

## Лабораторная работа № 3

# ПРОВЕРКА СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ В ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ПОМЕЩЕНИИ

## Введение

Опасность поражения электрическим током среди других опасностей производства отличается тем, что человек не в состоянии обнаружить наличие электрического тока на деталях электрифицированных установок, с которыми выполняются работы, без специальных приборов. В связи с такой особенностью электротравматизма в электроустановках должны быть предусмотрены меры защиты, которые максимально исключили бы возможность поражения человека и животных электрическим током.

*Электробезопасность* - это система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества (ГОСТ 12.1.009-76).

## 1. Средства индивидуальной защиты от поражения электрическим током

*Защитными средствами* называют приборы, аппараты, приспособления и устройства, служащие для защиты работающего в электроустановках персонала от поражения электрическим током, ожогов электрической дугой, механических повреждений, падения с высоты.

Их подразделяют на основные и дополнительные изолирующие защитные средства, а также на вспомогательные приспособления.

Средства защиты, применяемые в электроустановках, могут быть условно разделены на 4 группы: изолирующие, ограждающие, экранирующие и предохранительные. Первые три группы предназначены для защиты персонала от поражения электрическим током и вредного воздействия электрического поля и называются электрозащитными средствами.

**Изолирующие электрозащитные средства** изолируют человека от токоведущих или заземленных частей, а также от земли. Они делятся на основные и дополнительные.

Основные изолирующие электрозащитные средства обладают изоляцией, способной длительно выдерживать рабочее напряжение электроустановки, и поэтому ими разрешается касаться токоведущих частей, находящихся под напряжением. К ним относятся:

- в электроустановках до 1 кВ – диэлектрические перчатки, изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками, а также указатели напряжения;

- в электроустановках выше 1 кВ – изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, указатели напряжения, а также средства для ремонтных работ под напряжением выше 1 кВ (рис.1).

**Дополнительные изолирующие электрозащитные средства** не обладают изоляцией, способной выдержать рабочее напряжение электроустановки, и поэтому они не могут служить защитой человека от поражения током при этом напряжении. Их назначение – усилить защитное (изолирующее) действие основных изолирующих средств, вместе с которыми они должны применяться; причем при использовании основных электрозащитных средств достаточно одного дополнительного электрозащитного средства.

К дополнительным изолирующим электрозащитным средствам относятся:

- в электроустановках до 1 кВ – диэлектрические галоши и коврики, а также изолирующие подставки;

- в электроустановках выше 1 кВ – диэлектрические перчатки, боты и ковры, а также изолирующие подставки.

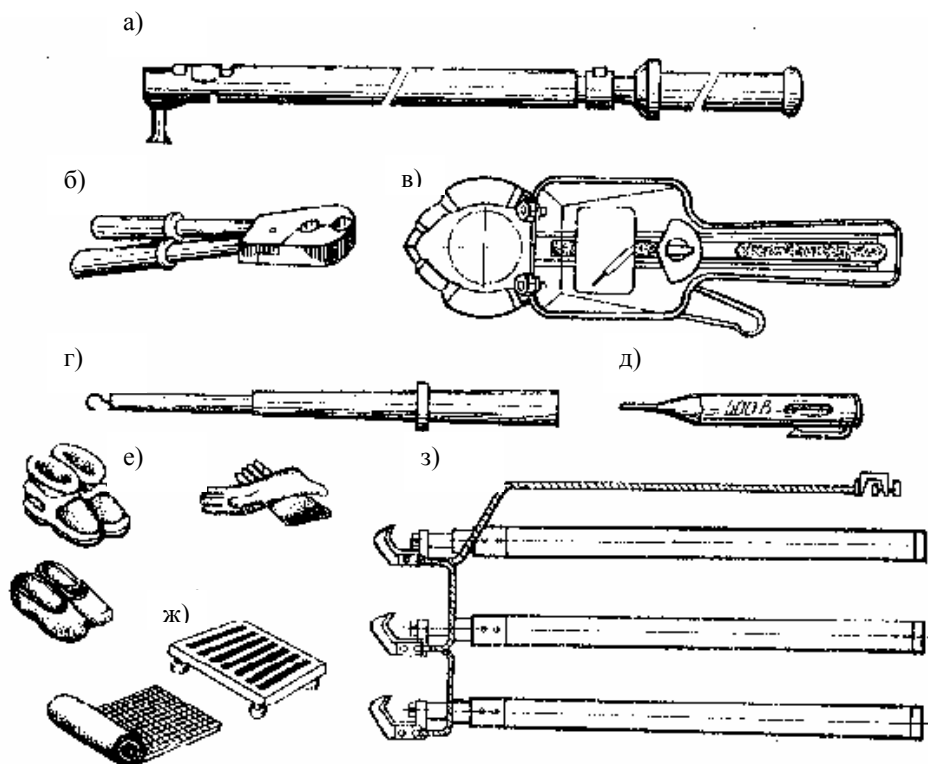


Рис. 1. Изолирующие защитные средства: а – изолирующая штанга; б – изолирующие клещи; в – измерительные клещи; г – измеритель напряжения более 1 кВ; д – то же менее 1 кВ; е – диэлектрические перчатки, галоши; ж – коврики, подставки; з – переносное заземление

Вспомогательные приспособления предназначены для защиты людей от сопутствующих опасных и вредных производственных факторов при работе с электрооборудованием и, кроме того, от падения с высоты. К ним относятся экранирующие комплекты и устройства для защиты от воздействия электрического поля, противоголазы, защитные каски, страховочные канаты, монтерские когти, предохранительные монтерские пояса и т.п.

