

ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ

Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и разрядов статического электричества.

Характеристика зависимости поражения человека электрическим током

Поражение человека электрическим током возможно только при замыкании электрической цепи через тело человека. Это возможно при:

- прикосновении к открытым токоведущим частям оборудования и проводам;
- прикосновении к корпусам электроустановок, случайно оказавшихся под напряжением (повреждение изоляции);
- шаговом напряжении;
- освобождении человека, находящегося под напряжением;
- действии электрической дуги;
- воздействии атмосферного электричества во время грозных разрядов.

Воздействие электрического тока на организм человека

Электрический ток, проходя через тело человека, оказывает на него сложное воздействие:

- термическое;
- электролитическое;
- биологическое;
- механическое.

Воздействие электрического тока на организм человека

Термическое действие тока проявляется в ожогах тела, нагреве и повреждении кровеносных сосудов, нервов, крови, мозга и других органов, что вызывает их серьезные функциональные расстройства.

Электролитическое действие тока проявляется в разложении крови и других жидкостей в организме, вызывает значительные нарушения их физико-химического состава, а также ткани в целом.

Биологическое действие тока выражается главным образом в нарушении биологических процессов, протекающих в живом организме, что сопровождается разрушением и возбуждением тканей, а также сокращением мышц.

Механическое действие тока проявляется в разрывах кожи, кровеносных сосудов, нервной ткани, а также вывихах суставов и даже переломах костей вследствие резких произвольных судорожных сокращений мышц под действием тока, проходящего через тело человека.

Виды поражений электрическим током

- *электрические травмы* - электрические ожоги, электрические знаки, электрометаллизация кожи, электроофтальмия и механические повреждения;
- *электрические удары* относятся к виду поражений, которые имеют место при воздействии малых токов (порядка нескольких сотен миллиампер) и напряжения до 1000 В

Электрические травмы

- *Электрический ожог* может быть при действии электрической дуги (дуговой ожог) или прохождении тока через тело человека в результате контакта его с токоведущей частью (токовый ожог).
- *Электрические знаки (знаки тока или электрические метки)* представляют собой омертвевшие пятна на коже человека, подвергшегося действию тока.
- *Электрометаллизация кожи* обусловлена проникновением в верхние ее слои мельчайших частичек металла, расплавившихся под действием электрической дуги.
- *Электроофтальмия* — воспаление наружных оболочек глаз, возникающее в результате воздействия потока ультрафиолетовых лучей.
- *Механические повреждения* возникают в результате резких непроизвольных судорожных сокращений мышц под действием тока.

4 степени электрического удара

В зависимости от возникающих последствий электрические удары делят на четыре степени:

- I – судорожное сокращение мышц без потери сознания;
- II – судорожное сокращение мышц с потерей сознания, но с сохранившимся дыханием и работой сердца;
- III – потеря сознания и нарушение сердечной деятельности или дыхания (или того и другого);
- IV – состояние клинической смерти (отсутствие дыхания и кровообращения).

Факторы, влияющие на исход поражения человека электрическим током

Тяжесть поражения электрическим током зависит от целого ряда факторов:

- значения силы тока;
- рода и частоты электрического тока;
- пути прохождения тока через человека;
- длительности прохождения тока через человека;
- напряжения;
- электрического сопротивления тела человека и его индивидуальных свойств;
- площади и плотности контакта с токоведущими частями;
- условий окружающей среды.

Основным фактором, обуславливающим ту или иную степень поражения человека, является сила тока.

Степень поражения током

Для характеристики воздействия силы электрического тока на человека установлены три критерия:

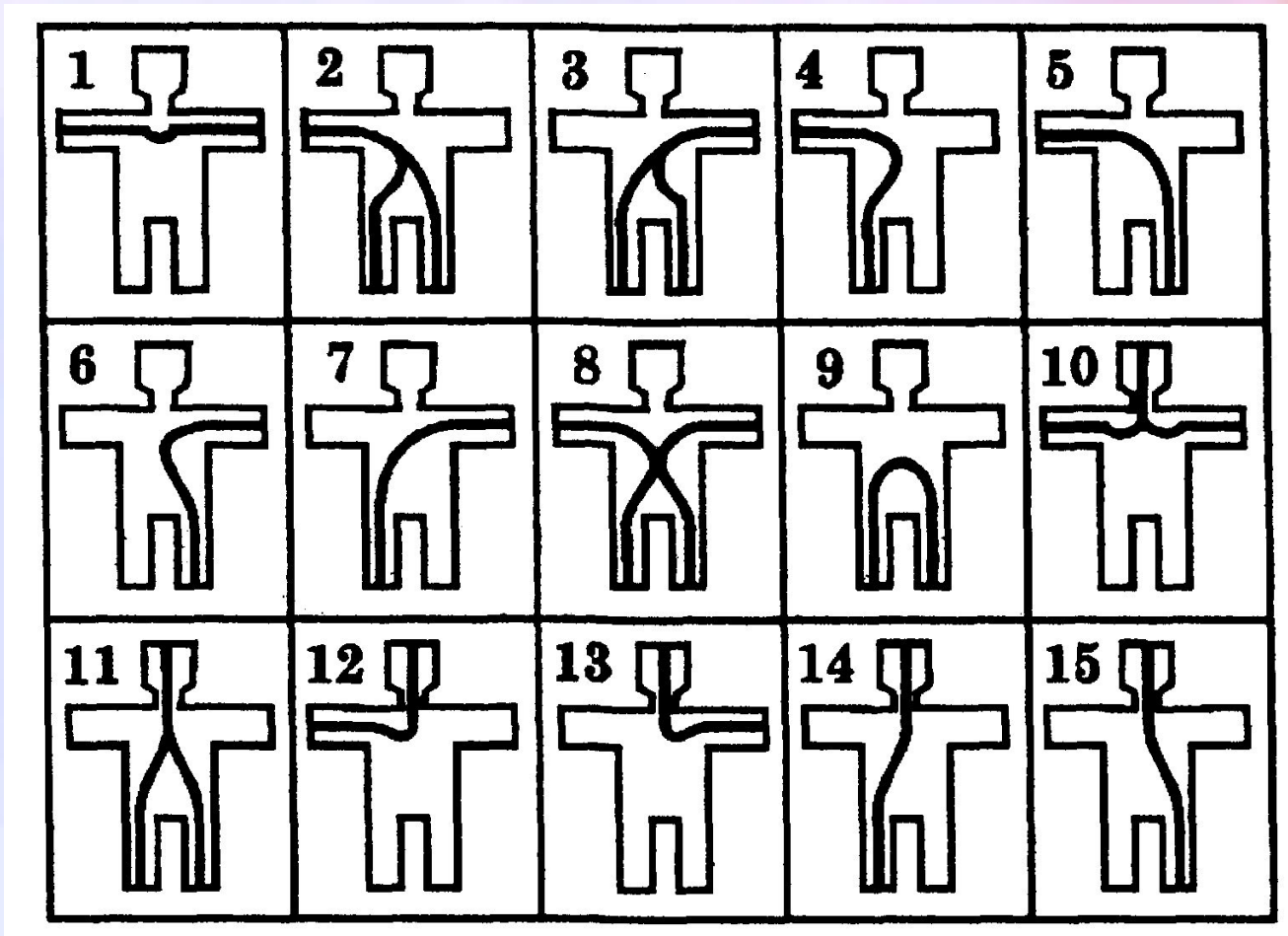
- *пороговый осязаемый ток* (наименьшее значение силы электрического тока, вызывающего при прохождении через организм человека осязаемые раздражения);
- *пороговый неотпускающий ток* (наименьшее значение силы электрического тока, вызывающего непреодолимые судорожные сокращения мышц руки, в которой зажат проводник);
- *пороговый фибрилляционный ток* (наименьшее значение силы тока, вызывающего при прохождении через тело человека фибрилляцию сердца – хаотические и разновременные сокращения волокон сердечной мышцы, полностью нарушающие работу сердца как насоса).

Пути прохождения электрического тока в организм человека

Значительно опасными считаются *пути прохождения* через жизненно важные органы (сердце, легкие, головной мозг):

- «голова – рука»;
- «голова – ноги»;
- «рука – рука»;
- «руки – ноги».

Характерные пути тока в теле человека



Причины поражения человека электрическим током

Поражение человека электрическим током возможно только при замыкании электрической цепи через тело человека. Это может быть при:

- двухфазном включении в цепь;
- однофазном включении в цепь – провода, клеммы, шины и т.д.;
- контакте человека с нетоковедущими частями оборудования (корпус станка, прибора), конструктивными элементами здания, оказавшимися под напряжением в результате нарушения изоляции проводки и токоведущих частей.

