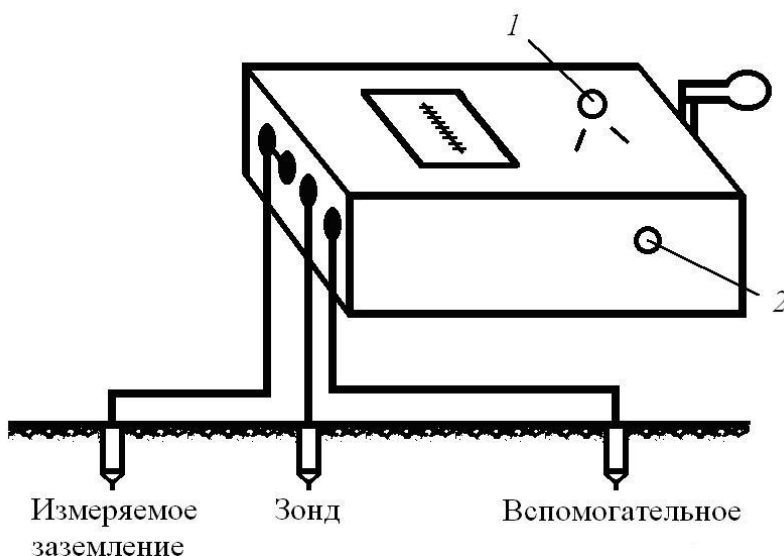


Рис. 9.6. Схема подключения прибора МС-08:
1 – переключатель; 2 – реостат

1. Перемычкой соединяются между собой зажимы «J₁» и «E₁» и присоединяются к измеряемому заземлению.
2. Зажим «E₂» присоединяется к зонду.
3. Зажим «J₂» – к вспомогательному заземлению.

Переключатель 1 ставится в положение «Регулировка».

Вращая ручку генератора по часовой стрелке со скоростью 120 об./мин, ручкой реостата 2 регулируется прибор, устанавливая стрелку прибора на красной отметке шкалы.

Внимание! Нельзя вращать ручку генератора при установке переключателя *1* в положении «Регулировка» и отсоединенном в это время заземлителе и зонде.

Переключатель *1* ставится в положение «Измерение $\times 0,1$ ».

Вращая ручку генератора, по шкале прибора отсчитывается величина измеряемого заземления и умножается на 0,1.

2.1.3. Работа с измерителем заземления М-416

Переключатель устанавливается в положение «Контроль 5 Ом».

Удерживая в нажатом состоянии красную кнопку, вращением ручки «Реохорд» стрелка индикатора выводится на нулевую отметку. На шкале реохорда при этом должно быть показание $5 \pm 0,5$ Ом.

Собирается схема, как показано на рис. 9.7.

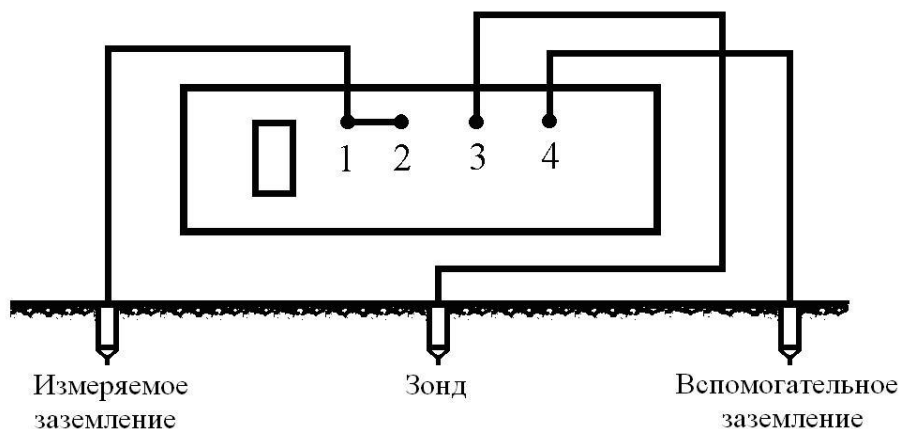


Рис. 9.7. Схема подключения прибора М-416

Переключатель устанавливается в положение « $\times 1$ ».

