**Тема: Факторы, влияющие на исход поражения человека электрическим током.**

**Вопросы:**

1.Виды воздействия электрического тока.

2.Виды электротравм.

3.Факторы, влияющие на поражение электрическим током.

**Электротравма** - поражение электрическим током. Его источником служит техническое и атмосферное электричество. Поражения техническим электричеством могут возникнуть как в случаях непосредственного контакта с токоведущими частями различных электроустановок, так и на расстоянии через воздух и землю под действием токов высокого напряжения.

**Основные причины и условия поражения электрическим током**

 1. Прикосновение к токоведущим частям, находящимся под напряжением.

 2. Прикосновение к нетоковедущим, но токопроводящим частям электрооборудования, оказавшиеся под напряжением из-за неисправности изоляции или защитных устройств.

 3. Попадание под шаговое напряжение.

 4. Нарушение правил технической эксплуатации электроустановок, потребителей и правил техники безопасности.

По последствиям физиологического воздействия на организм человека электрический токможно подразделить на пороговый ощутимый, пороговый неотпускающий, пороговый фибрилляционный.

Приводимые далее величины относятся к переменному току промышленной частоты (50 Гц).

**Пороговый ощутимый**ток, имеющий малые значения (от 0,6 до 1,5 мА), вызывает первые ощутимые воздействия, но не травмирует.

**Пороговым неотпускающим**считается ток величиной 10-15 мА. Под его воздействием практически исключается возможность самостоятельного отрыва человека от токоведущих установок.

Смертельно опасным считается ток более 100 мА, который вызывает паралич органов дыхания и фибрилляцию сердца и называется **пороговым фибрилляционным.**

* 1. **Виды воздействия электрического тока**

Существует четыре вида воздействия тока:

 - термические;

 - электролитические;

 - динамические;

 - биологические.

Термическое воздействие - на теле, после контакта с электричеством, появляются ожоги произвольной формы. При перегревании временно теряют свою функциональ-ность органы, находящиеся на пути электротока. В результате поражения может пострадать как мозг, так и кровеносная или нервная системы, что приводит к серьезным расстройствам.

Электролитическое воздействие - поражение крови и лимфы в организме, что влечёт к их расщеплению и изменению физико-химического состава.

Динамическое, или как его еще называют механическое, воздействие вызывает повреждение структуры тканей организма (в том числе, мышечные, лёгочные ткани, стенки кровеносных сосудов) в виде расслоения, рваных ран, в отдельных случаях - даже разрывов. Увечью способствует перегрев крови и тканевой жидкости с мгновенным выделением пара, похожим на взрыв.

Биологическоевоздействие поражает мышечную систему и живые ткани, приводит к её временной дисфункции. В результате, могут возникать непроизвольные судорожные мышечные сокращения. Это действие, даже временного характера, может пагубно повлиять на работу сердца или дыхательной системы, не исключается летальный исход.

* 1. **Виды электротравм**

Различают следующие виды электротравм:

 - местного характера, когда нарушены отдельные участки тела;  
 - общее поражение - нанесены увечья электрическим ударом всему организму.

Соотношения электротравм, по данным статических исследований, распредели-лись в следующим образом:

- 20% - местные проявления;

- 25% - общее поражение организма;

- 55% - смешанные поражения.

Чаще всего, возникают несчастные случаи с обоими видами травм, однако их следует рассматривать, как отдельные, так как они имеют значительные различия.

**Электротравмы местного характера**. Повреждения организма связаны с нарушениями целостности тканей тела. Чаще травмируется кожный покров, но бывают случаи нанесения вреда связкам или костям.

Степень опасности травм зависит от состояния и места повреждённой ткани. В большинстве случаев они излечиваются с полным восстановлением функциональности поражённой части тела.

Около 75% несчастных случаев от поражения электротоком имеют зону повреждения местного характера и встречаются со следующей частотой:

- ожоги от электричества - ≈40%;

- электрические знаки - ≈7%;

- металлизация кожного покрова - ≈3%;

- механическое поражение – ≈0,5%

- случаи электроофтальмии - ≈1,5%;

- смешанные травмы - ≈23%.

**Электрические ожоги**. Повреждения тканей возникают от термического влияния электрического тока, происходят часто, разделяются на:

 - токовые, либо контактные, возникающие при соприкосновении человека с токоведущим оборудованием;

- дуговые, обусловленные действием электрической дугой.

Токовые ожоги характерны для электроустройств с напряжением до 2 кВ.

Электрические объекты большего напряжения образуют электрическую дугу.