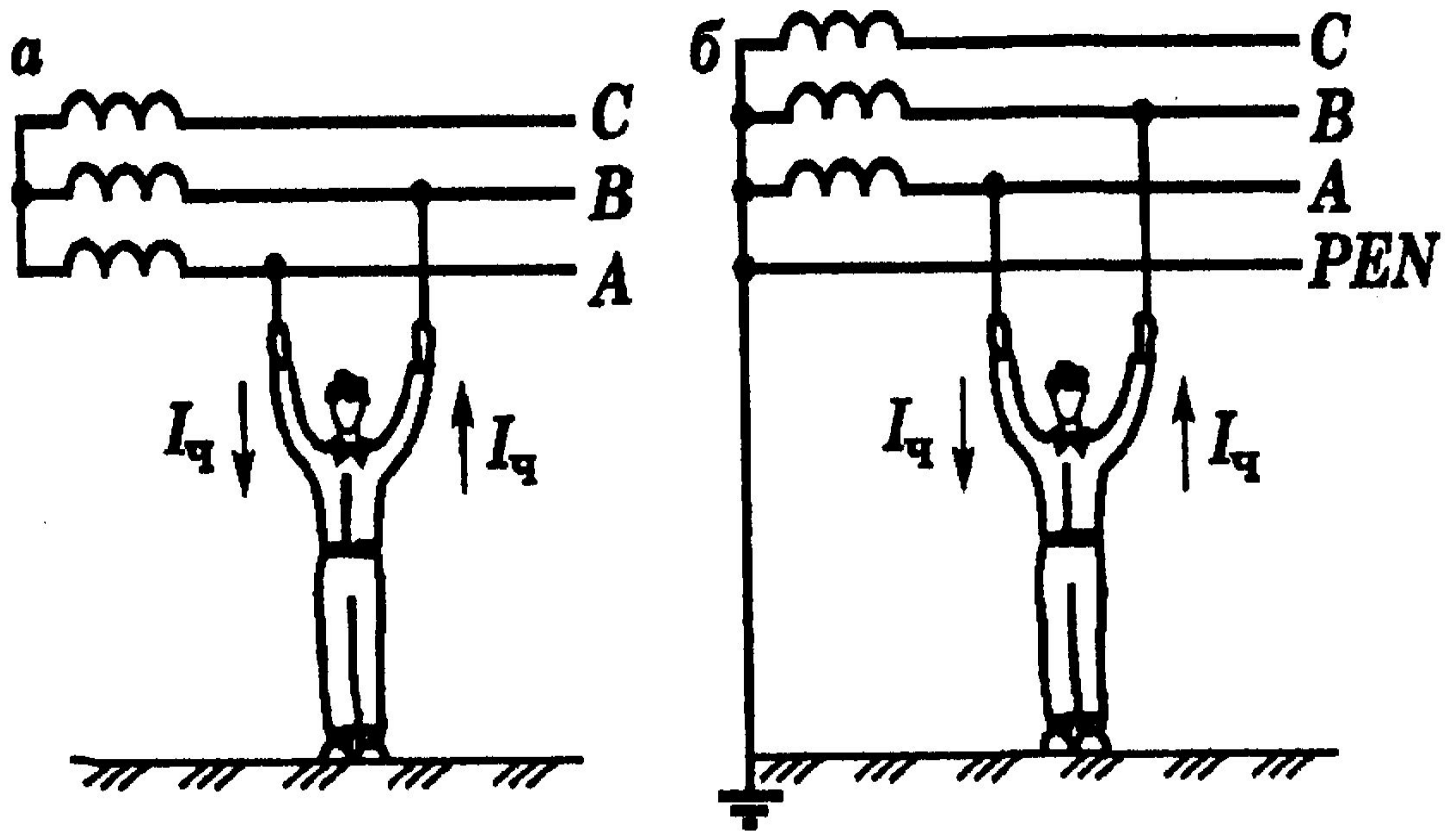
Двухфазное включение в цепь

a – изолированная нейтраль;

б – заземленная нейтраль;

A, B, C – фазные провода;

PEM – нулевой защитный и нулевой рабочий проводники, объединенные в один проводник



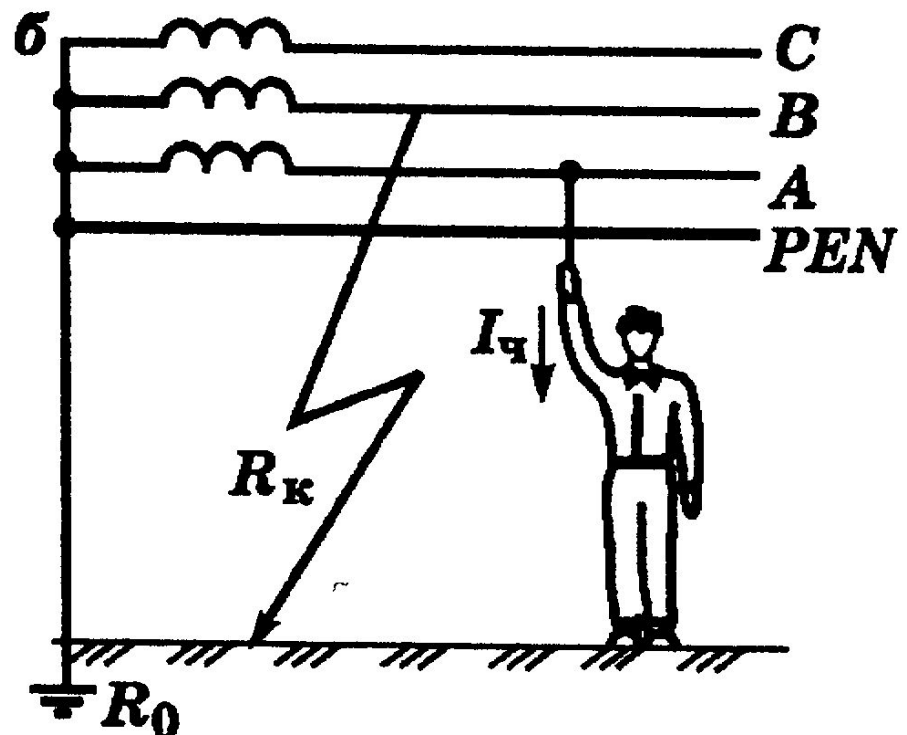
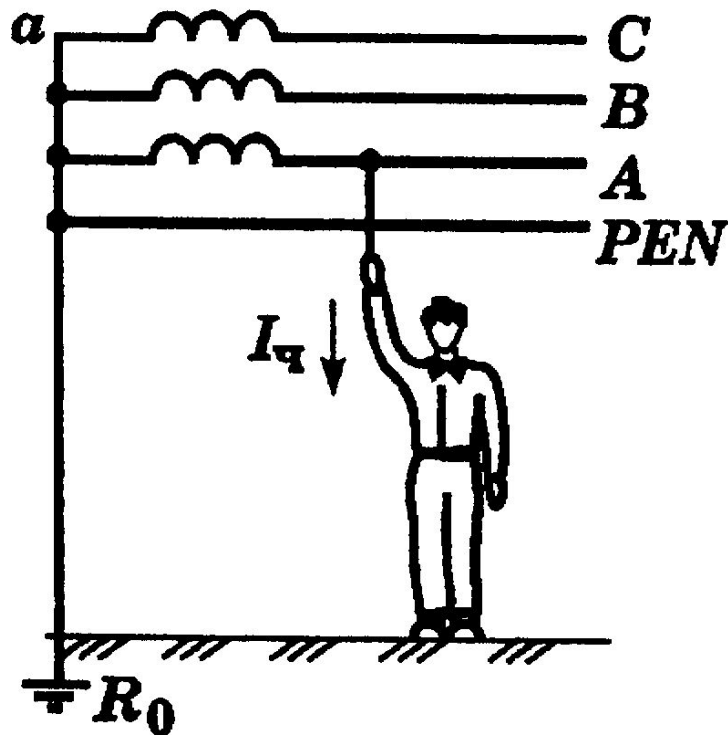
Однофазное прикосновение в сети с заземленной нейтралью

