

УДК 621.316

## ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА НА ЧЕЛОВЕКА

А.О. Балаганский студент гр. ЭПб-121, IV курс,  
Е.И. Береснев, студент гр. ЭПб-121, IV курс,  
С.Г. Захаренко, к.т.н. доцент, Т.Ф. Малахова, к.т.н. доцент, В.А. Бродт, доцент  
Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

С целью обеспечения безопасности труда при эксплуатации электроустановок необходимо знать, как действует электрический ток на организм человека. Это позволит выстроить комплекс защитных мер, которые должны применяться в различных условиях, безопасно освободить пострадавшего от действия тока, правильно оказать первую доврачебную медицинскую помощь.

Особенность поражения электрическим током состоит в том, что невозможно заблаговременно обнаружить наличие тока без применения специальных технических средств. Следует, отметить, что велика тяжесть электроtraum: зачастую это длительная потеря трудоспособности с возможными осложнениями, выявляющимися через много лет, или же смертельный исход.

Поражение электрическим током происходит в результате прикосновения человека к токоведущей части, находящейся под напряжением, в результате ошибочных действий персонала, либо появления потенциала на частях оборудования, не предназначенных для передачи электроэнергии.

В результате действия электрического тока через тело человека, происходит следующие воздействия:

- Термическое, проявляющееся в нагреве и ожогах;
- Электролитическое, проявляющееся в нарушении физико-химических составов органических жидкостей;
- Биологическое, проявляющееся судорожным сокращением мышц, раздражением и возбуждением тканей организма;

Существует два вида поражения электрическим током: электрическая травма и электрический удар.

Электрические травмы – чётко выраженные местные повреждения тканей, такие как электрические ожоги, металлизация кожи, электрические знаки, электроофтальмия, механические повреждения.

Электрический ожог (токовый или дуговой) – наиболее часто встречающаяся электрическая травма.

Токовые ожоги характерны для электроустановок ниже 1 кВ, чаще всего являются ожогами I и II степени, возникают при непосредственном прохождении тока через тело человека. При этом, согласно закону Джоуля Ленца, наибольшее количество тепла выделяется в местах с большим сопротив-

лением, коим является непосредственное место контакта тела с токоведущей частью.

Дуговой ожог обусловлен воздействием электрической дуги, обладающей температурой свыше  $3500^{\circ}\text{C}$ , возникает в установках высокого напряжения, носит тяжёлый характер – III или IV степень.

Рассмотрим ниже воздействия тока на организм человека.

Металлизация кожи – проникновение частиц металла, расплавившегося при нагреве электрической дугой, под верхний слой кожи.

Электрические знаки – очерченные пятна серого или бледно-жёлтого цвета, могут иметь круглую, овальную, или форму токоведущей части, к которой было прикосновение. Поражённый участок затвердевает, подобно мозоли. Со временем верхний слой кожи сходит и поражённое место восстанавливается.

Электроофтальмия – воспаление наружных оболочек глаз, в результате воздействия мощного потока ультрафиолетовых лучей, который возможен при наличии электрической дуги.

Механические повреждения – следствие произвольных судорожных сокращений мышц, в результате может произойти разрыв ткани, вывихи суставов, повреждение сосудов. Обычно являются серьёзными травмами, но возникают очень редко.

Электрический удар – возбуждение живых тканей проходящим через него электрическим током, сопровождается судорожными сокращениями мышц вплоть до прекращения работы сердца.

В зависимости от воздействия, электрические удары делят на 4 степени:

I – судорожное сокращение мышц без потери сознания;

II – судорожное сокращение мышц с потерей сознания;

III – судорожное сокращение мышц с нарушением деятельности сердца и органов дыхания;

IV – клиническая смерть;

Величина силы тока поражения, определяющая исход удара электрическим током, зависит от многих факторов: режима работы нейтрали и сети, активного и ёмкостного сопротивления между токоведущими частями и землёй, схемы включения тела человека в цепь тока, собственным сопротивлением тела человека.