### **1.1. Приборы для обнаружения электрического тока**

Для определения напряжения в низковольтных электроустановках предназначены токоискатели или указатели напряжения до 500В. В быту используются для этой цели специальные указатели (индикаторы) напряжения типа УНН-1, напоминающие авторучку.

Такие указатели содержат лампочку и добавочное сопротивление. Лампочка светится от активного тока утечки, протекающего через тело человека, но сопротивление резистора (добавочное сопротивление) таково, что этот ток не ощущается человеком.

Определение наличия или отсутствия опасного тока с помощью бытового индикатора напряжения заключается в том, что штырем индикатора прикасаются к токоведущей части или к корпусу электроустановки и одновременно прикасаются к торцу металлической пуговки (металлическому кольцу) индикатора. Если индикаторная лампочка загорается, то на токоведущей части или на корпусе установки имеется опасное напряжение (свыше 30В); если же лампочка не горит, то опасного потенциала нет. В настоящее время в продаже имеются индикаторы с использованием жидкокристаллического экрана, позволяющего определить величину напряжения, а также ряд других параметров, например таких, как обрыв в скрытой проводке.

На производстве в установках напряжением 380/220 Вольт пользуются двухжильным указателем напряжения до 500 Вольт типа ТИ-2. Устройство его такое же, как и бытового

индикатора напряжения, но контакт с «землей» выполняется прикосновением второго к нулевому проводу или к заземлению металлической конструкции установки.

При работе с двухжильным индикатором ТИ-2 надо одним штырем прикоснуться к токоведущей части или к корпусу электроустановки, а другим - к нулевому проводу или к заземленной части электроустановки. Держать индикаторы надо только за пластмассовый корпус, не выше специальных колец-ребер, чтобы не получить электротравму.

Кроме того, в практике широко используются ампервольтметры, тесторы, мультиметры, способные измерить различные параметры переменного и постоянного тока электрооборудования.

### ***1.2. Средства индивидуальной защиты***

При работе в электроустановках напряжением до 1000В пользуются инструментом с рукоятками, покрытыми влагостойким нехрупким изоляционным материалом. Изоляционные чехлы для рукояток изготавливают либо на месте, либо заводским способом, причем в последнем случае делают чехлы из полиэтилена. Инструменты с изолированными рукоятками после изготовления испытывают напряжением 2500В при частоте 50 Гц в течение 1 мин. Если за это время не произойдет пробоя изоляции, считают, что инструмент выдержал испытание. Инструмент с изолированными рукоятками хранят в сухом помещении, проверяя перед каждым употреблением состояние изоляции при внешнем осмотре.

Наиболее распространенные защитные средства от поражения электрическим током: диэлектрические перчатки, боты, галоши, диэлектрические коврики.

Диэлектрические перчатки в электроустановках напряжением до 1000В применяют как основные защитные средства. Они могут быть клееные и бесшовные, причем последние реже повреждаются механически и внешние дефекты на них легко обнаружить. Толщина слоя резины перчаток составляет 0,7 мм. Перчатки сохраняют эластичность при температуре окружающей среды от  $-40^{\circ}$  до  $+40^{\circ}$ С. Но перед каждым употреблением их следует проверять. По клейму устанавливают напряжение, на которое они рассчитаны, и не истек ли срок очередного испытания. При проверке на герметичность манжеты закатывают так, чтобы перчатки находились под давлением воздуха.

Диэлектрические галоши и боты являются защитными средствами от напряжения шага в электроустановках любого напряжения. Их изготавливают из специальной резины светлого или бежевого цвета без какого-либо покрытия. Обычные галоши не могут заменить диэлектрические, т.к. их резина содержит сажу, проводящую электроток. Надевают диэлектрические галоши и боты поверх обуви.

Диэлектрические коврики используют как дополнительное защитное средство в закрытых электроустановках. Если напряжение не превышает 1000В, можно брать коврики из резины, выдерживающей испытательное напряжение.

### ***1.3. Организация хранения и испытания защитных средств***

Для каждого защитного средства существуют свои правила хранения, соблюдение которых удлиняет срок их службы.

Защитные средства из резины хранят в специальных шкафах, на стеллажах отдельно от инструмента и защищают от воздействия масел, бензина, других веществ, разрушающих резину, а также предохраняют от прямого воздействия солнечных лучей и нагревательных приборов.

Указатели напряжения и токоизмерительные клещи кладут в футляры.

Временные ограждения, как правило, ставят там, где находится распределительное устройство, если они не загромождают проходы.

Все основные изолирующие защитные средства рассчитаны на применение в закрытых или открытых распределительных устройствах и на воздушных линиях электропередачи только в сухую погоду. Использовать их на открытом воздухе в сырую погоду запрещается. Для работы в таких условиях предназначены изолирующие средства специальной конструкции.