Удерживая в нажатом состоянии красную кнопку, вращением ручки «Реохорд» стрелка индикатора выводится на нулевую отметку. Результат определяется по шкале реохорда.

Если измеренное сопротивление окажется больше 10 Ом (стрелка индикатора не выводится на нулевую отметку), то переключатель устанавливается в положение « $\times 5$ », « $\times 20$ » или « $\times 100$ ». Результат измерения равен произведению показания шкалы реохорда и множителя.

2.2. Приборы для контроля сопротивления изоляции электроустановок

Измерение сопротивления изоляции электроустановок на производстве ведется с помощью приборов М1101М, М4124.

2.2.1. Работа с мегомметром М1101М

Прибор состоит из генератора постоянного тока с ручным приводом, лого-

метра и добавочных сопротивлений.

Шкала прибора имеет два ряда отметок: правая шкала соответствует пределу измерения от 0 до 500 МОм, левая от 0 до 1000 кОм (рис. 9.8). Для переключения прибора на ту или иную шкалу имеется специальный переключатель «кОм/МОм». Измеряемое сопротивление присоединяется к зажимам «Линия» и «Земля».

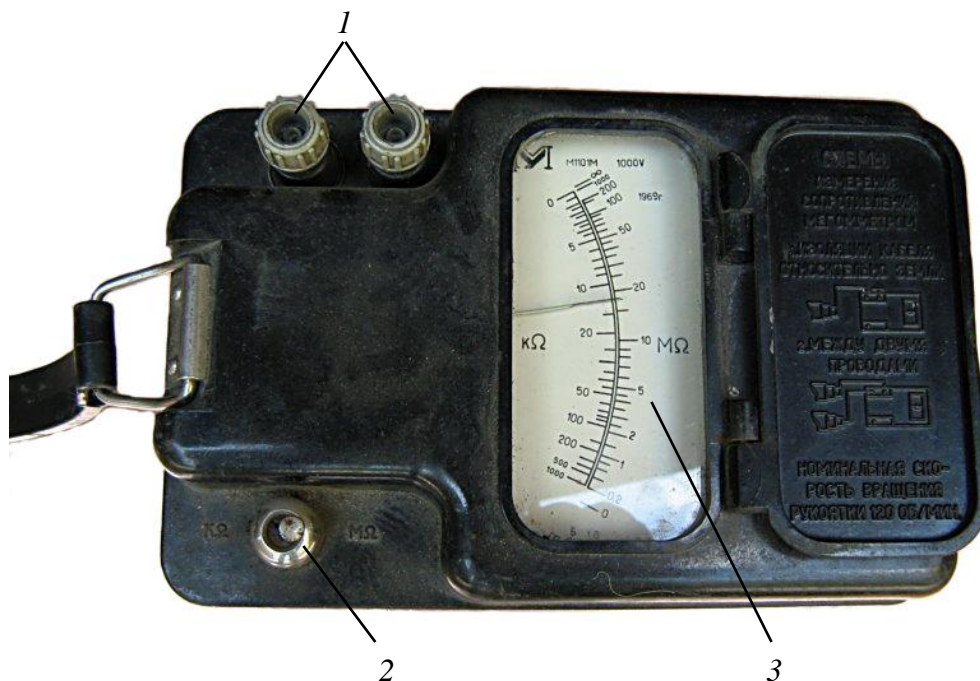


Рис. 9.8. Внешний вид мегомметра М1101М:
1 – зажимы «Линия» и «Земля»; 2 – переключатель «кОм/МОм»;
3 – измерительная шкала

Перед измерениями необходимо убедиться в отсутствии напряжения в испытываемых цепях и в исправности прибора. **Проводить измерения в цепях, находящихся под напряжением, запрещается!**

Для проверки исправности прибора необходимо: установить его горизонтально, отстегнуть ручку для переноски, открыть крышку смотрового окна, переключатель пределов измерения «кОм/МОм» поставить в положение «МОм», установить ручку генератора в рабочее положение (находится с правой стороны прибора).