Сложность ожога зависит от мощности тока и длительности его прохождения. Кожный покров сгорает быстро из-за большего сопротивления чем у внутренних тканей. При увеличенных частотах токи проникают глубоко в организм, поражают внутренние органы.

Дуговые ожоги происходят при работе ЭУ с различными напряжениями. Причём источники до 6 кВ могут образовать дугу при случайном коротком замыкании. Более высокие напряжения пробивают сопротивление воздушной изоляции между человеком и электрооборудованием при сокращении безопасного промежутка до токоведущих частей.

**Электрознаки**. Это находящиеся на поверхности тела пятна овальной формы бледно-жёлтого или серого цвета. По размеру они около 1-5 мм. Легко поддаются лечению и не приносят человеку большого дискомфорта.

**Металлизация кожи**. Представляет собой повреждение кожных покровов мелкими частичками расплавленного металла, которые проникают в верхние слои кожи от дуги при коротких замыканиях.



К наиболее опасной травме относятся повреждения области глаз. Для её предотвращения, при работах, связанных с разрывами цепей и одновременным образованием электродуги, работник должен использовать специальные защитные очки, а тело полностью закрывать спецодеждой.

**Механические повреждения**. Наиболее характерны при работе в электрических установках до 1000 В под длительным воздействием электротока.

Проявляются в виде непроизвольных мышечных судорог, которые могут привести к разрыву кожи, нервных тканей или кровеносных сосудов. Встречаются случаи с вывихом суставов и переломом костей.

**Электроофтальмия**. Повреждение глаз связано с воспалительными процессами наружной оболочки (конъюнктивы и роговицы) от воздействия сильного светового потока ультрафиолетового спектра электрической дуги.

Для защиты требуется использовать очки или маску с цветными специальными стёклами.

**Электрический удар**. Быстрое, практически мгновенное образование цепи тока в организме поражает живые ткани, приводит к судорогам мышц, нарушает работу всех органов, особенно нервной системы, сердца и лёгких. Степени электрического удара определяют пятью этапами:

* 1. Легкие сокращения отдельных мышц;

2. Мышечные судороги, создающие болевые ощущения, при которых пострадавший находится в сознании;

3. Судорожные сокращения мышц, вызвавшие потерю сознания, когда сердце и лёгкие продолжают функционировать;

4. Пострадавший лишен сознания, нарушен ритм/работа сердца и/или дыхание.

5. Летальный исход.

**Фибрилляция**. Волокна сердечной мышцы (фибриллы) под действием переменного тока с частотой 50 Гц, превышающего 50 мА, начинают хаотические сокращения. Через несколько секунд полностью прекращается нагнетание крови. Останавливается кровоток организма.



Путь току через сердце создают чаще всего, контакты между руками либо ногой и рукой. Меньшие 50 мА и большие 5 А токи фибрилляцию сердечной мышцы у человека не вызывают.

**Электрический шок**. Удар электрическим током тяжело воспринимается организмом, возникает реакция нервно-рефлекторного характера. Поражаются дыхательная и нервная системы, кровообращение, внутренние органы.

После воздействия током наступает фаза так называемого возбуждения организма: появляется ощутимость боли, увеличивается артериальное давление.

Затем организм переходит в фазу торможения: снижается кровяное давление, нарушается пульс, ослабевает дыхательная и нервная системы, наступает депрессия. Длительность этого состояния может колебаться от нескольких минут до суток.

### Факторы, влияющие на поражение электрическим током

На исход поражения электрическим током оказывает влияние следующие факторы:

1. Род тока (постоянный, переменный).
2. Величина тока.
3. Частота переменного тока.
4. Величина приложенного напряжения.
5. Путь протекания тока.
6. Длительность воздействия.
7. Окружающая среда.
8. Сопротивление тела человека.
9. Схема включения человека в цепь (двухфазное, однофазное).
10. Площадь прикосновения тела с электродом.
11. Индивидуальные свойства организма
12. Фактор внимания

#### Факторы 1-4:

  При не высоких напряжениях опасность переменного тока в три раза выше опасности постоянного тока. При напряжении 500 В их опасность сравнивается, а при напряжениях выше 500 В опасность постоянного тока становиться преобладающей.

Пороговые токи:

* 0,6 – 1,5 мА для переменного тока;
* 5 – 7 мА для постоянного  тока.

Не отпускающие токи:

* 20 – 25 мА для переменного тока;
* 50 – 80 мА для постоянного тока.

Фибряллиционные токи:

* 80 –100 мА для переменного тока;
* 100 – 300 мА для постоянного тока.