На защитных средствах, прошедших испытания (кроме инструмента с изолированными рукоятками) обязательно ставят штамп, в котором указывают номер, срок действия и напряжение электроустановки (табл. 3.1). Нельзя пользоваться защитными средствами, срок испытания которых истек.

Таблица 3.1

Сроки испытаний защитных средств от поражения электрическим током

Защитное средство	Напряжение электроустановки	Срок периодических испытаний, мес.	Срок периодических осмотров, мес.
Изолирующие клещи	до 1000В	24	12
Указатели напряжения, работающие на принципе протекания активного тока	до 500В	12	перед употреблением
Инструмент с изолирующими рукоятками	до 1000В	12	то же
Перчатки резиновые диэлектрические	до 1000В	6	то же
Галоши резиновые диэлектрические	до 1000В	12	6
Коврики резиновые диэлектрические	до 1000В	24	12

## 2. Средства коллективной защиты от поражения электрическим током

Безопасность эксплуатации электрических установок достигается тем, что исключается возможность прикосновения человека к токоведущим частям, находящимся под напряжением.

Для защиты от поражения электрическим током применяют следующие технические меры защиты:

- *изоляция токоведущих частей*, проводов путем нанесения на них диэлектрического материала (пластмасс, резины и т. п.);
- *недоступность расположения проводов*, токоведущих частей (воздушные линии электропередачи на опорах, электрические кабели в земле и др.);
- *ограждения и оболочки электроустановок* (например, кожухи на электрорубильниках, заборы на подстанциях и др.). Вход за ограждение и вскрытие оболочки должны быть возможны только с применением специального ключа или инструментов или после снятия напряжения;
- *блокировочные устройства*, автоматически отключающие напряжение в электроустановках при снятии с них защитных кожухов, оболочек, ограждений;
- *сверхнизкое (малое) напряжение*, не превышающее 50 В для переменного и 120 В — постоянного тока (например, для питания электрифицированных инструментов, светильников местного освещения в условиях повышенной электроопасности);
- *защитное электрическое разделение цепей* с применением разделительного трансформатора (трансформатора, у которого первичная обмотка отделена от вторичной обмотки, что исключает при пробое изоляции обмотки переход высокого напряжения на низкую сторону);

- *автоматическое отключение питания* (например, с помощью устройств защитного отключения (УЗО), реагирующих на изменения каких-либо электрических параметров, повышенного тока, дифференциального тока и др.);
- *защитное заземление* или *зануление* корпусов электроустановок;
- *уравнивание потенциалов*;
- *выравнивание потенциалов*;
- *изолирующие площадки*, полы, зоны, помещения, когда другие меры обеспечения безопасности не могут быть выполнены;
- *предупреждающую сигнализацию* (например, звуковую или световую при появлении напряжения на корпусе электроустановки, надписи, плакаты, знаки);
- *средства индивидуальной защиты* и др.

Ни одно из известных средств не гарантирует полной безопасности, поэтому на практике для одной и той же цели применяют несколько средств, например, устройство защитного заземления и защитного отключения, блокировки и знаки

ГОСТ 12.1.009 – 76 «Электробезопасность. Термины и определения» различает следующие виды изоляции: рабочую, дополнительную, двойную.

**Рабочая изоляция** обеспечивает нормальную работу электроустановок и защиту от поражения электрическим током.

**Дополнительная изоляция** предусмотрена, наряду с рабочей, для защиты от поражения электрическим током в случае повреждения рабочей изоляции.

**Двойной** называется изоляция, состоящая из рабочей и дополнительной. Материалы, используемые для рабочей и дополнительной изоляции, имеют различные свойства, что делает маловероятным одновременное их повреждение.

С двойной изоляцией изготавливаются отдельные электротехнические изделия, например, ручные светильники, ручные электрические машины (электроинструмент), разделяющие трансформаторы. Часто в качестве дополнительной изоляции используется корпус электроприемника, выполненный из изоляционного материала. Такой корпус защищает от поражения электрическим током не только при пробое изоляции внутри изделия, но и при случайном прикосновении рабочей части инструмента к токоведущей части. Если же корпус изделия металлический, то роль дополнительной изоляции играют изоляционные втулки, через которые питающий кабель проходит внутрь корпуса, и изолирующие прокладки, отделяющие электродвигатель от корпуса.

**Усиленная изоляция** используется только в тех случаях, когда двойную изоляцию затруднительно применить по конструктивным причинам, например в выключателях, щёткодержателях и др. На паспортной табличке такого изделия помещается знак – квадрат внутри квадрата.

При эксплуатации электроинструмента с двойной изоляцией необходимо ежемесячное испытание изоляции мегаомметром, а при каждой выдаче для работы – проверка отсутствия замыкания на корпус при помощи специального прибора – нормометра.

Поддержание сопротивления изоляции на высоком уровне уменьшает вероятность замыканий на землю, на корпус и поражений людей электрическим током. Контроль изоляции может быть приёмосдаточным, периодическим или постоянным (непрерывным).

В малоразветвлённых сетях с изолированной нейтралью, где емкость фаз относительно земли невелика, сопротивление изоляции является основным фактором безопасности. Поэтому ПУЭ требует в сетях до и выше 1 кВ с **изолированной нейтралью** осуществлять постоянный контроль изоляции.

