

# **Тема Электробезопасность**

## **План**

1. Действие электрического тока на организм человека.
2. Факторы, влияющие на степень поражения электрическим током.
3. Классификация помещений по опасности поражения человека электрическим током и условиями производственной среды
4. Условия поражения электрическим током
5. Шаговое напряжение
6. Статическое электричество

### **1. Действие электрического тока на организм человека**

С каждым годом растет производство и потребление электроэнергии, а значит и количество людей, которые в процессе своей жизнедеятельности используют (эксплуатируют) электрические устройства и установки. Поэтому вопрос электробезопасности приобретают особую важность.

Электробезопасность - это система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного и

Анализ производственного травматизма показывает, что число травм, вызванных воздействием электрического тока, является незначительной и составляет около 1%. Однако из общего количества смертельных несчастных случаев доля электротравм составляет 20-40% и занимает одно из первых мест. Наибольшее количество случаев электротравматизма, в том числе с смертельными последствиями, происходит при эксплуатации электроустановок напряжением до 1000В, что связано с их распространением и относительной доступностью практически для каждого, кто работает на производстве. персоналом.

Механизм поражения человека электрическим током очень сложный и сопровождается термическим, электролитическим и биологическим влияниями. При этом возможные невозвратные нарушения функциональной деятельности жизненно важных органов человека.

**Термическое действие** характеризуется нагреванием тканей тела, кровеносных сосудов, нервов, сердца и других органов, которые находятся на пути тока.

**Электролитическое действие** разлагает кровь, лимфу и плазму, нарушает их физико-химический состав.

**Биологическое воздействие** проявляется в нарушении биологических процессов, которые происходят в организме, и сопровождаются раздражением или разрушением нервных и других тканей и ожогами, до полного прекращение работы органов дыхания и кровообращения.

По последствиям электротравмы делятся на местные, которые сопровождаются явно выраженным местными поражениями организма, и общие, или электрические удары, которые приводят к поражению всего организма в результате нарушения функций жизнедеятельности наиболее важных органов и систем. Большинство электротравм - это совокупность местных электротравм и электрических ударов.

**Электрический ожог** - наиболее распространенная электротравма, встречающаяся у 60...65% потерпевших от электрического тока, большинство которых составляет оперативный персонал, который обслуживает действующие электроустановки. Они возникают в местах контакта поверхности тела человека с электродом (контактный или токовый ожог) или под воздействием электрической дуги (дуговой ожог). При выделении большого количества тепла ожоги могут поражать не только кожу, но и подкожный жировой слой, мышцы, нервы и кости. Такие ожоги называют глубинными и заживают довольно долго.

**Электрические знаки**, или электрические метки, возникают на теле человека в местах их тесного контакта с токопроводящими частями. Это затвердевшие пятна серого или бледно-желтого цвета, как правило, округлой или овальной формы. В отличие от ожогов, знаки не вызывают болевых ощущений и лечение их заканчивается хорошо.

**Металлизация кожи** - проникновение в верхние слои кожи наименьших частиц металла, который расплывается и разлетается под действием электрической дуги. Это может произойти во время коротких замыканий, отключении разъединителей и рубильников под напряжением. Этот вид электротравм встречается у 10% потерпевших. Металлизации можно избежать, применяя спецодежду и защитные очки.

**Электроофтальмия** – воспаление роговицы внешней оболочки глаза, которое возникает в результате влияния мощного потока ультрафиолетовых лучей, которые мгновенно поглощаются клетками организма и вызывают в них химические изменения. Такое облучение возможно при наличии электрической дуги (которое возникает, например, при коротком замыкании), которое является источником интенсивного излучения не только видимого света, но и в результате ультрафиолетовых и инфракрасных лучей.

**Механические повреждения** возникают в результате резких самопроизвольных судорожных сокращений мышц под действием тока,

проходящего через человека. В результате могут происходить разрывы кожи, даже перелом костей. Механические повреждения, как правило, являются существенными травмами, которые требуют длительного лечения. Они бывают очень редко. Механические повреждения, вызванные, например, тем, что человек падает с высоты в результате действия тока, к электротравмам не относятся.