a – нормальный режим работы;

б – аварийный режим работы(повреждена вторая фаза);

R_0 – сопротивление заземления нулевого провода;

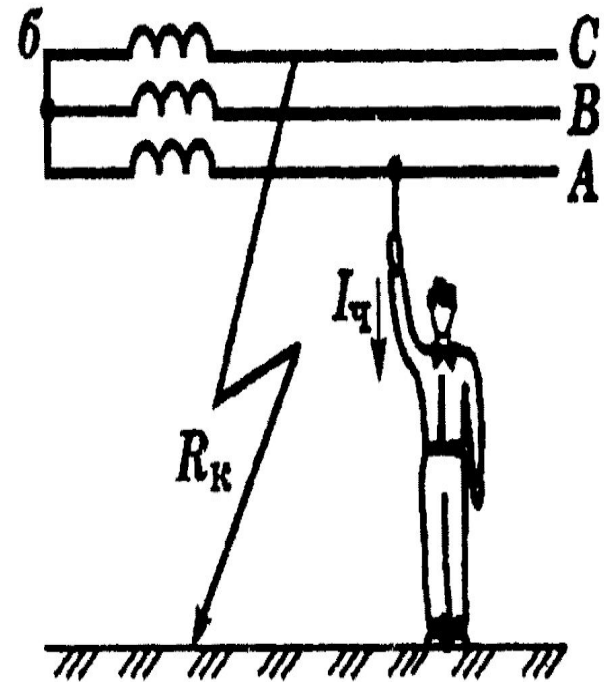
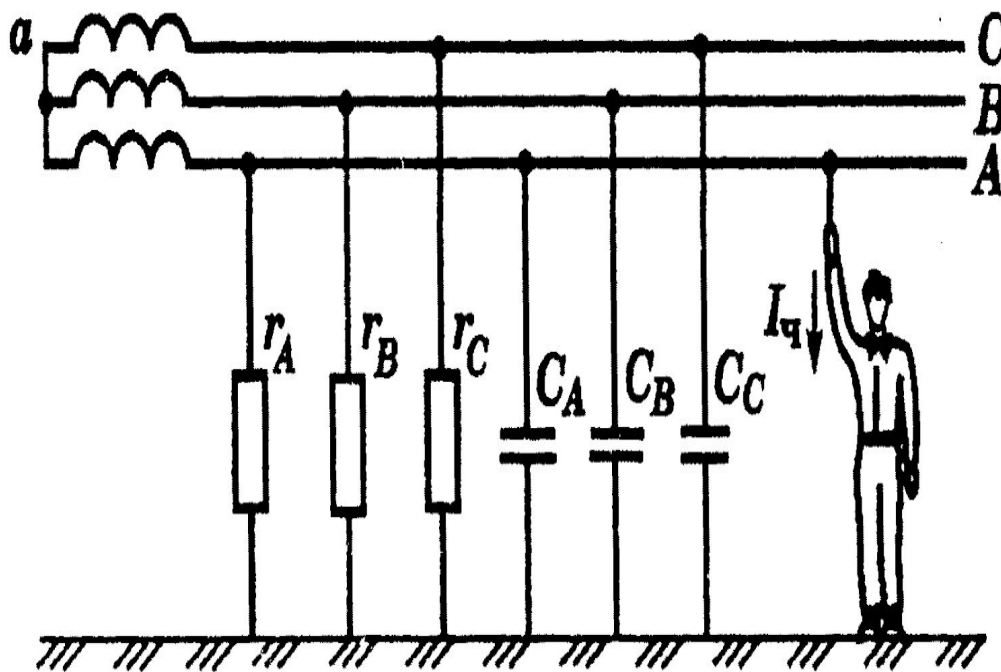
R_k – сопротивление замыкания провода на землю



Однофазное прикосновение в сети
с изолированной нейтралью

a – нормальный режим работы;

б – аварийный режим работы(повреждена вторая фаза)



