**Девятый класс**

**Тема занятия: Электробезопасность на объектах железной дороги**

*(материал для подготовки педагога к проведению урока по данной теме)*

На железнодорожном транспорте эксплуатируются следующие действующие электроустановки:

контактная сеть постоянного тока напряжением 3,3 кВ и переменного тока напряжением 25 кВ и 2х25 кВ;

воздушные линии всех напряжений расположенных на опорных и поддерживающих конструкциях контактной сети и отдельно стоящих опорах;

тяговые и трансформаторные подстанции, комплектные трансформаторные подстанции напряжением 110 – 6 кВ.



Контактная сеть – комплекс устройств для передачи электроэнергии от тяговых подстанций к электроподвижному составу через токоприемники.

Провод контактной сети расположен на высоте 5750 мм от уровня головки рельса на станции и перегоне.

Расстояние от нижней точки проводов воздушных линий электропередачи напряжением свыше 1000 В до поверхности земли должно быть не менее 6,0 м.

Высота железнодорожного вагона составляет – 5300 мм.

Таким образом, расстояние от контактного провода до крыши вагона составляет около 0,5 м. Высокое напряжение 27,5 кВ пробивает воздушный промежуток 10 см и более, в зависимости от метеорологических условий (сухая, влажная погода).

На железной дороге большую часть составляют электроустановки и воздушные линии напряжения более 1000 В.

**Особенности действия тока на живую ткань**

 Действие электрического тока на живую ткань в отличие от действия других материальных факторов носит своеобразный и разносторонний характер. Так, электрический ток, проходящий через живой организм, производит термическое и электролитическое действия, являющиеся обычными физико-химическими процессами, присущими как живой, так и не живой материи. Вместе с тем, электрический ток производит и биологическое действие, которое является особым, специфическим процессом, свойственными лишь живой ткани.

 **Термическое действие тока** проявляется в ожогах тела, нагреве и повреждении кровеносных сосудов, перегреве нервов, сердца, мозга и других органов, что вызывает в них серьезные функциональные расстройства.

 В зависимости от условий возникновения различают три вида ожогов:

* *токовый, или контактный*, возникающий при прохождении тока непосредственно через тело человека в результате контакта с токоведущей частью;
* *дуговой*, обусловленный воздействием на тело человека электрической дуги, но без прохождения тока через тело человека;
* *смешанный,* являющийся результатом действия одновременно обоих указанных факторов, т.е. воздействия электрической дуги и прохождения тока через тело человека.

 ***Электролитическое действие тока*** проявляется в разложении органической жидкости, в том числе крови, вызывая тем самым значительные нарушения их физико-химических составов, а также ткани в целом.

 ***Биологическое действие тока*** выражается главным образом в нарушении внутренних биоэлектрических процессов, протекающих в нормальном действующем организме и теснейшим образом связанных с его жизненными функциями.

**Специфика воздействия электрического тока на организм человека**

 Особенности возможного поражения током состоят в том, что действие субъективной защиты заблокировано отсутствием внешних признаков грозящей опасности, которые человек обычно может заблаговременно обнаружить: увидеть, услышать, почувствовать запах и т.п. В большинстве случаев человек включается в электрическую сеть из-за случайного прикосновения к элементам электрической цепи либо руками (путь тока «рука-рука»), либо рукой и ногами (путь тока «рука-ноги»). При протекании тока по пути «нога-нога» через сердце проходит 0,4 % общего тока, а по пути «рука-рука» – 3,3 %.

 К характерным особенностям воздействия на человека электрического тока как вредного и опасного фактора относятся:

* отсутствие внешних признаков грозящей электроопасности;
* организм человека не обладает органами чувств, с помощью которых можно было бы дистанционно определить наличие электрического напряжения;
* ток, протекающий через человека, действует не только в местах контактов и на пути протекания, но и рефлекторно – на деятельность других органов;
* защитная реакция организма проявляется только после попадания человека под напряжение прикосновения.