В исправном приборе при вращении рукоятки по часовой стрелке со скоростью 120 об./мин стрелка должна установиться на отметке «∞» шкалы «МОм».

Для измерения сопротивления жил кабеля относительно земли к клемме «Земля» прибора подключается с помощью соединительного провода исправное (допустимое по ТКП 339-2011) заземляющее устройство, а к клемме «Линия» – поочередно все жилы кабеля. Переключатель пределов измерения устанавливается в положение «МОм». Плавно вращая рукоятку прибора по часовой стрелке с номинальной скоростью 120 об./мин, производится отсчет по соответствующей шкале.

Для измерения сопротивления всех жил кабеля относительно друг друга жилы, сопротивление которых измеряется, подключаются к клеммам прибора, причем не имеет значения, какую жилу и к какой клемме подключать.

2.2.2. Работа с прибором М4124

При измерении сопротивления изоляции жил кабеля относительно земли подсоединить одну клемму прибора к исправному (допустимому по ТКП 339-2011) заземляющему устройству, а вторую – к жиле кабеля, у которой контролируется изоляция.

Нажать на одну из кнопок в соответствии с величиной измеряемого сопротивления и произвести отсчет величины сопротивления изоляции по соответствующей шкале прибора.

При измерении сопротивления жил кабеля относительно друг друга к прибору присоединяются обе контролируемые жилы.

2.3. Порядок выполнения работы

Лабораторный стенд (рис. 9.9) разделен на две части. Слева выведены три клеммы, эмитирующие измеряемые заземляющие устройства, а также клеммы «Зонд» и «Вспомогательное заземление». Справа выведены жилы пятижильного кабеля.

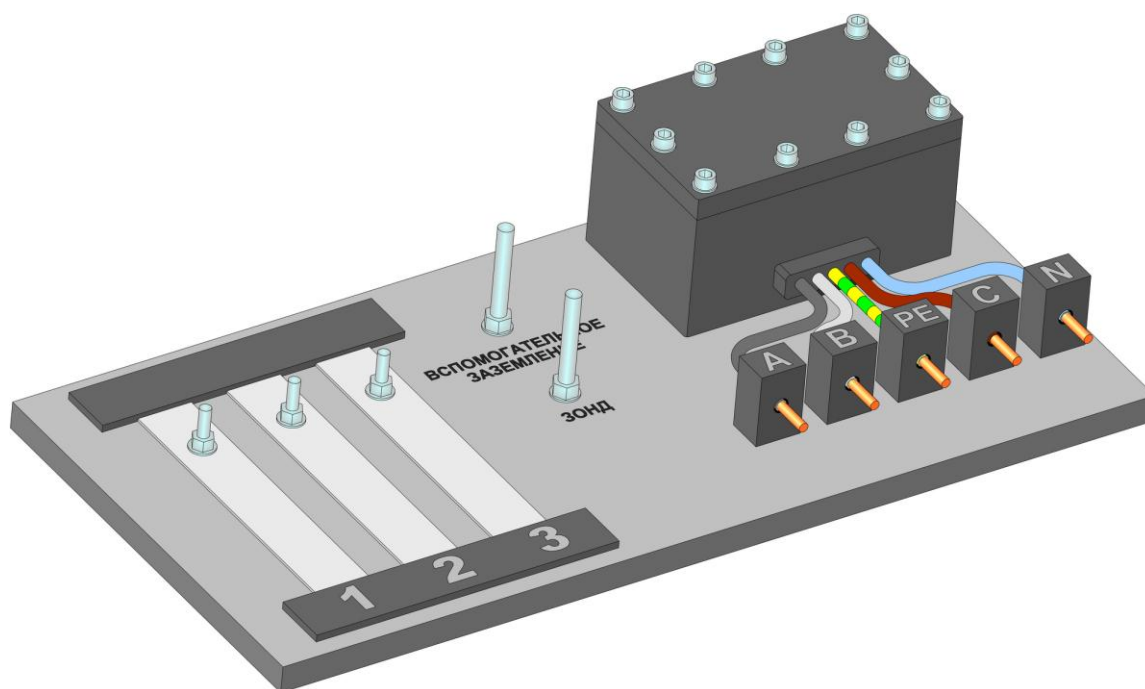


Рис. 9.8. Внешний вид лабораторного стенда:

Измерение сопротивления заземляющего устройства и изоляции электропроводов производится в лабораторной работе одним из указанных в п. 2.1 приборов.