Меры защиты от действия электрического тока

- изоляция токоведущих частей (нанесение на них диэлектрического материала – пластмасс, резины, лаков, красок, эмалей т.п.);
- двойная изоляцию – на случай повреждения рабочей;
- воздушные линии, кабели в земле;
- ограждение электроустановок;
- блокировочные устройства, автоматически отключающие напряжение электроустановок при снятии с них защитных кожухов и ограждений;
- малое напряжение (не более 42 В) для освещения в условиях повышенной опасности;
- изоляцию рабочего места (пола, настила);
- заземление или зануление корпусов электроустановок, которые могут оказаться под напряжением при повреждении изоляции;
- выравнивание электрических потенциалов;
- автоматическое отключение электроустановок;
- предупреждающая сигнализация (звуковая, световая) при появлении напряжения на корпусе установки;
- надписи, плакаты, знаки;
- средства индивидуальной защиты.

ГОСТ 12.1.030

защитному заземлению подлежат:

1. Металлические нетоковедущие части оборудования, к которым возможно прикосновение людей;
2. Все электроустановки в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных, а также наружные электроустановки при напряжении 42 В переменного тока и 110 В постоянного тока;
3. Все электроустановки переменного тока в помещениях без повышенной опасности 380 В и переменного 440 В и выше;
4. все электроустановки во взрывоопасных зонах.

Виды защитных средств от поражения электрическим током

Электрозащитные средства разделяют на:

- изолирующие (основные и дополнительные);
- ограждающие;
- предохранительные

Основные изолирующие защитные средства

Основные изолирующие защитные 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 1000 В* – диэлектрические перчатки, изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками, а также указатели напряжения;
- *в электроустановках выше 1000 В* – изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, указатели напряжения, а также средства для ремонтных работ под напряжением выше 1000 В.

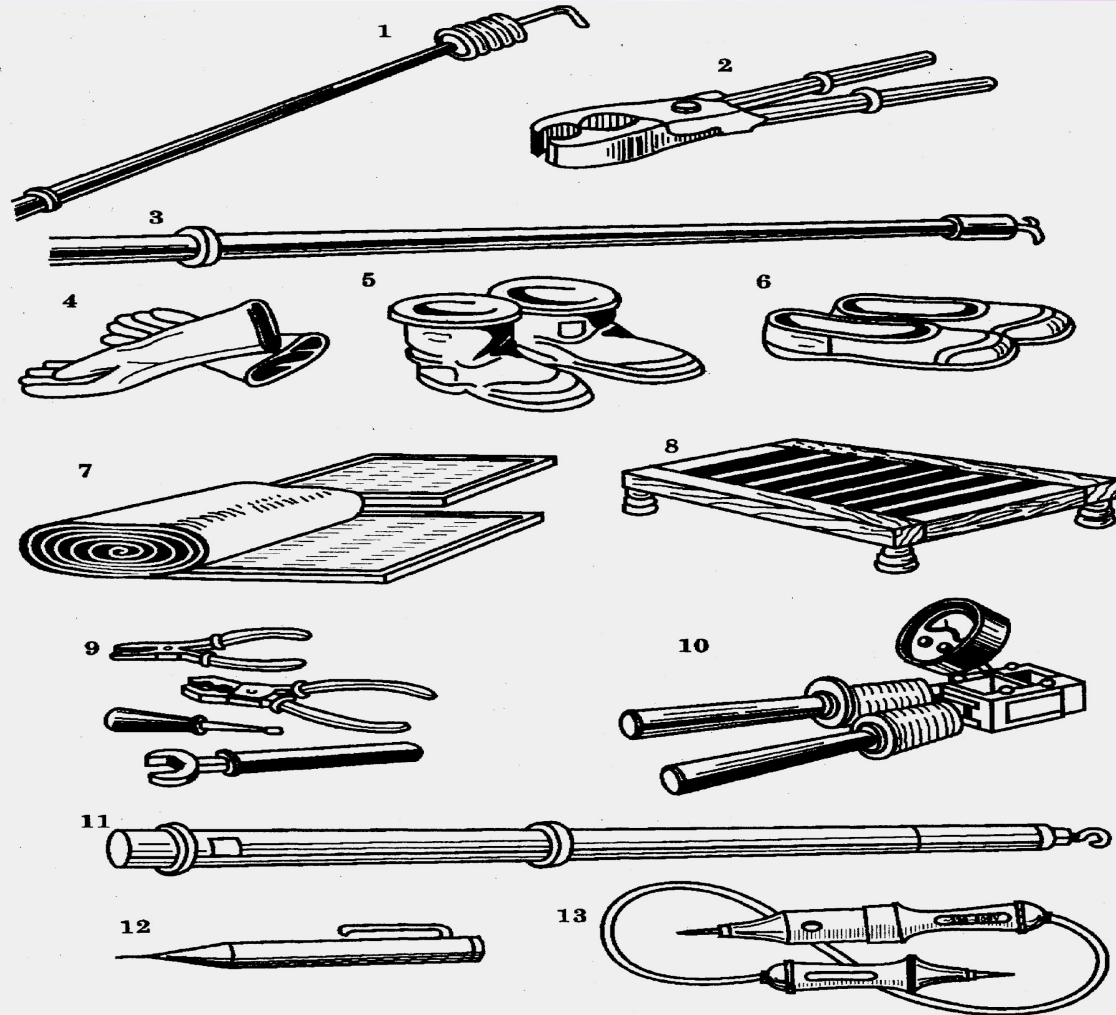
Дополнительные изолирующие защитные средства

Дополнительные изолирующие защитные средства не способны выдержать рабочее напряжение электроустановки. Они усиливают защитное действие основных изолирующих средств, вместе с которыми они должны применяться. Дополнительные средства самостоятельно не могут обеспечить безопасность обслуживающего персонала. К ним относятся:

- *в электроустановках до 1000 В* – диэлектрические галоши и ковры, а также изолирующие подставки;
- *в электроустановках выше 1000 В* – диэлектрические перчатки, боты и ковры, а также изолирующие подставки.