 **Напряжением прикосновения** называют напряжение между двумя точками цепи тока, которых одновременно касается человек.

**Факторы, определяющие опасность поражения электрическим током.**

 Опасность прикосновения к элементам электрической цепи зависит от многих факторов, к основным из которых относятся:

* величина тока через человека – сила тока (главный поражающий фактор);
* длительность воздействия тока;
* род электрического тока (переменный, постоянный, неизменяющийся по времени и по силе, ни по направлению);
* индивидуальные особенности человека и «фактор внимания»;
* параметры окружающей среды.

 Рассмотрим подробнее влияние указанных факторов на опасность поражения электрическим током.

***Величина тока через тело человека.***

 Ниже в таблице 1 приведены усредненные зависимости характера воздействия от величины тока. Как видно из таблицы 1 увеличение силы тока приводит к качественным изменениям раздражающего и поражающего воздействия на организм человека.

 С увеличением силы тока четко проявляются качественно отличные ответные – реакции организма: ощущение, судорожное сокращение мышц (не отпускание для переменного и болевой эффект для постоянного тока) и фибрилляция сердца. Электрические токи, вызывающие соответствующую ответную реакцию организма человека, получили названия ощутимых, не отпускающих и фибриляционных, а их минимальные значения принято называть пороговыми.

На объектах инфраструктуры Горьковской железной дороги присутствуют два рода тока: постоянный и переменный. В чем же их отличия?

**Таблица 1**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Сила тока, мА** | **Переменный ток 50 – 60 Гц** | **Постоянный ток** |
| 0,6 – 1,5 | Легкое дрожание пальцев рук | Не ощущается |
| 2 – 3 | Сильное дрожание пальцев рук | Не ощущается |
| 5 - 7 | Судороги в руках | Зуд. Ощущение нагревания |
| 8 – 10 | Руки с трудом, но еще можно оторвать от электродов. Сильные боли в руках, особенно в кистях и пальцах | Усилие нагревания |
| 20 – 25 | Руки парализуются немедленно, оторвать их от электродов невозможно. Очень сильные боли. Затрудняется дыхание | Еще большее усилие нагревания, незначительное сокращение мышц рук |
| 50 – 80 | Паралич дыхания. Начало трепетания желудочков сердца | Сильное ощущение нагревания. Сокращение мышц рук. Судороги. Затруднение дыхания |
| 90 – 100 | Паралич дыхания и сердца при воздействии более 0,1 с | Паралич дыхания |

Экспериментальные исследования показали, что человек ощущает воздействие переменного тока промышленной частоты силой 0,6 – 1,5 мА и постоянного тока силой 5 – 7 мА. Эти токи не представляют серьезной опасности для организма человека, а так как при их воздействии возможно самостоятельное освобождение человека, то допустимо их длительное протекание через тело человека. Для электрических сетей с частотой питающего напряжения 50 Гц в качестве первого критерия электробезопасности принят ток I = 0,6 мА – *пороговый ощутимый ток*.

 В тех случаях, когда поражающее действие переменного тока становится настолько сильным, что человек не в состоянии освободиться от контакта, возникает возможность длительного протекания тока через тело человека. Такие токи получили название *неотпускающих,* длительное воздействие их может привести к затруднению и нарушению дыхания. Численные значения силы неотпускающего тока не одинаковы для различных людей и находятся в пределах от 6 – до 20 мА.

 В качестве второго критерия электробезопасности принят ток I = 6 мА – при протекании которого через тело человека вероятность отпускания возможна.

 Воздействие постоянного тока не приводит к неотпускающему эффекту, а вызывает сильные болевые ощущения, которые у различных людей наступают при силе тока 15 – 80 мА.

 При протекании тока в несколько десятых долей ампера возникает опасность нарушения работы сердца. Может возникнуть фибрилляция сердца, т.е. беспорядочные, некоординированные сокращения волокон сердечной мышцы. При этом сердце не в состоянии осуществлять кровообращение. Фибрилляция длится, как правило, несколько минут, после чего следует полная остановка сердца. Процесс фибрилляции сердца необратим, и ток, вызвавший его, является *смертельным*. Пороговые фибрилляционные токи зависят от массы организма, длительности протекания тока и его пути.