Перед началом работы необходимо выяснить у преподавателя, какие приборы в данный момент используются для измерений.

1. При измерении сопротивления заземляющего устройства необходимо измерить три заземления и определить, какие из них соответствуют требованиям ТКП 339-2011.

Измерения произвести в соответствии с описанием работы используемого в данный момент прибора согласно п. 2.1. Результаты измерений и выводы о сопротивлении заземлителей занести в табл. 9.2.

Таблица 9.2

Результаты измерения сопротивления заземлителей

Номер заземлителя	Величина сопротивления, Ом	Выводы о качестве заземления (допустимо, недопустимо)
1		
2		
3		

2. Для измерения сопротивления изоляции проводов пятижильного кабеля используйте описание работы используемого в данный момент прибора согласно п. 2.2.

Измерение сопротивления жил кабеля относительно земли проводить, используя исправное заземление (из трех, измеренных выше). При измерении сопротивления всех жил кабеля относительно друг друга вначале измеряется сопротивление 1-й жилы кабеля относительно оставшихся 2-й, 3-й, ..., 5-й; затем 2-й жилы относительно – 3-й, 4-й, 5-й и т. д. Результаты измерений занести в табл. 9.3.

Таблица 9.3

Результаты измерения сопротивления изоляции проводов

Сопротивление изоляции жил кабеля относительно друг друга, МОм						Сопротивление изоляции жил кабеля относительно земли, МОм	Вывод о качестве изоляции (допустимо, недопустимо)
—	A	B	C	N	PE		
A	—						
B		—					
C			—				
N				—			
PE					—		

Указать, между какими парами жил сопротивление недопустимо.

Контрольные вопросы

1. Как подразделяются помещения по характеру окружающей среды согласно ТКП 339-2011?
2. Классификация помещений по опасности поражения электрическим током и применяемые малые напряжения.
3. Назовите виды электрической изоляции.

4. Требования, предъявляемые к изоляции электрических проводов и периодичность контроля.

5. Какие способы и средства используются для обеспечения электробезопасности?

6. В каких сетях применяется защитное заземление оборудования?

7. Как выполняется защитное заземление оборудования?

8. Какие факторы влияют на эффективность заземляющего устройства?

Периодичность контроля.

9. В каких сетях применяется зануление электрического оборудования?

10. Как выполняется зануление оборудования?

11. Какие электрозащитные средства Вы знаете?

12. Приборы контроля сопротивления заземляющих устройств и изоляции электрических проводов.

Литература

1. Электроустановки на напряжение до 750 кВ. Линии электропередачи воздушные и токопроводы, устройства распределительные и трансформаторные подстанции, установки электросиловые и аккумуляторные, электроустановки жилых и общественных зданий. Правила устройства и защитные меры электробезопасности. Учет электроэнергии. Нормы приемо-сдаточных испытаний: ТКП 339-2011. – Введ. 01.12.11. – Минск: Минэнерго, 2011. – 593 с.

2. Челноков, А. А. Охрана труда: учебник / А. А. Челноков, И. Н. Жмыхов, В. Н. Цап; под общ. ред. А. А. Челнокова – Минск: Выш. шк., 2011. – 671 с.

3. Гармаза, А. К. Охрана труда: учеб. пособие для студентов высших учебных заведений по специальностям лесного профиля / А. К. Гармаза, И. Т. Ермак, Б. Р. Ладик – Минск: БГТУ, 2010. – 366 с.