Изолирующие защитные средства

1, 3 – изолирующие штанги; 2 – изолирующие клещи; 4 – диэлектрические перчатки; 5 – диэлектрические боты; 6 – диэлектрические галоши; 7 – резиновые коврики и дорожки; 8 – изолирующая подставка; 9 – монтерские инструменты с изолированными ручками; 10 – токоизмерительные клещи; 11, 12, 13 – указатели напряжения



Ограждающие защитные средства

Ограждающие защитные средства предназначены для временного ограждения токоведущих частей и предупреждения ошибочных операций с коммутационными аппаратами.

К ним относятся: временные переносные ограждения – щиты и ограждения-клетки, изолирующие накладки, временные переносные заземления и предупредительные плакаты.

Предохранительные защитные средства

Предохранительные защитные средства предназначены для индивидуальной защиты работающих от световых, тепловых и других воздействий.

К ним относятся: защитные очки; специальные рукавицы, защитные каски; противогазы; предохранительные монтерские пояса; страховочные канаты; монтерские когти, индивидуальные экранирующие комплекты и переносные экранирующие устройства и др.

Правила оказания первой помощи пострадавшим от поражения электрическим током

Первая помощь при несчастных случаях, вызванных поражением электрическим током, состоит из двух этапов:

- освобождение пострадавшего от действия тока;
- оказание пострадавшему доврачебной помощи.

Правила оказания первой помощи пострадавшим от поражения электрическим током

При поражении электрическим током необходимо *как можно скорее освободить пострадавшего от действия тока*, поскольку тяжесть электротравмы зависит от продолжительности его действия.

Признаки, по которым можно быстро определить состояние пострадавшего:

- *сознание*: ясное, отсутствует, нарушено (пострадавший заторможен), человек возбужден;
- *цвет кожных покровов и видимых слизистых* (губ, глаз): розовые, синюшные, бледные;
- *дыхание*: нормальное, отсутствует, нарушено (неправильное, поверхностное, хрипящее);
- *пульс на сонных артериях*: хорошо определяется (ритм правильный или неправильный), плохо определяется, отсутствует;
- *зрачки*: узкие, широкие.

Правила оказания первой помощи пострадавшим от поражения электрическим током

(при напряжении до 1000 В)

При напряжении до 1000 В для отделения пострадавшего от токоведущих частей можно воспользоваться любыми непроводящими ток предметами: обмотать руку шарфом, оттянуть его за одежду, встать на сверток сухой ткани, сухую доску.

Даже голый рукой можно оттянуть за сухую одежду , отстающую от тела (за ворот, хлястик, полу пиджака).

Нельзя тянуть за брюки или обувь, которые могут оказаться сырыми или иметь металлические детали, соприкасающиеся с телом.

Освобождение пострадавшего от действия тока в установках до 1000 В
оттаскиванием за сухую одежду

