

зоны шагового напряжения составляет 5 м.

Чтобы избежать поражения электрическим током, человек должен выходить из зоны шагового напряжения короткими шажками, не отрывая одной ноги от другой.

При наличии защитных средств из диэлектрической резины (боты, галоши) можно воспользоваться ими для выхода из зоны шагового напряжения.

Не допускается выпрыгивать из зоны шагового напряжения на одной ноге.

В случае падения человека (на руки) значительно увеличивается величина шагового напряжения, следовательно, и величина тока, который будет проходить через его тело и жизненно важные органы – сердце, легкие, головной мозг.

Если в результате соприкосновения с токоведущими частями или при возникновении электрического разряда механизм или грузоподъемная машина окажутся под напряжением, прикасаться к ним и спускаться с них на землю или подниматься на них до снятия напряжения не разрешается

Вопросы для самоконтроля:

1. Особенности действия тока на человека.
2. Электрическое сопротивление тела человека, факторы, влияющие на сопротивление тела человека.
3. Влияние пути прохождения тока по телу человека на опасность поражения электрическим током.
4. Предельно допустимые значения тока и напряжения.
5. Виды электротравм, местные электротравмы и электрические удары.
6. Напряжение прикосновения, напряжения шага.

ТЕМА 4. ЗАЩИТНЫЕ МЕРЫ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ.

Работа в действующих электроустановках так же, как и пользование электрическими приборами, совершенно безопасна, если все работающие точно соблюдают правила технической эксплуатации и техники безопасности. Эта же работа может оказаться смертельно опасной и повлечь несчастные случаи при несоблюдении правил. Безопасность электрических установок достигается применением следующих способов защиты.

1. Заземление, т. е. преднамеренное в целях электробезопасности электрическое соединение с заземляющим устройством металлических частей, нормально не находящихся под напряжением, применяется в сетях с изолированной нейтралью. Чем меньше сопротивление защитного заземления, тем меньше напряжение на этих частях при пробое изоляции.

2. Зануление, т. е. преднамеренное в целях отключения напряжения при нарушении изоляции электрическое соединение металлических частей электроустановки, нормально не находящихся под напряжением, с

заземленной нейтралью («нулем»), применяется в сетях 380/220 и 220/127 В с глухозаземленной нейтралью. Исправное зануление обеспечивает защиту во многих, но не во всех ситуациях. Ведь нельзя исключить возможность обрыва нулевого провода и нарушения цепи зануления. Но даже и при неповрежденном занулении опасность может возникнуть, например, при падении на землю фазного провода воздушной линии либо при переходе (пробое) напряжения со стороны 6 – 10 кВ на сторону 0,38/0,22 кВ и в других случаях.

3. Выравнивание потенциалов, выполняемое в случаях, когда электробезопасность от напряжений прикосновений и шага не может быть достигнута заземлением и занулением.

4. Защитное отключение, обеспечивающее автоматическое отключение всех фаз аварийного участка сети до 1 кВ не позже 0,2 с с момента возникновения однофазного замыкания или ухудшения изоляции, например с момента прикосновения руки человека к токоведущей части электроустановки. Защитное отключение рекомендуется для случаев, когда электробезопасность не обеспечивается заземлением, занулением и выравниванием потенциалов. Устройства защитного отключения с временем срабатывания не более 0,05 с для сетей с заземленной нейтралью выпускаются промышленностью и оправдывают себя как при работе с ручным электроинструментом, так и при применении в производственных помещениях.

5. Изоляция частей, находящихся под напряжением в местах, где их может коснуться человек или животное, является наиболее распространенной мерой электробезопасности, однако за изоляцией нужно постоянно следить и поддерживать ее в исправном состоянии. Изоляционные материалы (пластмасса, резина, фарфор, бумага и др.) могут терять свои свойства при старении или нагревании либо повреждаться механическими воздействиями, против которых изоляторы малоустойчивы. Если изоляцией служит воздушный промежуток, то он может уменьшиться при ослаблении креплений или при деформации защитных кожухов и других деталей электроаппаратуры. Самая простая изоляция – окраска – во многих случаях предотвращает электротравматизм, поэтому трубопроводы и металлические конструкции, которые практически невозможно изолировать от «земли», а также и те, которые заземлены (например, водопроводные и газовые трубы, отопительные радиаторы и др.), должны быть всегда хорошо окрашены масляной или эмалевой электроизолирующей краской. Изоляцию электроаппаратуры проверяют измерением активного сопротивления, однако нет гарантии, что повреждение изоляции не появится в промежутке между измерениями. Поэтому желателен непрерывный контроль изоляции. Этому требованию отвечает устройство защитного отключения, реагирующее на снижение сопротивления изоляции.

