**ДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА**

Действия электрического тока на организм человека весьма разнообразны. Среди них выделяют:

• **тепловое (термическое)** действие, проявляющееся в нагреве и ожогах участков тела;

• **электролитическое действие,** проявляющееся в разложении крови и других органических жидкостей на составляющие элементы (может сопровождаться выделением пузырьков газа и закупоркой сосудов);

• **биологическое (физиологическое)** действие, проявляющееся в раздражении и возбуждении живых тканей организма, что сопровождается непроизвольными судорожными сокращениями мышц, в том числе мышц легких и мышцы сердца.

В результате этих действий возможны два вида поражений электрическим током: электрические травмы и электрические удары.

**Электрические травмы** - это четко выраженные местные повреждения тканей.

Среди травм различают

* электрические ожоги,
* электрические знаки (четко очерченные пятна серого или бледного цвета на поверхности тела),
* металлизация кожи (проникновение в верхние слои кожи мельчайших частичек металла под действием электрической дуги),
* электро-офтальмия (воспаление наружных оболочек глаз, возникшее в результате сильного воздействия ультрафиолетовых лучей),
* механические повреждения.

**Электрический удар** - это результат биологического действия тока, со-стоящий в возбуждении живых тканей организма при прохождении через них электрического тока, сопровождающийся непроизвольными судорожными сокращениями мышц.

Различают четыре степени электрических ударов в зависимости от исхода воздействия на организм, начиная от легкого, без потери сознания (первая степень) до клинической смерти (четвертая степень).

В состоянии клинической смерти у человека:

* отсутствует дыхание,
* отсутствует сердцебиение,
* зрачки глаз расширены и не реагируют на свет,
* длительность клинической смерти составляет примерно 4-8 минут (по истечении этого времени наступает гибель клеток головного мозга, приводящая к необратимому прекращению биологических процессов в организме, распаду белковых структур - **биологической смерти**).

Причинами смерти от воздействия электрического тока могут быть:

* прекращение работы сердца
* прекращение дыхания
* электрический шок.

При этом следует помнить, что прекращение дыхания примерно через 2 минуты приводит к остановке сердца, и, наоборот, прекращение кровообращения также быстро приводит к прекращению дыхания. Наступает кислородное голодание организма и смерть.

**Электрический шок** - это тяжелая нервно-рефлекторная реакция организма, сопровождающаяся глубокими расстройствами кровообращения, дыхания, обмена веществ. Длится он, как правило, от десятков минут до суток.

Степень поражения человека при воздействии на него электрического тока зависит от нескольких причин:

1. величины тока, проходящего через жизненно важные органы,
2. рода и частоты тока,
3. времени его действия,
4. пути прохождения тока в теле человека и индивидуальных свойств человека.

Одними из основных факторов воздействия являются **величина тока** (пункт 1) и **длительность его протекания** (пункт 3). Рассмотрим действие различных величин пере-менного тока промышленной частоты (50 Гц) на организм человека:

1. **Безопасным** считается ток, длительное прохождение которого через организм человека не причиняет ему вреда и не вызывает никаких ощущений. Его величина не превышает 50 мкА.
2. Ток величиной от 0,5 до 1,5 мА называется **пороговым ощутимым током**. Он вызывает легкое покалывание, ощущение нагрева кожи.

1. При токе 2-5 мА появляется боли в руке, дрожание кисти.

1. Увеличение тока до 10-15 мА вызывает непереносимую боль и полное прекращение управления мышцами. Если человек просто прикоснулся к находящимся под напряжением участкам, он может освободиться от действия тока посредством отдергивания руки. Если же провод оказался зажатым в руке, то при этом значении тока человек не может по своей воле разжать пальцы от токоведущих частей и остается под напряжением. По этой причине ток величиной больше 10-15 мА называется **неотпускающим**.

Такое явление объясняется тем, что, если по мышцам, управляющим сгибанием и разгибанием пальцев руки, будет проходить ток одной и той же величины, то сгибательные мышцы, как более мощные, создают несколько большее усилие, поэтому пальцы сжимаются в кулак. При прохождении по руке тока промышленной частоты до 10-15 мА воздействие биологических импульсов по воле человека еще может создать в разгибательных мышцах большее усилие, чем в сгибательных, и пострадавший

может освободиться от действия электрического тока. При большем токе воздействие биологических импульсов на управление мышцами полностью утрачивается и их сокращение определяется только действием внешнего тока.

Пороговый неотпускающий ток условно можно считать безопасным для человека в том смысле, что он не вызывает немедленного поражения. Но при длительном прохождении величина тока растет за счет уменьшения сопро-тивления тела, в результате чего могут возникнуть нарушения кровообраще-ния и дыхания и наступить смерть.