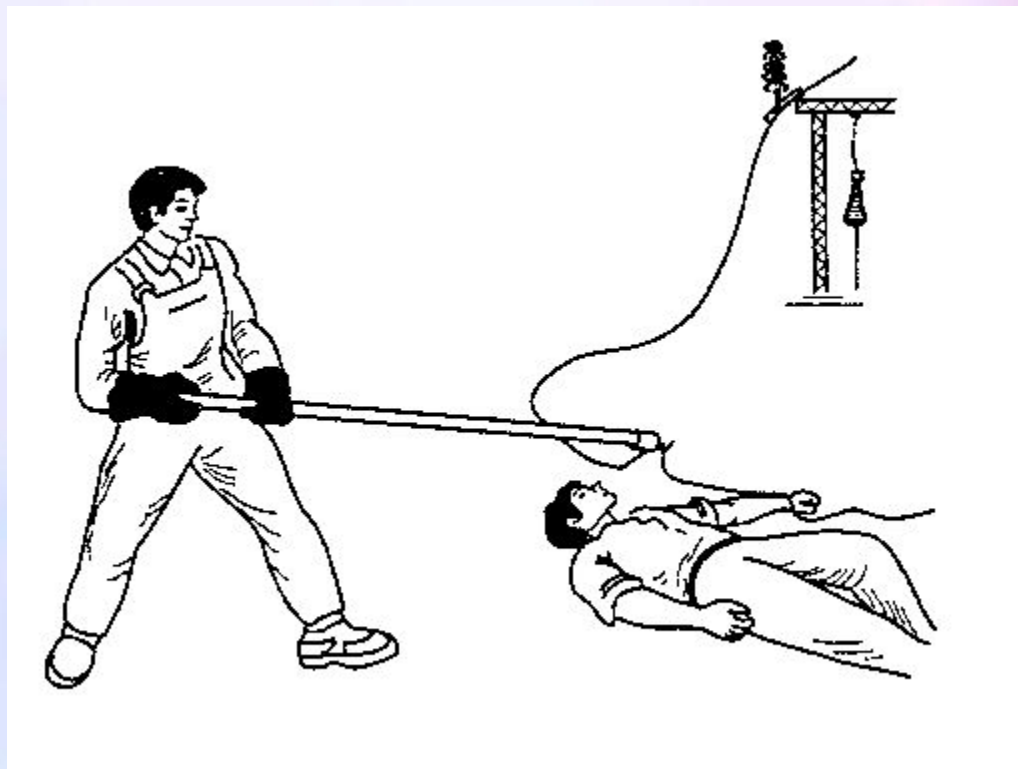


Правила оказания первой помощи пострадавшим от поражения электрическим током (при напряжении более 1000 В)

Если в установке напряжением более 1000 В быстрое отключение невозможно, то пользоваться какими бы то ни было подручными средствами вроде палки, доски или сухой одежды нельзя.

В этом случае необходимо надеть диэлектрические перчатки и боты и оттащить пострадавшего от частей установки, находящихся под напряжением, пользуясь изолирующими защитными средствами, рассчитанными на это напряжение (штанги, клещи для предохранителей или коврики), либо вызвать автоматическое отключение установки, устроив в ней короткое замыкание на безопасном расстоянии от пострадавшего.

Освобождение пострадавшего от действия тока в установках выше 1000 В отбрасыванием провода изолирующей штангой



Шаговое напряжение

Шаговое напряжение – разность потенциалов между двумя точками на поверхности земли в зоне растекания тока, которые находятся на расстоянии шага (0,8 м).

Причиной появления шагового напряжения является образование электрических потенциалов на поверхности земли в пределах поля растекания тока (замыкание в грунте, возникающее при падении электрического провода на землю, замыкание токоведущих частей на заземленный корпус, между точками земли или другой поверхности, на которой стоит человек обеими ногами)

Шаговое напряжение

Шаговое напряжение зависит от:

- силы тока;
- распределения потенциала по поверхности земли;
- длины шага;
- положения (расстояния) человека относительно заземления;
- направления по отношению к месту замыкания.

Шаговое напряжение и человек

Шаговое напряжение считается безопасным, если оно не превышает 40 В.

Чем ближе будет находиться человек к месту прикосновения провода с землей, тем под большим шаговым напряжением он окажется.

На расстоянии более 20 м от места замыкания токоведущей части на землю потенциал снижается весьма значительно.

Если человек оказался под действием шагового напряжения, то выходить из зоны растекания электрического тока необходимо мелким шагами (на длину ступни), скользя подошвой обуви по земле, не поднимая ног.

Классификация производственных помещений по опасности поражения электрическим током

В соответствии с Правилами устройства электроустановок (ПУЭ) в отношении опасности поражения людей электрическим током различаются:

- 2.1 сырости или токопроводящей пыли;
- 2.2 токопроводящих полов (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.);
- 2.3 высокой температуры;
- 2.4 возможности одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам и т.п., с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования – с другой.

Классификация производственных помещений по опасности поражения электрическим током

3. *Особо опасные помещения*, характеризующиеся наличием одного из следующих условий, создающих особую опасность:

3.1 особой сырости;

3.2 химически активной или органической среды;

3.3 одновременно двух или более условий повышенной опасности

4. *Территории размещения наружных электроустановок*. В отношении опасности поражения людей электрическим током эти территории приравниваются к особо опасным помещениям.

Характеристика производственных помещений по электробезопасности

Сырыми помещениями называются помещения, в которых относительная влажность воздуха длительно превышает 75 %.

Пыльными помещениями называются помещения, в которых по условиям производства выделяется технологическая пыль в таком количестве, что она может оседать на проводах, проникать внутрь машин, аппаратов и т.п.

Жаркими помещениями называются помещения, в которых под воздействием различных тепловых излучений температура превышает постоянно или периодически более 1 сут. + 35 °С (например, помещения с сушилками, сушильными и обжигательными печами, котельные и т.п.).

Особо сырыми помещениями называются помещения, в которых относительная влажность воздуха близка к 100 % (потолок, стены, пол и предметы, находящиеся в помещении, покрыты влагой).

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

Статическое электричество

Заряды статического электричества образуются при деформации твердых тел, разбрызгивании жидкостей, при перемещении (трении) твердых, сыпучих и жидких тел.

Под *статическим электричеством* принято понимать электрические разряды, находящиеся в состоянии относительного покоя, распределенные на поверхности или в объеме диэлектрика или на поверхности проводника тока.

Перемещение зарядов статического электричества в пространстве обычно происходит вместе с наэлектризованными телами.

Действие статического электричества на организм человека

Для человека разряды статического электричества *не представляют прямой опасности.*

Воздействие статического электричества на человека может проявляться в виде слабого длительно протекающего тока или в форме кратковременного разряда, проходящего через его тело. Такой разряд вызывает у человека рефлекторное движение.