**Электрический удар** – это возбуждение живых тканей организма, проходящим через него электрическим током, сопровождающееся самопроизвольным судорожным сокращением мышц. При этом наблюдается парами мышц опорно-двигательного аппарата, мышц грудной клетки (дыхательных), мышц желудочков сердца. При параличе дыхания прекращается газообмен и снабжение организма кислородом, возникает удушье. При параличе мышц сердца его работа или полностью прекращается, либо некоторое время сопровождается дрожанием (фибрилляцией).

**Фибрилляция** – это хаотические быстрые и разновременные сокращения волокон сердечной мышцы (фибрия) при котором сердце прекращает работать как насос, т.е. не способно обеспечивать движение крови по сосудам. В результате этого прекращается кровообмен, останавливается снабжение кислородом ткани и органов, что вызывает гибель организма.

Медицинской практикой установлено, что при остановке работы сердца и дыхания в результате кислородного голодаания через 5-6 минут гибнут клетки центральной нервной системы, в результате чего наступает потеря сознания и прекращение управления функциями всех органов тела. Это состояние называют «клинической» (мнимой) смертью, поскольку клетки других органов тела еще живые.

Степень негативного воздействия на организм электрических ударов разный. Наименьший электрический удар вызывает чуть ощутимое сокращение мышц.

В зависимости от последствий поражения электрические удары можно условно поделить на 5 ступеней:

Первая – судорожные чуть ощутимые сокращения мышц;

Вторая - судорожные сокращения мышц, сопровождающиеся болью, которая едва переносится без потери сознания;

Третья - судорожное сокращение мышц с потерей сознания, но с сохранения дыхания и работы сердца;

Четвертая – потеря сознания и нарушение сердечной деятельности или дыхания (или того или другого сразу);

Пятая – клиническая смерть, т.е. отсутствие дыхания и кровообращения.

## **2.Факторы, влияющие на степень поражения электрическим током**

Характер физиологических реакций, которые определяют степень тяжести электротравм, зависит от разных факторов. Опасность поражения человека электрическим током определяется параметрами электрического тока (силой тока, напряжением, родом и частотой тока, электрическим сопротивлением человека) и неэлектрического характера (индивидуальными особенностями человека, длительностью действия тока и его путем прохождения через человека), а также состоянием окружающей среды.

**Сила тока** является основным фактором, обеспечивающим степень поражения человека. В зависимости от этого, установлены следующие пороговые значения тока:

- порог ощутимого тока – наименьший ощутимый ток – 0,5…1,5 мА переменного (5…7 мА постоянного)

- порог неотпускающего тока – наименьший ток, при котором человек уже не может самостоятельно управлять мышцами, через которые проходит электрический ток 10…15 мА переменного (50…80 мА постоянного).

- пороговый фибриляционный ток, клиническая смерть 100 мА…5А переменного тока (300 мА…5А постоянного)

Опасность поражения электрическим током тем больше, чем больший ток протекает через человека, но эта зависимость не равнозначная, потому что опасность поражения зависит не только от значения тока, но и от других факторов.

**Величина напряжения** – один из главных факторов, от которого зависит последствие воздействия электрического тока, поскольку определяет, согласно закона Ома, значение тока, который протекает через человека.

От величины тока зависит возможность пробоя кожи и наступающее за этим резкое снижение общего сопротивления тела. Пробой эпидермиса может быть при напряжении 50В и больше, а напряжение 200 В всегда вызывает пробой наружного слоя кожи.

**Род и частота тока**, проходящего через тело человека, имеют большое влияние на последствия поражения. Наиболее безопасным является переменный ток промышленной частоты 20..100ГЦ. при увеличении или уменьшении его частоты за эти пределы, значение неотпускающего тока увеличивается, и он становится более опасным, и при частоте, которая равняется 0 (постоянный ток) они увеличиваются приблизительно в 3 раза. При частоте более 50ГЦ почти отсутствует электрический удар, основной вид

поражения – ожог.

**Электрическое сопротивление тела человека** – переменная величина, имеющая нелинейную зависимость от многих факторов, в том числе от состояния кожи, параметров электрической цепи, физиологических факторов и состояния окружающей среды. При сухой неповрежденной и чистой коже сопротивление тела человека колеблется от 3000 до 100000 Ом, а иногда и больше. При нарушении рогового слоя кожи сопротивление внутренних тканей уменьшается от 700 до 500 и даже до 300 Ом.