В сетях с большой емкостью и в сетях с **заземленной нейтралью** сопротивление изоляции не определяет безопасности, однако повреждение изоляции может стать причиной поражения при прикосновении к изолированной токоведущей части. Поэтому и в таких сетях должен проводиться контроль изоляции, правда, можно ограничиться

периодическим контролем.

Правила предусматривают проведение периодических проверок сопротивления изоляции мегаомметром. Измеряется сопротивление изоляции каждой фазы относительно земли и между фазами на каждом участке между двумя последовательно установленными предохранителями, выключателями и другими устройствами или за последним предохранителем (выключателем). Согласно Правилам эксплуатации электроустановок потребителей (ПЭЭП) сопротивление изоляции должно быть не ниже:

- для силовых кабелей напряжением до 1000 В — 0,5 МОм при проверке мегаомметром с напряжением 2500 В в течение 1 мин,
- для обмоток статора электродвигателя переменного тока до 1000 В — 1 МОм при температуре 10-30°C, а при температуре 60°C — 0,5 МОм,
- для обмоток ротора — 0,2 МОм (напряжение мегаомметра — 1000 В);
- для проводов электрического освещения — 0,5 МОм (при напряжении мегаомметра — 1000 В)

Неудобство таких измерений состоит в том, что они должны проводиться при полном снятии напряжения с установки и при отключенных электроприемниках (в осветительных сетях – при вывернутых лампах накаливания). В настоящее время разработаны приборы, позволяющие измерять сопротивление изоляции под напряжением и при включенных электроприемниках.

Если по условиям работы токоведущие части электрооборудования изолировать невозможно, например ножи рубильников, то их ограждают. В электроустановках напряжением до 1000В расстояние от сетчатого ограждения до голых токоведущих частей должно быть не менее 100 мм, а от сплошного - не менее 50 мм.

Располагая токоведущие части электроустановок на недоступной (более 2 м) высоте, также исключают возможность прикосновения к ним человека.

Радикальное средство защиты от случайного появления напряжения на металлических частях электрооборудования (корпуса машин и аппаратуры, оболочки кабелей, стальные трубы и др.), не находящихся под напряжением, - устройство заземления и зануления.

В вопросах применения и практического выполнения защитного заземления и зануления следует руководствоваться требованиями не только ПУЭ, но и ГОСТ Р 50571. В ГОСТ Р 50571.2 – 94 «Электроустановки зданий. Часть 3. Основные характеристики» приводится классификация систем заземления электрических сетей:

IT, TT, TN-C, TN-C-S, TN-S (рис.3.1).

Применительно к сетям переменного тока напряжением до 1 кВ обозначения имеют следующий смысл.

**Первая буква** - характер заземления источника питания (режим нейтрали вторичной обмотки трансформатора):

- **I** – изолированная нейтраль;
- **T** – глухозаземленная нейтраль.

**Вторая буква** – характер заземления открытых проводящих частей (металлических корпусов) электроустановки:

- **T** – непосредственная связь открытых проводящих частей (ОПЧ) с землей (защитное заземление);
- **N** – непосредственная связь ОПЧ с заземленной нейтралью источника питания (зануление).

**Последующие буквы** (если они имеются) – устройство нулевого рабочего и нулевого защитного проводников:

- **S** – нулевой рабочий (N) и нулевой защитный (PE) проводники объединены по всей сети;

- C-S – проводники N и PE объединены в части сети;
- S – проводники N и PE работают отдельно во всей сети.

Проводники, используемые в различных типах сетей, должны иметь определенные обозначения и расцветку (табл.3.2).

