**ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ**

**Содержание**

1. Определения. Особенности электротравматизма

2. Действие электрического тока на человека

3. Факторы электрического характера, влияющие на опасность поражения человека электрическим током

4. Факторы неэлектрического характера, влияющие на опасность поражения человека электрическим током

5. Факторы окружающей среды, влияющие на опасность поражения человека электрическим током

6. Классификация причин электротравм

7. Классификация методов безопасной эксплуатации электроустановок

**1.** **Определения**. **Особенности электротравматизма**

ЭЛЕКТРОТРАВМА - это травма, вызванная воздействием электрического тока, электрической дуги или электромагнитного поля.

Удельный вес электротравматизма составляет примерно 2-4% от всех травм. Однако, среди случаев с летальным исходом электрический ток, как поражающий фактор, занимает одно из первых мест. На их долю приходится около 40%. В Украине за неделю происходит несколько несчастных случаев, и более половины из них в быту. Причем, к бытовому электротравматизму относятся травмы, произошедшие с детьми.

По напряжению электроустановки делятся на:

- электроустановки до 1 кВ;

- электроустановки выше 1 кВ.

В пределах этого, электротравмы происходят:

- 2/3 несчастных случаев на установках до 1 кВ;

- 1/3 несчастных случаев на установках выше 1 кВ.

На одну электроустановку с напряжением выше 1 кВ приходится огромное количество электроустановок с напряжением выше 1 кВ. Обслуживаются установки с напряжением ниже 1 кВ в большинстве случаев неквалифицированным персоналом.

Отличительные особенности электротравм.

1). Неожиданность. - Организм человека лишен рецепторов (датчиков), которые могут определять напряжение на дистанции. Скорость защитной реакции организма и скорость подавляющего (тормозящего) действия электрического тока при попадании человека под электрический ток.

2). Воздействие электрического тока на расстоянии. - Человек может получить травму дистанционно (через электрическую дугу в установках с напряжением выше 1кВ в большинстве случаев; поражение шаговым напряжением: в зоне растекания тока замыкания на землю).

3). Рефлекторность действия электрического тока. -Ток воздействует не прямо на органы, а косвенно - проявляется в нарушении работы сердца и системы дыхания.

4). Неизвестность(скрытость электротравм). - Определяются только при летальном исходе.

**2. Действие электрического тока на человека**

Ток, протекающий через организм человека, обуславливает 3 воздействия:

1). Термическое;

2). Электролитическое - (характерно для проводников второго рода) - вызывает химические изменения;

3). Биологическое - состоит в возбуждении и нарушении нормальной деятельности отдельных органов.

По исходу электротравмы подразделяются на

- локальные(местные)

- общие(электроудары).

К местным электротравмам относятся:

1). Ожоги (свертывание или коагуляция белка при превышении температуры тела выше 700С)

Ожоги делятся на:

- контактные (при напряжении в несколько кВ)

- дуговые (в электроустановках до 1 кВ)

- смешанные (при напряжении больше 1 кВ)

Электрические ожоги очень болезненны и трудно поддаются излечению, особенно ожоги внутренних органов.

2). Электрические знаки или метки тока (припухлость на поверхности кожи в месте контакта с электрической частью.

Чаще всего круглые, овальные с ямочкой в центре, иногда по форме напоминают электроды, молнию. Размеры до 15 мм. Безболезненны, с течением времени сходят. Имеют диагностическую роль. Знаки - это биохимическая реакция организма на воздействие электрического тока как раздражителя.

3). Электрометаллизация кожи (пропитывание поверхности кожи частицами металла при его испарении или разбрызгивании под воздействием электрического тока). Жесткая шероховатая поверхность с цветом солей металлов, попавших на кожу (Сu-синий, Fe-зеленый,...). Безболезненны и со временем сходят. Особенно опасна металлизация глаз, поэтому, при возможности возникновения дуги одевают очки.

4). Электроофтальмия (воспаление слизистых оболочек глаза под воздействием потока ультрафиолетовых лучей электрической дуги).

5). Механические повреждения (разрывы кожи, сухожилий, нервов, ампутация конечностей).

Общие травмы делятся на:

1) удары, вызвавшие сокращение мышц без потери сознания;

2) удары, вызвавшие сокращение мышц с кратковременной потерей сознания, но с работающим сердцем и системой дыхания;

3) удары, вызвавшие потерю сознания и нарушение сердечной деятельности и системы дыхания;

4) удары, вызвавшие клиническую (мнимую) смерть пострадавшего.