На теле человека статическое электричество может накапливаться:

- при ношении обуви с непроводящими подошвами,
- при ношении одежды и белья из шерсти, шелка и искусственных волокон;
- при выполнении ряда ручных операций с веществами-диэлектриками.

Нормирование электростатического поля

Нормируемым параметром ЭСП является *напряженность поля E , (В/м)*

Предельно допустимые уровни напряженности электростатического поля ($E_{ПД}$) устанавливаются в зависимости от времени пребывания персонала на рабочих местах и не должны превышать:

- при воздействии до 1 ч – 60 кВ/м;
- при воздействии свыше 1 до 9 ч величина $E_{ПД}$ определяется по формуле:

$$E_{ПД} = 60 \cdot \sqrt{T},$$

где T – время, ч.

Мероприятия по защите от статического электричества

Для предупреждения возможности возникновения опасных искровых разрядов статического электричества с поверхности оборудования, трубопроводов, а также с тела человека необходимо обеспечить стекание зарядов следующими способами:

- отводом зарядов путем заземления оборудования и коммуникаций;
- обеспечением постоянного электрического контакта с заземлением тела человека;
- отводом зарядов путем уменьшения удельных объемных электрических сопротивлений;
- нейтрализацией зарядов путем использования радиоизотопных, индукционных и других нейтрализаторов.

Атмосферное электричество

Разряды атмосферного электричества – молнии могут явиться причиной взрывов, пожаров и поражения людей.

Молния – искровой разряд статического электричества, аккумулированного в грозовых облаках. Энергия искрового разряда молнии и возникающие при этом токи представляют опасность для человека, зданий и сооружений.

Прямой удар молнии вызывает следующие воздействия на объект:

- электрические, связанные с поражением людей электрическим током и появлением перенапряжений на пораженных элементах.
- термические, связанные с резким выделением теплоты
- механические, обусловленные ударной волной, распространяющейся от канала молнии, и электродинамическими силами, действующими на проводники с токами молнии.

- Вторичные проявления

→ Электростатическая индукция

→ Электромагнитная индукция

→ Занос высоких потенциалов

Защита от атмосферного электричества

Молниезащита комплекс защитных устройств, предназначенных для обеспечения безопасности людей, сохранности зданий и сооружений, оборудования и материалов от возможных взрывов, загораний и разрушений

Молниеотводы

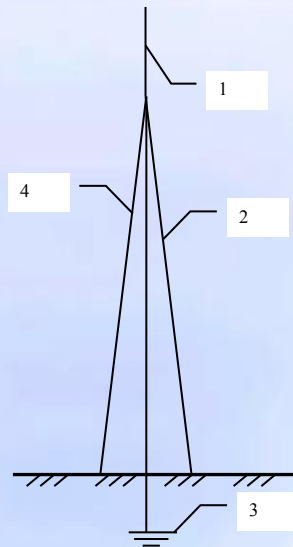
Молниезащита от прямых ударов молнии в наземные объекты осуществляется в виде специальных устройств, называемых *молниеотводами*.

По конструкции молниеотводы подразделяются на:

- стержневые;
- тросовые.

Устройство молниеотвода

1 – молниеприемник; 2 – токовод; 3 – заземление; 4 – мачта



Молниеотводы

Одиночный стержневой молниеотвод – один вертикальный молниеотвод, устанавливаемый на защищаемом сооружении или вблизи него.

Двойной стержневой молниеотвод – два одиночных стержневых молниеотвода, совместно действующих и образующих общую зону защиты.

Многokратный стержневой молниеотвод – три и более одиночных стержневых молниеотвода, совместно действующих и образующих общую зону защиты.

Одиночный тросовый молниеотвод – устройство, образуемое горизонтальным тросом, закрепленным на двух опорах, по каждой из которых прокладывается токоотвод, присоединяемый к отдельному заземлителю у их основания.

Категории молниезащиты

В зависимости от взрывопожароопасности объектов, среднегодовой продолжительности гроз, а также от ожидаемого количества поражений молнией в год устанавливаются **3 категории устройства молниезащиты.**

Категории молниезащиты

Устанавливаются 3 категории устройства молниезащиты и 2 типа (А, Б) зон защиты объектов от прямых ударов молнии.

По третьей категории организуется защита объектов, относимых по ПУЭ к пожароопасным зонам классов П-I, П-II, П-III при расположении объектов в местностях со средней грозовой деятельностью 20 часов в год и более. (зона защиты типа А,Б).

По третьей категории производится защита наружных установок и открытых складов

- Здания и сооружения, отнесенные по устройству молниезащиты к **первой и второй** категориям, должны быть защищены от прямых ударов молнии, и вторичных проявлений через наземные и подземные металлические коммуникации.
- Здания и сооружения, отнесенные по устройству молниезащиты к **третьей** категории, должны быть защищены от прямых ударов молнии и заноса высоких потенциалов через наземные металлические конструкции.

Зоны защиты молниеотвода

Зона защиты молниеотвода – это часть пространства, внутри которого здание и сооружение защищено от прямых ударов молнии с определенной степенью надежности.

Зона защиты типа А обладает степенью надежности 99,5 % и выше, *а зона защиты типа Б* – 95 % и выше.