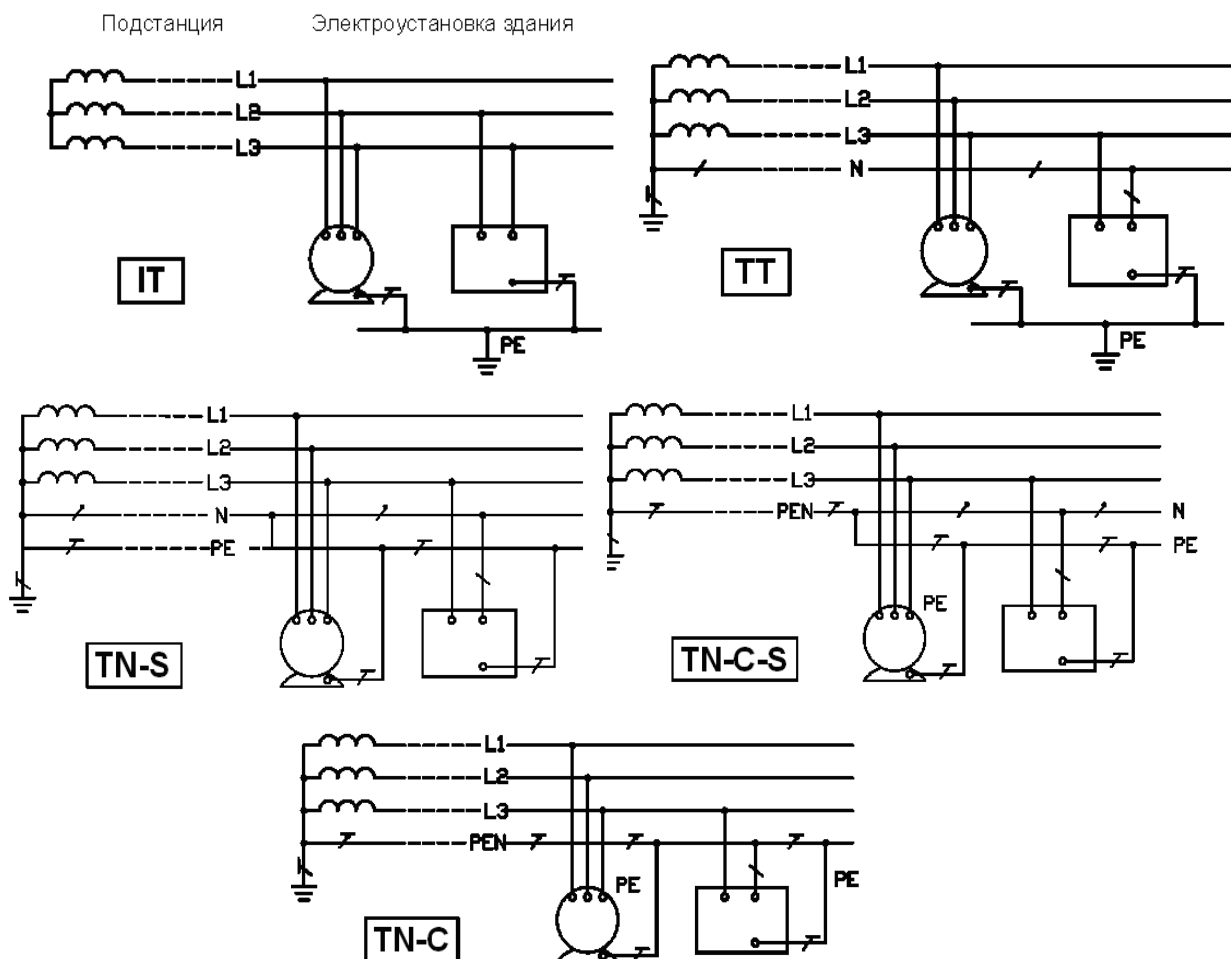


Рис. 3.1. Разновидности систем заземления

Таблица 3.2

Обозначение проводников

Наименование проводника	Обозначение		Расцветка
	буквенное	графическое	
Нулевой рабочий	N		Голубой
Нулевой защитный (защитный)	PE		Желто-зеленый
Совмещенный нулевой рабочий и нулевой защитный	PEN		Желто-зеленый с голубыми по концам метками, наносимыми при монтаже
Фазный	в трехфазной сети L <sub>1</sub> , L <sub>2</sub> , L <sub>3</sub> в однофазной сети L		Все цвета, кроме вышеперечисленных

Область применения этих способов защиты определяется режимом нейтрали и классом напряжения электроустановки.

Защитным заземлением называют преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей электроустановок, которые могут оказаться под напряжением.

Заземляющее устройство состоит из заземлителя и проводника, соединяющего металлические части электроустановок с заземлителем. В качестве искусственных заземлителей применяют заглубляемые в землю стальные трубы, уголки штыри или полосы; естественных – уложенные в землю водопроводные или канализационные трубы, кабели с металлической оболочкой и т.п.

Принцип действия защитного заземления заключается в снижении до безопасных значений напряжений прикосновения и шага в случае появления электрического потенциала вследствие замыкания тока на металлические корпуса электрооборудования или других причин.

В трехфазных четырехпроводных сетях напряжением 380/220 В применяют защитное зануление - преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей оборудования, которые могут оказаться под напряжением, например при повреждении изоляции.

Защитное действие зануления заключается в том, что при повреждении изоляции любой фазы электроприемника возникает однофазное короткое замыкание. В результате образования токов короткого замыкания происходит автоматическое отключение поврежденного электроприемника или участка сети защитной аппаратурой (предохранителем, автоматическим выключателем). До момента отключения напряжение на зануленной металлической части электроприемника снижается в сравнении с фазным напряжением благодаря связи с заземленной нейтралью.

Недостаток зануления в том, что при обрыве нулевого провода все электроприемники за точкой обрыва оказываются без защиты. Чтобы устранить этот недостаток, повторно заземляют нулевые провода воздушных линий электропередачи. Повторные заземления устраивают по концам как магистральных, так и ответвительных линий при их длине не более 200 м, а также на вводах в здания, внутри которых применяется зануление. Расстояние от электроприемников, расположенных вне здания и подлежащих занулению, до ближайшего повторного заземления или до заземления нейтрали должно быть не более 100м.

На животноводческих фермах и комплексах применяют устройство выравнивания электрических потенциалов (УВЭП) между электропроводящим полом или землей, с одной стороны, и доступными для прикосновения металлическими нетоковедущими частями электроустановок и технологического оборудования, а также металлическими трубопроводами - с другой. Принцип электрозщитного действия УВЭП заключается в уменьшении до допустимых пределов разности потенциалов, приходящейся на тело человека или животного, стоящих на полу (или на земле) и касающихся металлических нетоковедущих частей, оказавшихся под напряжением.