1. При токе величиной около 50 мА начинается судорожное сокращение мышц грудной клетки, сужение кровеносных сосудов и повышение артериального давления, что приводит к потере сознания и смерти.
2. При прохождении тока более 100 мА по пути рука - рука или рука - ноги через 1-2 секунды может наступить фибрилляция сердца (хаотические, разрозненные сокращения отдельных волокон сердечной мышцы). В результате сердце перестает работать как насос, кровообращение нарушается. Фибрилляция продолжается и после прекращения действия тока, в результате наступает смерть.
3. При токе более 5 А фибрилляция, как правило, не наступает, а происходит немедленная остановка сердца.
4. Хотя известно много случаев, когда при кратковременном прохождении через человека тока величиной около 10 А не на-ступала смерть. Однако в этом случае происходит паралич дыхания.

При больших токах, проходящих через тело человека, смерть может наступить и в результате разрушения внутренней структуры тканей организма и глубоких ожогов тела.

При напряжениях до 250-300 В постоянный ток примерно в 4-5 раз безопаснее переменного с частотой 50 Гц, при более высоких напряжениях постоянный ток опаснее.

Величина проходящего через организм тока определяется приложенным напряжением и сопротивлением тела человека. Сопротивление тела человека при сухой, чистой и неповрежденной коже колеблется в пределах от 3000 до 500 000 Ом. Если удалить роговой слой в тех местах, где измеряется сопротивление, то его значение падает до 500-700 Ом. Состояние кожи сильно влияет на величину сопротивления тела человека. Наличие царапин, грязи и влаги очень сильно (в десятки раз) снижает сопротивление. Наименьшим сопротивлением обладает кожа лица, шеи, рук на участке выше ладоней и др. С увеличением тока и времени его прохождения сопротивление падает, поскольку при этом усиливается местный нагрев кожи, что приводит к увеличению потоотделения.

**Причинами несчастных случаев при воздействии электрического тока могут быть:**

• случайное прикосновение токоведущим частям, находящимся под напряжением;

• появление напряжения на металлических частях электрооборудования, которые нормально не находятся под напряжением (вследствие нарушения изоляции, падения на них провода, находящегося под напряжением);

• возникновение шагового напряжения участке земли, где находится человек.

Основными **мерами защиты** от поражения электрическим током являются:

• обеспечение недоступности для случайного прикосновения токоведущих частей, находящихся под напряжением;

• обеспечение надежной изоляции электроустановок;

• применение защитного заземления, зануления, отключения и др.;

• применение специальных защитных средств.

**ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ**

**ПРИ РАБОТЕ С ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ**

Первую доврачебную помощь пораженному током должен уметь оказывать каждый работающий с электроустановками. Она состоит из двух этапов:

1. освобождение пострадавшего от действия тока
2. оказание ему медицинской помощи

Освобождение пострадавшего от действия тока необходимо в случае, если он сам не в состоянии этого сделать. Такое положение может возникнуть, если через пострадавшего проходит ток больше 10-15 мА и он не в состоянии разжать руку с зажатым проводом; при параличе или судорожном сокращении мышц; при потере сознания. Следует помнить, что ток, проходящий через человека, может быстро увеличиться до опасного значения, поэтому необходимо срочно освободить его от действия тока.

Такое освобождение можно осуществить несколькими способами:

* наиболее простой - отключить электроустановку, которой касается человек, от источника питания.

(1). При напряжениях до 1000 В допускается оттягивание пострадавшего, взявшись за его одежду и предварительно изолировав руки (диэлектрическими перчатками, шарфом, ру-кавицами и т.п.). Действовать необходимо одной рукой. Вместо этого можно изолировать себя от пола, встав на резиновый коврик, сухую доску или одежду

(2). В электроустановках напряжением выше 1000 В для обеспечения собственной безопасности оказывающий помощь должен надеть диэлектрические перчатки и освобождение пострадавшего от токоведущих частей производить изолирующей штангой или клещами с изолирующими ручками, рассчитанными на соответствующее напряжение.

* если это сделать невозможно, то пострадавшего необходимо оттянуть от токоведущих частей или перерубить провода

(Перерубать провода при напряжениях до 1000 В можно топором с сухой деревянной ручкой или другим инструментом с изолированными ручками. Каждый провод следует перерубать отдельно, чтобы не вызвать короткого замыкания и как следствия электрической дуги между проводами)

ПЕРВАЯ ДОВРАЧЕБНАЯ ПОМОЩЬ

Сразу же после освобождения пострадавшего от электрического тока ему оказывается первая доврачебная помощь. Для определения ее вида и объема необходимо выяснить состояние пострадавшего (проверить наличие дыхания, пульса, реакцию зрачков на свет). Если пострадавший находится в сознании, у него нормальное дыхание и сердцебиение, то его все же нельзя считать здоровым. Его следует удобно уложить в сухое место, расстегнуть одежду и обеспечить полный покой до прибытия врача. Дело в том, что отрицательное воздействие электрического тока на человека может сказаться не сразу, а спустя некоторое время - через несколько минут, часов и даже дней.