Установлено, что здоровый и физически выносливый **человек** легче переносит электрический удар, чем больные и слабые. Сопротивление тела человека уменьшается при алкогольном опьянении, а также у людей, страдающих болезнями кожи, легких, сердечно-сосудистыми, нервными заболеваниями. Опасность электротравм также значительно увеличивается через переутомление, следствием которого является рассеивание внимания, нарушение координации движения и понижение скорости реакций.

Таким образом, сопротивление тела человека является переменной величиной, зависящей и от физиологических факторов состояния здоровья, и от психического состояния.

При проведении различных расчетов по обеспечению электробезопасности условно *принимают нормативное сопротивление тела человека 1000 Ом.*

**Путь тока** в теле человека значительно влияет на последствия поражения, опасность которого особенно велика, если он проходит через жизненно важные органы: сердце, легкие, головной мозг.

В теле человека путь тока называют петлями тока и их очень много. Наиболее часто встречаются: правая рука – ноги, левая рука – ноги, рука – рука, нога – нога. Опасность той или иной петли тока можно оценивать по тяжести поражения, а также по величине тока, который проходит через сердце при данной петле.

**Длительность действия тока**, как и сила тока – главный фактор, который определяет последствия электротравм. Увеличение продолжительности воздействия тока на человека увеличивает тяжесть поражения за счет снижения сопротивления тела в результате увлажнения кожи потом и соответственно увеличения тока, проходящего через нее, уменьшению защитных сил организма, которые противодействуют воздействию электрического тока. Чем больше время человек будет находиться под действием электрического тока, тем вероятнее тяжелый или смертельный исход. Быстрое отключение неотпускающего тока позволяет предупредить нарушение дыхания и работы сердца.

*Состояние окружающей среды* часто бывает определяющим при поражении электрическим током. У влажных помещений с высокой температурой условия для обеспечения электробезопасности неблагоприятные, потому что при этом терморегуляция организма человека осуществляется в основном при помощи потоотделения, а это приведет к уменьшению сопротивляемости человека.

### **3.Классификация помещений по опасности поражения человека электрическим током и условиях производственной среды**

Производственные помещения по степени опасности поражения человека электрическим током и в зависимости от состояния производственной среды по «Правилам устройства электроустановок» (ПУЭ) делятся на:

- помещения с повышенной опасностью, которые характеризуются наличием в них одного из таких факторов опасности: сырость (относительная влажность длительное время превышает 75%); наличие токопроводящей пыли, которая может оседать на проводниках, проникать в середину машин, аппаратов и т.д.; токопроводящий пол (металлический, земляной, железобетонный, цементный); высокая температура воздуха (постоянно или периодически превышает 35<sup>0</sup>С например, помещения с сушилками, котельные и т.д.); возможностью одновременного прикосновения человека к металлоконструкциям, которые имеют подсоединения к земле, технологическим аппаратам и механизмам, с одной стороны, и к металлическим корпусам электроустановок, с другой;

- особенно опасные помещения характеризуются наличием в них одного из таких факторов опасности: особо влажные (влажность воздуха около 100 %, потолок, стены, полы и вещи в помещении покрыты влагой); наличие химически активной или органической среды (агрессивные газы, вещества и испарения жидкостей, которые разрушают изоляцию и токоведущие части электроустановок); одновременное действие двух или больше факторов опасности, характеризующих помещения с повышенной опасностью;

- помещения без повышенной опасности – это такие, в которых отсутствуют вышеперечисленные факторы опасности.

Опасность поражения электрическим током существует везде, где используются электроустановки, поэтому помещения без повышенной опасности нельзя назвать безопасными. Территория, где размещены электроустановки, относятся к особенно опасным.