УВЭП в животноводческих помещениях выполняют в виде частой металлической сетки, закладываемой в бетонную подготовку пола помещения и электрически соединенной с металлическими нетоковедущими частями технологического оборудования, доступного для прикосновения животным. Если на этих металлических частях появляется электрический потенциал, то такой же потенциал оказывается и на металлической сетке. Деревянный настил пола, на котором стоят животные, всегда влажный, и его удельное сопротивление незначительно. Поэтому потенциал пола в зоне размещения животных близок к потенциалу сетки, а возможное напряжение прикосновения (разность потенциалов, приходящаяся на



тело животных) оказывается безопасным. Для удешевления УВЭП применяют вместо сетки металлические полосы и провода, проложенные под полом, где размещены животные.

При обслуживании электроустановок широко применяют специальные плакаты: предостерегающие «Под напряжением, опасно для жизни!», «Не влезай, убьет!», «Стой, опасно для жизни!», запрещающие «Не включать, работают люди», разрешающие «Работать здесь», «Влезать здесь» и напоминающие «Заземлено», которые вывешиваются в соответствующих местах.

### 3. Измеритель сопротивления заземления М-416

Сопротивление заземлителей обычно измеряют специальным измерителем типа М-416 или Ф-4103. Прибор М-416 имеет диапазон измерений 0,1...1000 Ом и основан на компенсационном методе измерений на переменном токе, который вырабатывается транзисторным преобразователем постоянного тока в переменный. Прибор рассчитан для работы при напряжении источника питания 4,5 В.

При подготовке прибора к работе установить переключатель диапазонов измерения 6 (рис. 3.2.) в положение «Контроль 5Ω», нажать кнопку, и, вращением ручки «Реохорд» 5, добиться установления стрелки индикатора 2 на нулевую отметку. На шкале реохорда 1 при этом должно быть показание  $5 \pm 0,3$  Ом.

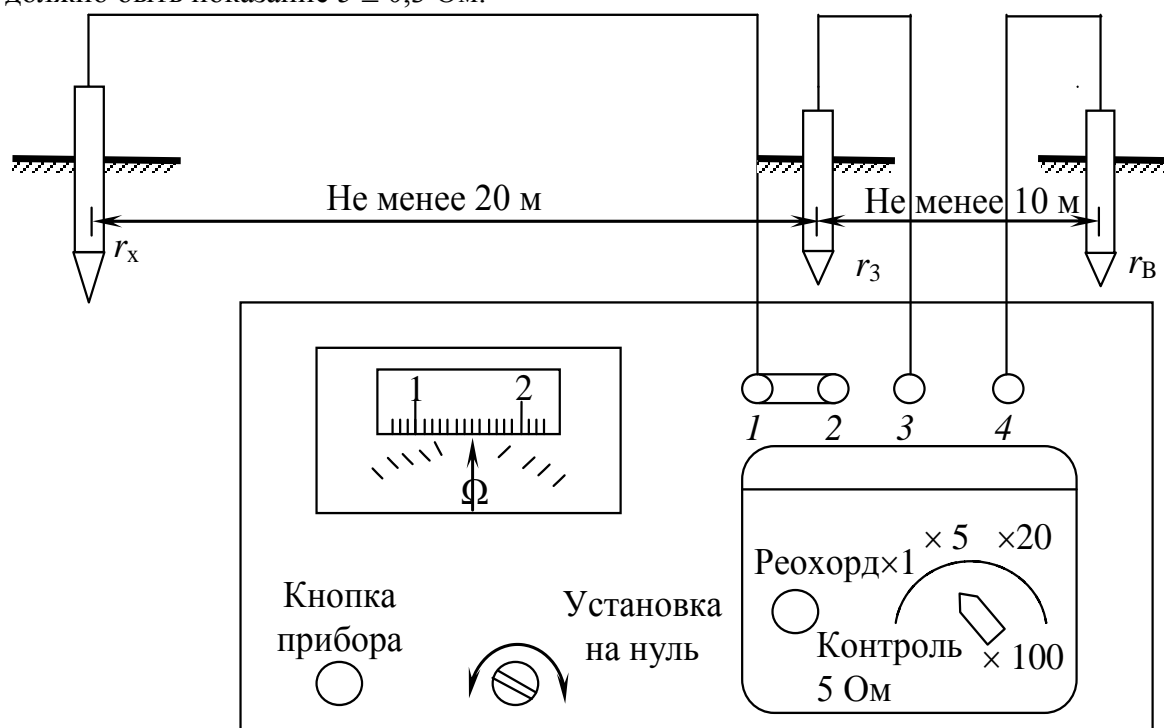


Рис. 3.2. Схема измерения заземления прибором типа М-416:

1, 2, 3, 4 - зажимы

Для проведения измерения сопротивления заземляющих устройств необходимо подключить измеряемое сопротивление  $R_x$  (см. схему подсоединения на крышке прибора), вспомогательный заземлитель  $R_B$  и зонд  $R_3$  к прибору. Стержни, образующие вспомогательный заземлитель и зонд, забивать следует в грунт на расстояниях, указанных на схемах, изображенных на крышке прибора. Глубина погружения их в грунт должна быть не менее 500 мм. При отсутствии комплекта принадлежностей для проведения измерений

заземлитель и зонд могут быть выполнены из металлического стержня или трубы диаметром не менее 5 мм.