  При токе 0,1 А наступает паралич дыхания, паралич сердца и смерть.

  Наиболее опасной считается частота переменного тока 50 Гц. С увеличением частоты более указанной опасность поражения уменьшается. При частоте 500 Гц и более опасность поражения переменным током сравнивается с опасностью поражения такого же потенциала постоянного тока.

  Опыты показали, что опасность возникновения фибрилляции сердца у животных больше при 50 Гц, а опасность остановки дыхания – при 200 Гц. В частотном диапазоне по обе стороны от этих значений опасность тока снижается.

  Наличие частотных составляющих в выпрямленном токе утяжеляет исход электротравмы.

  Величина напряжения опасная для жизни: 42 вольта и выше переменного тока; 110 и выше постоянного тока. Напряжение ниже 42 В принято считать безопасным, но это только в нормальных условиях, при нарушении которых может наступить смерть при напряжении ниже 42 В и даже при напряжении 12 В.

Судебно-медицинской экспертизой зарегистрированы несколько случаев гибели людей от напряжения 12 В и ниже.

#### Фактор 5:

  Наиболее опасен путь протекания тока, когда на его пути находятся жизненно важные органы (мозг, сердце) (см. рис. 3). В тоже время немаловажным является то, каким участком тела касается человек токоведущих частей, какова плотность нервных окончаний на нем (27% смертных случаев – при соприкосновении с токоведущими частями в двух местах на одной руке или одной ноге).

#### Фактор 6:

  Одним из основных факторов, влияющих на исход поражения электрическим током, является длительность его воздействия. Чем меньше продолжительность протекания тока, тем меньше опасность поражения.

[](https://4.bp.blogspot.com/-JzIR6NMbyUM/VyCmL6gvUfI/AAAAAAAADW4/El5VPIyAJQwcFQHYvsmQ80aUkxRissrvACLcB/s1600/%D0%A1%D0%BD%D0%B8%D0%BC%D0%BE%D0%BA.PNG)

#### Фактор 7:

На степень поражения электротоком оказывают влияние условия внешней среды:

категория помещения в отношении электробезопасности, уровень шума и освещенности, концентрация вредных веществ в воздухе, содержание кислорода и углекислого газа, атмосферное давление.

#### Фактор 8:

О сопротивлении тела человека сказано выше. При расчетах сопротивление тела человека принимается равным 1000 Ом.

#### Фактор 9:

В зависимости от схемы включения человека в цепь, через его тело проходит фазное или линейное напряжение

[https://2.bp.blogspot.com/-vweFVPL6XvI/VyCmVRB4AEI/AAAAAAAADW8/wuR7GOzuDrozX7KlrMw7plzpRZP4VVFGQCLcB/s1600/%25D0%25A1%25D0%25BD%25D0%25B8%25D0%25BC%25D0%25BE%25D0%25BA.PNG](https://2.bp.blogspot.com/-vweFVPL6XvI/VyCmVRB4AEI/AAAAAAAADW8/wuR7GOzuDrozX7KlrMw7plzpRZP4VVFGQCLcB/s1600/%D0%A1%D0%BD%D0%B8%D0%BC%D0%BE%D0%BA.PNG)

#### Фактор 10:

Степень поражения электротоком находится в прямой зависимости от площади электрода, которого касается человек и силы давления электрода на кожу.

#### Фактор 11:

  На исход поражения электрическим током влияют также индивидуальные свойства организма человека.

  Установлено, что вполне здоровые и физически крепкие люди переносят электрические удары легче, чем больные и слабые. Повышенной чувствительностью к электротоку обладают люди, страдающие болезнями кожи, сердечно – сосудистой системы, органов внутренней секреции, легких, нервов и др.

  Поэтому, правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок предусматривается отбор по состоянию здоровья персонала для обслуживания электроустановок.

  Важное значение имеет и фактор внимания. Статистика отмечает, что перед обеденным перерывом и в конце рабочего дня, когда снижается внимание, увеличивается не только вероятность поражения электротоком, но и может усугубиться его тяжесть. Напряженное внимание, твердая воля в состоянии не только ослабить действие электротока, но иногда совершенно его уничтожить.

  Повозрастное распределение лиц, на установках напряжением 65 В и менее:

* до 21 года-22%,
* 21 – 30 лет-65,5%
* старше 30 лет-12,5%

#### Фактор 12:

  Фактор внимания – особое состояние настороженности у человека, сознающего опасность выполняемой им работы. Внимание человека создает оборонительную реакцию.

**Использованная литература:**

* 1. <http://forum220.ru/effects-electric-current.php>