

**Тема.**  
**Тема ЭЛЕКТОРОБЕЗОПАСНОСТЬ**

**План**

1. Действие электрического тока на организм человека.
2. Факторы, влияющие на степень поражения электрическим током.
3. Условия поражения электрическим током.
4. Классификация помещений по степени опасности поражения человека электрическим током и условиями производственной среды.
5. Средства защиты от поражения электрическим током.
6. Оказание первой доврачебной помощи при поражении электрическим током.

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

Электрическое оборудование представляет большую потенциальную опасность для человека, в особенности в связи с тем, что органы чувств не ощущают электрическое напряжение в отличие от тепла, света, движущихся элементов, запахов и других вредных и опасных производственных факторов. Поэтому, когда ток воздействует на человека, его защитная реакция проявляется только после непосредственного контакта с частями оборудования, находящимся под напряжением.

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

**Электролитическое воздействие** 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 прекращения работы органов дыхания и кровообращения.

По последствиям электротравмы делятся на местные, которые сопровождаются явно выраженными 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.

Характерные виды местных электротравм: электрические ожоги, электрические знаки, металлизация кожи, электроофтальмия и механические повреждения.

**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).

**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 расплавляется и разлетается под действием электрической дуги. Это может произойти во время коротких замыканий, отключении разъединителей и рубильников под напряжением. 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 элетросвета, 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

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

дрожанием (фибрилляцией).

**Фибрилляция** – это хаотические быстрые и одновременные сокращения волокон сердечной мышцы (фибрия) при котором сердце прекращает работать как насос, т.е. не способно обеспечивать движение крови по сосудам.

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 сохранением 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**

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 не отпускающего 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 фибрилляционный ток, клиническая смерть 100 мА...5А переменного тока (300 мА...5А постоянного)

Ток более 5 А, как правило, фибрилляцию сердца не вызывает. При таком токе осуществляется остановка сердца (минуя состояние фибрилляции), а также паралич дыхания.

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

*Род и частота тока*, проходящего через тело человека, имеют большое влияние на последствия поражения. Наиболее безопасным является переменный ток промышленной частоты 20..100Гц. 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. Электрическое сопротивление человека эквивалентно суммарному сопротивлению нескольких элементов, которые включают последовательно: тело человека, одежда (при касании участка тела, защищенного одеждой).

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.

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. Поскольку путь тока зависит также от сопротивления кожи на разных участках тела и участках, какими потерпевший касается токоведущих частей, его влияние на последствия поражения может быть разным. 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

*Длительность действия тока*, как и сила тока – главный фактор, который определяет последствия электротравм. 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. Условия поражения электрическим током.

*Основными причинами электротравматизма являются:*

- 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;
- 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.

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.

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.

**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.

#### **4.Классификация помещений по опасности поражения человека электрическим током и условиями 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.

## **5. Средства защиты от поражения электрическим током**

Электробезопасность на производстве обеспечивается соответствующей конструкцией электроустановок, применением технических средств и средств защиты, организационными и техническими мерами.

Конструкция электроустановок должна отвечать условиям эксплуатации, обеспечивать защиту персонала от контакта с токопроводящими и движущимися частями и от попадания внутрь оборудования посторонних предметов и воды. Обеспечение защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям обеспечивается такими средствами, которые применяются отдельно или в комбинации с другими: защитные ограждения, изоляция токоведущих частей, применение малых напряжений, защитное заземление, защитное отключение, изолирующие защитные и охранные средства, организация безопасной эксплуатации электроустановок.

**Защитные ограждения.** Чтобы исключить возможность контакта или опасного приближения к изолированным токоведущим частям, необходимо обеспечить недостижимость при помощи ограждений, блокировок и расположения на недоступной высоте или в недоступном месте. Ограждения могут использоваться как сплошные, так и сетчатые. Сплошные ограждения в виде кожухов и крышек используют в электроустановках напряжением до 1000В. Сетчатые ограждения имеют двери, которые закрываются на замок. Блокировки предназначены для предупреждения опасных действий персонала и проникновения в опасную зону. Оно обеспечивается снятием напряжения с токоведущих частей электроустановок при опасных режимах работы. По принципу действия блокировки делят на механические и электрические. Для

предупреждения ошибочных действий персонала служат также предупредительные и запрещающие знаки и подписи.

**Изоляция токоведущих частей.** Покрытие токоведущих частей или изоляция их от других частей слоем диэлектрика обеспечивает протекание тока по необходимому пути и безопасную эксплуатацию электрооборудования. В электроустановках применяется рабочая, дополнительная, двойная и усиленные виды изоляции.

По назначению электротехнические средства условно делят на изолирующие, ограждающие и вспомогательные.

**Изолирующие** электротехнические средства предназначены для изоляции человека от частей оборудования, которые находятся под напряжением, а также от земли. К ним относятся штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, показатели напряжения, изолированные ручки монтерского инструмента, диэлектрические рукавицы, боты и калоши, резиновые коврики, лестницы. Они делятся на основные и дополнительные. *Основными* называют средства, изоляция которых надежно выдерживает рабочее напряжение и позволяет работать под напряжением. *Дополнительные* - не обеспечивают безопасность персонала, а являются дополнительным защитным средством к основным.