6. Двойная изоляция, представляющая собой совокупность рабочей и дополнительной изоляции, применяется главным образом в переносных электроинструментах.

7. Разделяющие трансформаторы, изолирующие электроприемники, подключаемые к вторичной сети, от возможных аварийных состояний первичной сети: повреждений изоляции, замыканий на землю, утечек и других причин, вызывающих повышенную опасность. Эти трансформаторы могут быть чисто разделяющие (например, 220/220 В) или одновременно понижающие напряжение (380/220 В). Для исключения повреждений изоляции внутри трансформаторов их изготавливают особо тщательно, применяют повышенные испытательные напряжения, обмотки первичного и вторичного напряжения располагают на разных уровнях. Каждый токоприемник комплектуют своим трансформатором. В условиях применения тяжелых электроинструментов, вибраторов и других механизмов, которые при частоте 50 Гц не всегда могут быть выполнены на пониженное напряжение, применение разделяющих трансформаторов в современных условиях наилучшим образом обеспечивает безопасность, но и здесь нужен контроль изоляции.

8. Вращающиеся преобразователи частоты менее надежны и долговечны по сравнению с разделяющими трансформаторами и дороже их, но зато позволяют применять легкие электроинструменты, работающие на пониженном напряжении и повышенной частоте, например при 36 В и 200 Гц, полностью изолированные от первичной сети.

9. Размещение на недоступной высоте неизолированных частей, находящихся под напряжением, или защита их запираемыми кожухами и ограждениями с тем, чтобы сделать невозможным случайное соприкосновение с частями электроустановки, находящимися под напряжением.

10. Понижение напряжения сети до 12 – 36 В. При таких напряжениях пользуются переносными лампами, переносным электроинструментом. В особо опасных помещениях местное освещение также может иметь пониженное напряжение, получаемое от аккумуляторов или понижающих трансформаторов.

11. Устройства для понижения напряжения до 12 В во вторичной цепи сварочных трансформаторов, срабатывающие автоматически с выдержкой времени не более 0,5 с после обрыва дуги. Имеются образцы таких устройств, ограничивающих напряжение холостого хода до 8 В при времени срабатывания до 0,15 с или автоматически отключающих трансформатор при холостом ходе.

12. Применение средств индивидуальной защиты – диэлектрических перчаток, бот и галош; ковров и дорожек; экранов от электрического поля и экранирующей спецодежды; изолирующих подставок; инструментов с изолирующими рукоятками, а также предупреждающих плакатов и надписей.

13. Оснащение механизмов приборами безопасности, сигнализирующими об опасности и предотвращающими опасные сближения с проводами, находящимися под напряжением. Например, в одном из приборов при приближении стрелы крана к проводам загорается красная лампа, срабатывает звуковая сигнализация и затем автоматически останавливается машина за счет перекрытия каналов питания дизельного двигателя или разрыва цепи зажигания в двигателе внутреннего сгорания. Аналогичные сигнализаторы монтируются и на касках рабочих.

14. Применение блокировок, т. е. специальных устройств, предотвращающих ошибочные действия. Например, на дверях ячеек подстанций, на дверцах шкафов с электроаппаратурой, на крышках ящиков с рубильниками и в другой аппаратуре используется блокировка, которая не позволяет открыть дверь или снять крышку до снятия напряжения.

Условия работы и типы электроустановок разнообразны, поэтому в каждом конкретном случае нужно действовать по тщательно продуманной схеме организации монтажных, ремонтных или эксплуатационных работ и применять только те средства или их сочетания, которые могут гарантировать электробезопасность. Кроме перечисленных способов защиты, есть и другие, направленные на общее улучшение работы электроустановок и одновременно улучшающие условия электробезопасности.

Например, компенсация емкостной составляющей тока утечки на землю может существенно снизить ток замыкания на землю, а следовательно, и опасность поражения током. Равномерная нагрузка фаз трехфазной сети предотвращает несимметрию напряжений, возникающую при неравномерной нагрузке и вызывающую ряд нежелательных явлений. Сюда относятся: добавочные потери как в линиях и подстанциях, так и в электродвигателях; вибрация электродвигателей, приносящая ущерб изоляции обмоток и сокращающая срок службы; протекание тока и появление напряжения в нулевом проводе; возникновение напряжения на металлических трубопроводах и оболочках кабелей, на фундаментах и конструкциях самых различных сооружений. Помимо опасности электротравматизма, это создает повышенную коррозию металла, в частности стальной арматуры железобетонных конструкций, что может снизить надежность и долговечность стальных и железобетонных конструкций.