***Путь тока***

 Поражение будет более тяжелым, если на пути тока оказываются сердце, грудная клетка, головной и спинной мозг.

 Так, сила неотпускающего тока по пути «рука – рука» приблизительно в 2 раза меньше, чем по пути «правая рука – ноги».

***Род тока***

Ток промышленной частоты (50 Гц) является самым неблагоприятным. При увеличении частоты значения ощутимого и неотпускающего тока возрастают.

 С уменьшением частоты от 50 Гц до 0 значения, неотпускающего тока также возрастают и при частоте, равной нулю (постоянный ток), становятся больше примерно в 3 раза.

 Постоянный ток примерно в 4 – 5 раз безопаснее переменного с частотой 50 Гц. Но это справедливо только для напряжения до 250 – 300 В. При более высоких напряжениях опасность постоянного тока возрастает.

***Окружающая среда***

 Влажность и температура воздуха, наличие заземленных металлических конструкций и полов, токопроводящей пыли оказывают дополнительное влияние на условия электробезопасности. Весь подвижной состав железнодорожного транспорта (вагоны, цистерны, перевозимый груз) является заземленной металлической конструкцией.

 Степень поражения электрическим током во многом зависит от плотности и площади контакта человека с токоведущими частями (контактным проводом контактной сети). Наличие металлических конструкций создает повышенную опасность поражения вследствие того, что человек практически постоянно связан с одним полюсом (землёй) электроустановки. В этом случае любое прикосновение человека к токоведущим частям сразу приводит к двухполюсному включению его в электрическую цепь.

***Электрическое сопротивление тела человека***

 Проводимость живой ткани в отличие от обычных проводников обусловлена не только ее физическими свойствами, но и сложнейшими биохимическими и биофизическими процессами, присущими лишь живой материи. В результате сопротивление тела человека является переменной величиной, имеющей нелинейную зависимость от множества факторов, в том числе от состояния кожи, параметров электрической цепи, физиологических факторов и состояния окружающей среды.

***Влияние тока на сопротивление тела человека***

 ***Увеличение тока,*** проходящего через тело человека, сопровождается усилением местного нагрева кожи и раздражающего действия на ткани. Это в свою очередь вызывает рефлекторно, т.е. через центральную нервную систему, быструю ответную реакцию организма в виде расширения сосудов кожи, а следовательно, усиление снабжения ее кровью и повышение потоотделения, что и приводит к снижению электрического сопротивления кожи в этом месте.

 ***Повышение напряжения***, приложенного к телу человека, вызывает уменьшение полного сопротивления тела человека, в основном за счет уменьшения сопротивления кожи и объясняется ростом тока, проходящего через кожу, и пробоем рогового слоя кожи под влиянием приложенного напряжения.

 Длительность протекания тока заметно влияет на сопротивление кожи за счет усиления со временем кровоснабжения участков кожи под электродами, потовыделения и т.п. При небольших напряжениях (до 20 – 30 В) за 1 – 2 мин сопротивление понижается обычно на 10 – 40 % (в среднем на 25 %), а иногда и больше.

Все вагоны, стоящие на путях под контактным проводом, уже являются зоной повышенной опасности и подниматься на крышу вагонов смертельно опасно. Нужно обязательно помнить, что человеческий организм поражает не напряжение, а величина тока. При неблагоприятных условиях даже низкие напряжения (30 - 40 В) могут быть опасными для жизни.

Во избежание поражения электрическим током **КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ:**

* приближаться к находящимся под напряжением проводам или частям контактной сети на расстояние менее 2 м;
* подниматься на крыши вагонов, локомотивов;
* прикасаться к электрооборудованию электроподвижного состава как непосредственно, так и через какие-либо предметы;
* подниматься на крыши зданий и сооружений, расположенных под проводами, на металлические конструкции железнодорожных мостов;
* приближаться к провисшим и оборванным проводам, независимо от того касаются они земли или нет, на расстояние менее 8 метров;
* проникать за ограждение действующих электроустановок, не сбивать замки и открывать двери электроустановок;
* набрасывать на провода посторонние предметы.