Измерение производится по одной из схем в зависимости от величин измеряемых сопротивлений и требуемой точности измерений.

Независимо от выбранной схемы измерение производится следующим образом:

- переключатель установить в положение «x1»;
- нажать кнопку и, вращая рукоятку «реохорд», добиться максимального приближения стрелки индикатора к нулю;
- результат измерения равен произведению показания шкалы реохорда на множитель. Если измеряемое сопротивление окажется больше 10 Ом, переключатель установить в положение «x5», «x20» или «x100» и повторить предыдущую операцию.

#### 4. Измерительный прибор — мегаомметр

Изоляция силовой и осветительной электропроводки считается достаточной, если ее сопротивление между проводом каждой фазы и землей или между разными фазами на участке, ограниченном последовательно включенными автоматическими выключателями или предохранителями с плавкими вставками, или за последним предохранителем, составляет не менее 0,5 МОм. Сопротивление измеряют мегаомметром, рассчитанным на напряжение 1000 В.

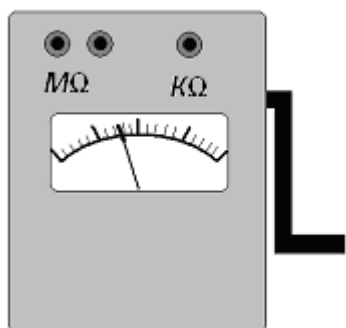


Рис .6. Внешний вид мегомметра М 4100

Мегаомметр служит для измерения сопротивления изоляции токоведущих частей электроустановок и проводов. При испытании электропроводки и электроагрегатов, работающих при напряжении 220 и 380В, надо пользоваться мегомметрами, вырабатывающими ток напряжением 500 - 1000 В.

На мегаомметре имеются две шкалы: «килоом» и «мегаом». На корпусе мегаомметра выведены клеммы, к которым присоединяются концы проводов, на свободные концы которых монтируются пружинные зажимы. Прибор устанавливают на горизонтальную плоскость и устанавливают ручку в рабочее положение. Затем проверяют работу самого прибора. Концы обоих проводников подключают к клеммам прибора согласно схеме «мегаом» на корпусе прибора. Вращать рукоятку прибора необходимо с частотой 60...120 мин<sup>-1</sup>. При разведенном состоянии концов проводов мегаомметр должен показать сопротивление «бесконечность», а при соединении концов проводников между собой - «ноль» (короткое замыкание).

### **Порядок определения величины сопротивления изоляции обмоток электродвигателя**

Электродвигатель отключают от сети, пусковые устройства отключаются. Концы измерительных приборов присоединяются к клеммам прибора мегаомметр согласно схемы «мегаом».

4.1. Убедиться в отсутствии обрыва в обмотках электродвигателя №1 путем парного подключения проводов начала и конца каждой обмотки электродвигателя к мегаомметру. Если в обмотке имеется обрыв, то прибор покажет бесконечно большое сопротивление, а если обрыва в обмотке нет, то ноль (короткое замыкание). Если какая-либо из обмоток имеет обрыв, то электродвигатель неисправен и его дальнейшая проверка нецелесообразна.

4.2. При исправных (без обрыва) обмотках определить величину сопротивления их изоляции. Для определения величины сопротивления изоляции обмоток по отношению к корпусу электродвигателя все три конца обмоток присоединяются к клемме «линия» мегаомметра, а клемму «земля» вторым проводником присоединяют к корпусу электродвигателя в защищенном от краски месте, чтобы был металлический контакт. После этого производят измерения.

4.3. Проверить сопротивление изоляции между обмотками электродвигателя. Для этого конец одной обмотки электродвигателя подключают к клемме «линия» мегаомметра, а конец второй - к клемме «земля» и при вращении рукоятки определяют сопротивление. Затем аналогично измеряют сопротивление изоляции между другими обмотками электродвигателя. Величина сопротивления изоляции во всех случаях практически должна быть не менее 0,5 МОм.

4.4. Аналогично проверить отсутствие обрывов в обмотках и сопротивление их изоляции в электродвигателе №2.

4.5. Результаты измерений внести в таблицу 3.3. Сделать выводы о надежности работы электродвигателей.

### **5. Измерение сопротивления места контакта заземляющей шины (нулевого провода) к электродвигателю при помощи омметра М-372**

При измерении сопротивления растеканию тока заземлителя также производят замеры сопротивления заземляющей магистрали. Поскольку протяженность магистрали большая, то измеряют сопротивление проводников в местах их соединения (контакты) между собой и с заземленными корпусами оборудования с помощью омметра М-372.

Омметр М-372 предназначен для измерения сопротивления заземляющей проводки, установления факта обрыва ее, а также для обнаружения аварийного напряжения на оборудовании. Он позволяет обнаружить наличие на агрегате переменного напряжения от 60 до 380 В и производить измерение сопротивления до 50 Ом. Норма - до 0,1 Ом.

Прибор М-372 применяют и для проверки в электроустановках напряжением до 1000 В целостности электрической цепи между открытыми металлическими частями (например, проводника для уравнивания потенциалов между ними) и между корпусами оборудования, установленными на заземленной раме и ею, а также между корпусами зануленного электроприемника и магистралью зануления.