Напряжение на нулевом проводе можно несколько снизить увеличением сечения нулевого провода, но это вызывает дополнительный расход металла. Снижение сопротивления нулевого провода может быть достигнуто также и другими средствами, например автоматическим подключением «фонарного» провода (включающего светильники наружного освещения) в светлое время суток параллельно нулевому проводу. Общее снижение сопротивления системы зануления обеспечивается и повторными заземлениями нулевого провода; они работают и в случае обрыва нулевого провода.

Важной мерой является профилактика электротравматизма среди производственного персонала и населения. Эта работа ведется в четырех основных направлениях.

Обучение и повышение квалификации персонала. Практика показала, что с увеличением стажа работы персонала частота электротравматизма резко снижается, что еще раз показывает значение высокой квалификации и опыта персонала, допускаемого к выполнению работ в действующих электроустановках, важность закрепления установок за постоянными рабочими. Здесь необходимо напомнить, что электрифицированными инструментами и приборами пользуются работники разных профессий, и электромонтеры должны следить и за их электробезопасностью.

Предупреждение электротравматизма путем выявления при обследованиях в порядке надзора нарушений правил и норм технического состояния электроустановок и их эксплуатации.

Выявление для изъятия из эксплуатации или прекращения изготовления электрооборудования и изделий, не отвечающих требованиям электробезопасности.

Расследование случаев поражения электрическим током с разработкой мероприятий по устранению причин и условий возникновения подобных случаев, а также проведение систематической разъяснительной работы по вопросам электробезопасности с производственным персоналом и с населением, осуществляемой органами электронadzора.

Известно, что степень и исход поражения человека или животного электрическим током зависит от тока и времени его воздействия на организм. Опасный ток есть следствие повышенного напряжения прикосновения, либо следствие пониженного сопротивления цепи. Таким образом, электробезопасность можно обеспечить различными способами: снижением тока за счет понижения напряжения прикосновения путем устройства заземления; снижением опасности путем быстрого автоматического отключения аварийного участка защитой при устройстве зануления; повышением сопротивления цепи тока через человека за счет изоляции и т. д.

Способ повышения сопротивления цепи применяется в ряде случаев, например путем использования средств индивидуальной защиты или двойной изоляции. Однако не всегда этот способ достаточно надежен, так как сопротивление цепи изменяется в широких пределах. Сопротивление полов в зависимости от их конструкции и влажности или сопротивление обуви в зависимости от ее влажности изменяется в тысячи раз. То же относится к сопротивлению поверхности земли. Если учесть, что сопротивление тела человека также может широко изменяться в зависимости от многих причин (оно уменьшается во много раз при влажности, жаре, при падении атмосферного давления, в плохую погоду, при незаметных с виду повреждениях кожи и др.), то следует признать, что сопротивление цепи тока через человека является величиной, в большой мере случайной.

Другое дело – понижение напряжения прикосновения, которое легко рассчитать и обеспечить выполнением такого сравнительно простого мероприятия, как заземление. Для полной электробезопасности в условиях наиболее тяжелых аварийных режимов, таких как обрыв нулевого провода с одновременным замыканием фазы на землю и др., применяют дополнительные меры, например выравнивание потенциалов путем устройства заземленной металлической выравнивающей сетки в земле или в полу.

В практических условиях эксплуатации промышленных и сельских электроустановок в настоящее время понижение напряжения прикосновения является наиболее доступным средством электробезопасности.

Вопросы для самоконтроля:

1. Общие требования. Защиты при косвенном прикосновении.
2. Заземляющие средства заземления.
3. Автоматические отключения питания.
4. Уравнивание потенциалов, двойная или усиленная изоляция.
5. Защитное электрическое заземление цепей, изолирующие (не проводящие) помещения, зоны, площади.
6. Защита от прямого прикосновения.

**ТЕМА 5. ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ В ДЕЙСТВУЮЩИХ
ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ. ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ**

Работы в электроустановках в отношении мер безопасности подразделяются на три категории: со снятием напряжения; без снятия напряжения на токоведущих частях и вблизи них; без снятия напряжения вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением. при одновременной работе в электроустановках напряжением до и выше 1000 В категории работ определяются применительно к электроустановкам выше 1000 В.

К работам, выполняемым со снятием напряжения, относятся работы, которые производятся в электроустановке (или части ее), в которой с токоведущих частей снято напряжение и доступ в электроустановки (или части ее), находящиеся под напряжением, невозможен.

К работам, выполняемым без снятия напряжения на токоведущих частях и вблизи них, относятся работы, проводимые непосредственно на этих частях.

В электроустановках напряжением выше 1000 В, а также на ВЛ напряжением до 1000В к этим же работам относятся работы, выполняемые на расстояниях от токоведущих частей меньше указанных в таблице 2.3. при определении допустимых расстояний в электроустановках других напряжений, фактические напряжения следует относить к следующим большим значениям напряжений, указанных в приведенной таблице.