**Ограждающие** электротехнические средства предназначены для временного ограждения токоведущих частей оборудования. К ним относятся переносные ограждения и заземления. Условно к ним относят предупредительные плакаты.

Вспомогательные защитные средства предназначены для защиты персонала от падения с высоты (пояса, канаты), для безопасного подъема (лестницы, когти), а также защите от светового, теплового, механического и химического влияния (защитные очки, противогазы, рукавицы, спецодежда). Главной задачей организации безопасной эксплуатации электроустановок является обеспечение их обслуживания высококвалифицированным персоналом. Существует пять групп по электробезопасности персонала, которые обслуживают электроустановки.

## **6. Оказание первой доврачебной помощи при поражении электрическим током**

Первая медицинская помощь – это комплекс мероприятий, направленных на восстановление или сохранение здоровья потерпевших, производимых не медицинскими работниками (взаимопомощь) или самим потерпевшим (самопомощь). Важнейшее условие оказания первой помощи – её срочность.

Чем быстрее она оказана, тем больше надежд на положительный результат.

Последовательность оказания первой доврачебной помощи:

- прекратить воздействие на организм человека поражающих факторов, которые угрожают здоровью и жизни потерпевшего, оценить состояние потерпевшего;

- определить характер и тяжесть травмы, наибольшую угрозу для жизни потерпевшего и последовательность мероприятий по его спасению;

- выполнить необходимые мероприятия по спасению потерпевших в последовательности важности (освободить проходимость дыхательных путей, провести искусственное дыхание, провести внешний массаж сердца);

- поддерживать основные жизненные функции потерпевшего до прибытия медицинского работника;

- вызвать скорую медицинскую помощь или принять меры по транспортированию потерпевшего в ближайшее лечебное учреждение.

Спасение потерпевшего от воздействия электрического тока, а также от скорости и правильности освобождения его от тока и оказания помощи. При поражении током смерть часто бывает клинической, поэтому нельзя отказываться от оказания помощи потерпевшему.

Если потерпевший руками удерживает провод и его пальцы сильно сжаты, и освободить провод не возможно, необходимо отключить электроустановку при помощи выключателя, рубильника. Если установку быстро отключить нельзя, то необходимо принять меры по освобождению потерпевшего от контакта с токоведущими частями. При этом можно пользоваться канатом, палкой, доской или любым сухим предметом, не проводящим электричество. Потерпевшего можно также оттащить за его одежду (если она сухая и отстает от тела).

С целью изоляции рук, оказывающий помощь должен одеть диэлектрические рукавицы или обмотать руку шарфом, натянуть на руку рукав пальто или пиджака, накинуть на потерпевшего резиновый коврик (плащ) или просто сухой материал. Можно также изолировать себя, став на резиновый коврик, сухую доску или одежду. При освобождении потерпевшего от токоведущих частей рекомендуется действовать одной рукой.

Если электрический ток проходит в землю, через потерпевшего, и он судорожно сжимает один провод, то проще прервать ток, отделив потерпевшего от земли (подсунув под него сухую доску и оттянув за одежду), приняв при этом защитные меры. Можно перерубить провода топором с сухой ручкой или перекусить инструментом с изолированными ручками пофазно.

Меры доврачебной помощи зависят от состояния, в котором находится потерпевший после освобождения от электрического тока. После освобождения

необходимо оценить его состояние. Во всех случаях поражения электрическим током **необходимо обязательно вызвать врача**, не зависимо от состояния потерпевшего. Если пострадавший **в сознании и устойчивое дыхание**, и пульс есть, но до этого терял сознание, его необходимо положить на подстилку или одежду, расстегнуть одежду, которая затрудняет дыхание, обеспечить приток свежего воздуха, растереть и согреть его и обеспечить полный покой, дать понюхать нашатырный спирт, сполоснуть лицо холодной водой. Если потерпевший, находится **без сознания**, необходимо дать ему выпить 15-20 капель настойки валерианы или горячего чая.

Ни в коем случае нельзя позволять потерпевшему двигаться, а тем более продолжать работу, поскольку отсутствие тяжелых симптомов, после поражения не исключает возможность в дальнейшем, ухудшения состояния. Лишь врач может сделать заключение о состоянии здоровья потерпевшего. Если потерпевший дышит редко и судорожно, но у него не прощупывается пульс необходимо сразу сделать ему искусственное дыхание.

**При отсутствии дыхания и пульса** у потерпевшего в результате резкого ухудшения кровообмена мозга расширяются зрачки, увеличивается синюшность кожи и слизистых оболочек. В таких случаях помощь должна быть направлена на возобновление жизненных функций путем проведения искусственного дыхания и внешнего (не прямого) массажа сердца. Потерпевшего необходимо переносить в другое место лишь в тех случаях, если ему или лицу, оказавшему помощь, продолжает угрожать опасность или оказание помощи на месте не возможно. Для того, чтобы не терять время, нет необходимости раздевать потерпевшего. Если потерпевший находится на высоте, необходимо перед спуском на землю сделать искусственное дыхание на опоре. Опустив потерпевшего на землю необходимо сразу начать проведение искусственного дыхания и массажа сердца и делать это до появления самостоятельного дыхания и восстановления деятельности сердца или передачи потерпевшего медицинскому персоналу.