Согласно ГОСТ Р 12.1.009-2009, токи поражения подразделяются на:

– Ощутимый ток, вызывающий при прохождении через организм ощутимые раздражения ( $0,6..1,5$  мА для переменного 50 Гц тока и  $5..7$  мА для постоянного);

– Неотпускающий ток, вызывающий непреодолимые судорожные мышцы руки, в которой зажат проводник ( $10..15$  мА для переменного 50 Гц тока и  $50..80$  мА для постоянного);;

– Фибрилляционный ток, вызывающий фибрилляцию сердца ( $100$  мА для переменного 50 Гц тока и  $300$  мА для постоянного);

Пороговый неотпускающий ток не вызывает немедленного поражения. Ток, превышающий пороговый неотпускающий (25..50 мА при 50 Гц), воздействует не только на мышцы рук, но и туловище, также этот ток вызывает сужение сосудов, сердечная деятельность и дыхательный процесс сильно затрудняется. Длительное воздействие может вызвать остановку дыхания и сердца. Поэтому, согласно ПУЭ :«Для жилых зданий ...функции УЗО ... могут выполняться одним аппаратом с током срабатывания не более 30 мА».

Однако существенное влияние на исход поражения оказывает не только сила, род тока и время его действия, но и путь протекания тока поражения: опасность весьма велика при прохождении тока непосредственно через жизненно важные органы. Кроме того, влияние этого фактора обуславливается и тем, что сопротивление кожи на различных участках тела различно.

Распространены следующие петли тока: рука-нога; нога-нога; рука-рука; голова-нога; голова-рука;

Наиболее опасен путь тока голова-руки и голова-ноги, ток может проходить через головной и спинной мозг, но этот путь встречается редко. Следующим по опасности является путь правая рука-ноги. Наиболее часто же встречается петля тока рука-рука.

Наименее опасным считается петля нога-нога, которая возникает при попадании человека под шаговое напряжение.

Возможными фатальными последствиями электрических ударов могут быть:

Электрический шок – тяжёлая нервнорефлекторная реакция организма в ответ на сильнейшее раздражение током. При шоке, в течении от десятков минут до суток, сначала наступает фаза возбуждения, сменяющееся торможением и угасанием нервной системы. После этого наступает гибель или полное выздоровление, как результат своевременного лечебного вмешательства.

Прекращение работы сердца – остановка сердца как результат прохождения тока в области сердца, либо рефлекторного действия. Так же возможна фибрилляция – быстрые хаотические сокращения сердечной мышцы. В обоих случаях сердце перестаёт выполнять свои функции, что, без оперативного вмешательства, вызывает гибель организма.

Прекращение дыхания–вызывается воздействием тока на мышцы грудной клетки. Затруднение дыхание начинается уже при токе 20-25 мА (50 Гц), при длительном его воздействии наступает асфиксия (удушье), при которой утрачивается сознание, чувствительность, рефлексы. Затем прекращается дыхание, останавливается сердце, наступает клиническая смерть.

Клиническая смерть – переходный период от жизни к смерти, наступающий с момента остановки сердца и дыхания. В этом состоянии отсутствуют признаки жизни, в первый момент обменные процессы продолжают, хоть и на низком уровне. Поэтому, воздействуя на более стойкие жизненные функции организма, возможно оживить умирающий организм. Длительность клинической смерти от нескольких секунд, до, при гибели здорового человека от случайной причины (удар электрического тока), - 7..8 минут.

Биологическая смерть – необратимое прекращение биологических процессов в клетках организма и распадом белковых структур, наступающее после клинической смерти.

На основании вышеизложенного и по причине высокой опасности для жизни и здоровья человека при воздействии электрического тока, большое значение приобретают вопросы защиты персонала от опасности поражения током, разработка и внедрение комплексных методов защит, обучение персонала безопасным методам выполнения работ.

### **Список литературы:**

1. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок. Утверждены Приказом Минтруда РФ от 24.07.2013 №328н.-Екатеринбург: НД «Урал ЮР Издат», 2014.-152с.
2. Правила устройства электроустановок. – 7-е изд.-М.: ЗАО «Энергосервис», 2003.
3. Долин П.А. Действие электрического тока на человека и первая помощь пострадавшему. Изд. 2-е, перераб. И доп. М., «Энергия», 1976. 128с