#### **4.Условия поражения электрическим током .**

- недостаточное обучение, несвоевременная проверка знаний и присвоение групп квалификации по технике безопасности персонала, обслуживающего электроустановки;
- нарушение правил устройства, технической эксплуатации и техники безопасности электроустановок;
- неправильная организация труда;
- неисправность изоляции, в результате чего токоведущие части оборудования оказываются под напряжением;
- выполнение электромонтажных и ремонтных работ под напряжением;
- обрыв заземляющего проводника;
- применение электрозащитных устройств, которые не отвечают условиям производства работ;
- недооценка опасности тока, который проходит через тело человека, и напряжения, воздействие которого на человека возникает, когда ноги находятся на участке с точками разного потенциала («шаговое напряжение»);
- выполнение работ без индивидуальных средств электрозащиты или использования защитных устройств, которые не прошли своевременное испытание;
- отсутствие маркировки, предохранительных плакатов, блокировок, временных ограждений мест электротехнических работ.

Эти причины можно сгруппировать по следующим факторам:

- прикосновение к токоведущим частям под напряжением в результате несоблюдения правил безопасности, дефектов конструкции и монтажа электрооборудования;
- прикосновение к нетоковедущим частям, которые оказались под напряжением в результате нарушения изоляции, перекручивания проводов;
- ошибочная подача напряжения в установку, где работают люди;
- отсутствие индивидуальных защитных устройств.

#### **5. Шаговое напряжение**

При замыкании токоведущих частей непосредственно на землю или корпус электрооборудования, которые имеют контакт с землей и токопроводящие фундаменты, электрический ток растекается от места замыкания равномерно по всем направлениям полусферы объема земли. По

мере отдаления от места растекания плотность тока уменьшается, поскольку увеличивается объем земли, по которой проходит ток. На расстоянии от места замыкания 3 Ом и больше плотность тока становится настолько малой, практически равной 0.

Человек, стоящий ногами (в обуви, проводящей ток) в зоне растекания тока на точках с разными потенциалами, под действием напряжения шага, становится включенным в электрическую цепь, в результате чего через тело человека проходит ток напряжением нога – нога.

**Шаговое напряжение** – это разница потенциалов между двумя точками в зоне растекания тока, находящимися на расстоянии шага, которое равняется 0,8 м. Человек, находящийся под действием шагового напряжения, падает из-за судорог ног и это приводит не только к увеличению действующего на него напряжения, но и до появления тока, проходящего по одному из самых опасных каналов: рука-нога. Величина шагового напряжения зависит от ширины шага и расстояния до места замыкания на землю.

В случае необходимости выхода из опасной зоны или входа в неё для оказания помощи необходимо удалиться от места замыкания или приближаться к нему прыжками на одной ноге или на двух, или малыми шагами, не превышающими длину ступни. Это уменьшает потенциал шагового напряжения практически к нулю.

## 6. Статическое электричество

**Статическое электричество** – это процесс образования и разделения зарядов в пространстве, при контакте двух материалов, если хотя бы один из них является диэлектриком. Суть электролизации заключается в том, что диэлектрики при определенных условиях становятся заряженными. При этом электрические заряды не возникают и не исчезают, а переходят из одного электролизованного тела на другое, накапливаются на поверхностях их контакта или перемещаются в границах одного и того же тела. Статическое электричество может появляться на телах и через индукцию, то есть через взаимодействие на расстоянии.

Если напряженность электрического поля превышает прочность среды (воздуха), то происходит разряд статического электричества. Разряды статического электричества являются одним из возможных импульсов возгорания и взрывов. Защита от статического электричества и её опасных проявления должна осуществляться в двух направлениях: уничтожение электрических зарядов или уменьшение их до безопасных величин. Оборудование должно быть заземлено не менее чем в двух местах, влажность в

помещении должна быть в пределах нормы, применение токопроводящих смазок в передачах.

**Задание.**

**Изучите материал по данной теме.**

**Напишите краткий конспект, отвечая на поставленные вопросы.**

**Контрольные вопросы**

1. Укажите действие электрического тока на организм человека.
2. Укажите факторы, влияющие на степень поражения электрическим током.
3. Дайте классификацию помещений по опасности поражения человека электрическим током и условиям производственной среды.
4. Укажите условия поражения человека электрическим током.
5. Укажите опасность шагового напряжения.
6. Укажите опасность статического электричества.

Сканкопию конспекта пришлите электронной почтой на адрес

[karachor\\_e@mail.ru](mailto:karachor_e@mail.ru)