Подключение прибора к измеряемому объекту производится с помощью специального щупа 2 и струбины с гибким проводником по схеме, изображенной на рисунке 3.3.

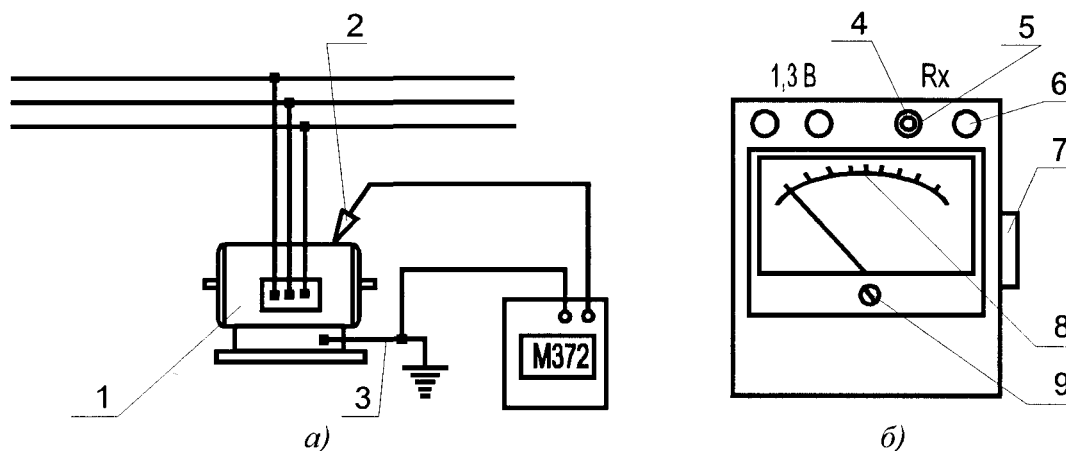


Рис. 3.3. Схема измерения сопротивления между электродвигателем и заземляющей шиной: *а* - схема подсоединения прибора; *б* - общий вид передней панели прибора М-372; 1 - электродвигатель; 2 - щуп; 3 - заземляющая шина; 4 - кнопка включения прибора; 5,6- клеммы подсоединения прибора; 7 - рукоятка «Установка  $\infty$ »; 8 - шкала; 9 - корректор

**Примечания:**

1. Места соединения струбины с заземляющей проводкой и острия щупа с заземленным объектом должны быть предварительно зачищены до металлического блеска.

2. При наличии аварийного напряжения на заземленном объекте нажимать кнопку запрещается.

Сопротивление места контакта заземляющего контура с агрегатом (электродвигателем) не должно превышать 0,1 Ом. Если же величина будет больше, то надо разобрать контакт и зачистить место контакта, присоединить еще раз заземляющий (зануляющий) провод (шину) к агрегату и проверить еще раз сопротивление омметром.

**Порядок работы с прибором М-372:**

- привернуть струбину к общей шине заземляющей проводки и соединить токоведущий зажим с зажимом «Rx» проводника;
- установить корректором стрелку прибора на «ноль»;
- нажать кнопку и рукояткой «установка  $\infty$ » установить стрелку прибора на отметку « $\infty$ » (бесконечность);
- соединить наконечник щупа к заземляемому объекту (корпусу агрегата, электродвигателю) и, не нажимая кнопку, убедиться в отсутствии на нем напряжения. При отсутствии напряжения стрелка прибора остается в покое, а при наличии напряжения стрелка отклоняется от «ноля». Прибор должен оставаться включенным не более 30 (тридцати) секунд во избежание его порчи.
- нажать кнопку и произвести отсчет сопротивления в Ом. Результаты измерений занести в форму отчета, сделать выводы.

## ФОРМА ОТЧЕТА

Приборы, применяемые для определения наличия электрического тока на корпусах электрооборудования:

- а) \_\_\_\_\_  
 б) \_\_\_\_\_  
 в) \_\_\_\_\_

Таблица 3.3

### Результаты испытаний надежности изоляции обмоток электродвигателей

	Отсутствие обрыва в обмотках			Величина сопротивления изоляции обмоток, МОм					
	1 обмотка	2 обмотка	3 обмотка	между обмотками и корпусом			между обмотками		
				1 -к	2-к	3-к	1-2	2-3	3- 1
Электродвигатель №1									
Электродвигатель №2									

Выводы о состоянии исследуемых электродвигателей:

\_\_\_\_\_

Проверка сопротивления места контакта заземляющего контура и электродвигателя, проводимая омметром М-372:

- заземляющий контур выполнен проводом \_\_\_\_\_ (материал) сечением \_\_\_\_\_ мм<sup>2</sup>;
- величина сопротивления контакта заземляющего контура с электродвигателем составляет \_\_\_\_\_ Ом.

Выводы о правильности подсоединения заземляющего контура к электродвигателю

\_\_\_\_\_

Сопротивление растеканию тока заземлителей защитного заземления, измеренное прибором омметром М-416 составляет \_\_\_\_\_ Ом.

Минимальное допустимое сопротивление защитного заземления с изолированной нейтралью электроустановок до 1000 В напряжение 380/220 В - не более 4 Ом.

Выводы о работоспособности защитного заземления \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_