Если пострадавший находится без сознания, но с нормальным дыханием и пульсом, его следует удобно уложить, обеспечить приток свежего воздуха и начать приводить в сознание (подносить к носу вату, смоченную в нашатырном спирте, обрызгивать лицо холодной водой, растирать и согревать тело).

В случае отсутствия у пострадавшего дыхания или (и) пульса ему необходимо производить искусственное дыхание и непрямой массаж сердца. Никогда не следует отказываться от оказания помощи пострадавшему и считать его мертвым из-за отсутствия дыхания, сердцебиения и других признаков жизни! Известно много случаев оживления людей, пораженных током, после нескольких часов, в течение которых непрерывно выполнялись искусственное дыхание и массаж сердца. Однако попытки оживления эффективны лишь когда с момента остановки сердца прошло не более 5-6 минут.

Длительное отсутствие пульса при появлении дыхания и других признаков оживления организма указывает на наличие фибрилляции сердца. В этом случае необходимо произвести его дефибрилляцию. Достигается она путем кратковременного воздействия большого тока на сердце пострадавшего. В результате происходит одновременное сокращение всех волокон сердечной мышцы, которые до того сокращались в разное время. После этого могут восстановиться естественные сокращения сердца. Дефибрилляция производится с помощью специального прибора – дефибриллятора, основной частью которого является конденсатор емкостью 20 мкФ с рабочим напряжением 6 кВ. Ток разрядки конденсатора при длительности 10 мкс состав-ляет 15-20 А. Электрическую дефибрилляцию сердца может производить только врач.

**Техника безопасности при работе в лаборатории**

Для усвоения учащимися правильных и безопасных приемов работы учитель обязан проводить инструктаж по соблюдению требований техники безопасности. Вводный инструктаж проводится со всеми учащимися при первом посещении кабинета, текущий - перед выполнением каждой лабораторной работы.

При работе в лаборатории с электрическим током необходимо соблюдать следующие правила:

1. Размещайте приборы и материалы на своем рабочем месте таким образом, чтобы исключить их падение или опрокидывание.

2. Запрещается нагружать измерительные приборы выше предельных значений, обозначенных на их шкалах.

3. Используйте провода с наконечниками и предохранительными изоляционными чехлами. Убедитесь, что их изоляция не имеет повреждений.

4. При сборке электрических цепей избегайте пересечения проводов.

5. Запрещается пользоваться выключателями с открытыми контактами при напряжениях выше 42 В.

6. При подключении установок к сети переменного тока напряжением 220 В необходимо использовать только штепсельные соединения.

7. Сборку и разборку, внесение изменений в цепь можно производить только при отключенном источнике питания. Источник электропитания подключается к собранной электрической цепи в последнюю очередь. Собранную цепь можно включать только после проверки и с разрешения преподавателя или лаборанта.

8. Не прикасайтесь к находящимся под напряжением элементам цепей, лишенным изоляции, к корпусам стационарного электрооборудования, к зажимам отключенных конденсаторов. Разряд конденсатора производить с помощью изолированного проводника.

9. Наличие напряжения в цепи проверяйте только с помощью приборов или указателей напряжения.

10. Обнаружив неисправность в электрических устройствах, необходимо немедленно отключить источник электропитания.

11. До включения электро- и радиоприборов в сеть необходимо убедиться в соответствии положения переключателя сетевого напряжения его номинальной величине, а также в исправности предохранителей.

12. Присоединять однополюсную вилку (щуп) электроизмерительного прибора к цепи следует только одной рукой, причем вторая рука не должна касаться шасси, корпуса прибора и других электропроводящих предметов.

13. При настройке и регулировке включенного радиоустройства (подстройка контуров, регулировка переменных конденсаторов или резисторов) необходимо пользоваться инструментом с надежной изоляцией.

14. При эксплуатации осциллографов необходимо с особой осторожностью обращаться с электронно-лучевой трубкой. Недопустимы удары по трубке или попадание на нее расплавленного припоя, так как это может вызвать взрыв.

15. При появлении запаха гари, искрении, перегреве деталей следует немедленно отключить устройство от источника электропитания.

16. Запрещается оставлять не выключенные электро- и радиоустройства без надзора и допускать к ним посторонних лиц.

Учителю следует помнить, что учебные приборы, с которыми могут работать учащиеся, по способу защиты человека от поражения электрическим током должны удовлетворять требованиям II класса (иметь двойную или усиленную изоляцию) или III класса (присоединяться непосредственно к источникам питания напряжением не выше 42 В).

Использованная литература:

1. Введение в электронику. В.А.Иноземцев, С.В.Иноземцева, Брянск, 2001
2. Физика. Е.А.Безденежных, А.Ф.Шевченко, «Медицина», 1978