Причины смерти от электрического тока:

1) ожоги (более 2/3 поверхности кожи);

2) нарушение работы системы дыхания - может быть вызвано, либо прямым (электрический ток протекает через грудную клетку и сердце), либо рефлекторным воздействием электрического тока

3) нарушение работы сердца - обусловлено либо прямым, либо рефлекторным действием электрическим током (в 95% случаев массаж восстанавливает работу сердца).

Существуют два вида нарушения работы сердца:

- остановка сердца (в расслабленном или сжатом состоянии);

- фибриляция сердца (сердце состоит из большого количества мышц “фибрилл”, электрический ток через сердце нарушает синхронное сокращение мышц, в этом случае сердце не может быть насосом), используют дефибририляторы: разряд конденсатора через грудную клетку.

4) клиническая (или мнимая) смерть - состоит в нарушении работы сердца и системы дыхания.

Внешние признаки клинической смерти:

- отсутствие дыхания;

- расширенные зрачки глаз ( из-за кислородного голодания коры головного мозга)

Клиническая смерть длится 5-7 мин, а затем происходит необратимый распад клеток коры головного мозга, наиболее легко подвергающихся кислородному голоданию.

5) Электрический шок - это тяжелая нервно-рефлекторная реакция организма на воздействие электрического тока. После воздействия электрического тока у человека появляется боль, он бежит, часто кричит, наступает истощение, ослабляется дыхание и человек падает. Шок длится от нескольких часов до нескольких суток, затем происходит либо восстановление человека после медицинского вмешательства, либо смерть.

От воздействия электрического тока может наступить запоздалая смерть - через несколько часов после включения в электрическую цепь. Поэтому необходима госпитализация на некоторое время после попадания человека под действие электрического тока.

**3. Факторы электрического характера, влияющие на опасность поражения человека электрическим током**

электрический ток поражение человек электротравма

Главным поражающим фактором при электротравме является электрический ток, от силы которого зависит исход. Установлено, что болевые ощущения вызывает не величина тока, а скорость изменения тока во времени.

Пороговое значение тока - это минимальное значение тока, обуславливающее определенное действие.

1) Пороговый ощутимый ток - значения тока при котором он ощущается.

Для переменного тока промышленной частоты это значение 0.6-1.5 мА; для постоянного тока 5-7 мА.

2) Пороговый не отпускающий ток - значение тока при котором сковываются мышцы и человек не может самостоятельно отсоединиться от электродов.

Для переменного тока промышленной частоты это значение 10-15 мА; для постоянного тока 50-80 мА.

3) Пороговый фибрилляционный ток - минимальное значение тока при котором наступает фибриляция сердца.

Для переменного тока промышленной частоты это значение 100 мА; для постоянного тока 300 мА.

1) Допустимые для человека значения тока:

Для переменного тока промышленной частоты это значение 0.3 мА (длительно); для постоянного тока 1 мА.

2) Напряжение:

- определяет величину тока, протекающего через сопротивление;

- определяет сопротивление тела.

При попадании человека под напряжение ниже 1 кВ чаще всего поражается сердечно-сосудистая система; при напряжении выше 1 кВ чаще всего поражается система дыхания. Необходимо различать напряжение электроустановки и напряжение, приложенное к телу человека.

**Допустимые значения напряжения прикосновения и токов при нормальном (неаварийном) режиме работы электроустановки**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Переменный ток | 50 Гц | U=2 B | I=0.3 мА |
| Переменный ток | 400 Гц | U=3 B | I=0.4 мА |
| Постоянный ток |  | U=8 B | I=1 мА |

Приведенные нормы соответствуют продолжительности действия тока 10 минут в сутки. При высокой температуре (выше 25ОС) и высокой влажности воздуха (более 75%) приведенные значения следует уменьшить в 3 раза.

3) Сопротивление цепи человека:

IЧ

rОДЕЖДЫ

rТЕЛА ЧЕЛ.

rОБУВИ

rОПОРНОЙ ПОВ НОГ

rод - сопротивление одежды, зависит от толщины, материала и влажности. Сопротивление сухой одежды 3-5 кОм, влажной 1 кОм.

Zт.ч. - сопротивление тела человека ( сопротивление кожи + сопротивление внутренних органов).

rоб - сопротивление обуви (подошвы) зависит от толщины, материала и влажности. Более высокое сопротивление подошвы из кожи, очень высокое - из резины. Сопротивление сухой обуви несколько десятков кОм, мокрой - несколько единиц кОм.

rоп.п - сопротивление опорной поверхности ног - это пола и сопротивление грунта, обычно полы деревянные и на высоких этажах, поэтому сопротивление очень высокое. Дерево в продольном направлении обладает меньшим сопротивлением чем в поперечном. Очень высокое сопротивление имеет сухой песок, высокое - щебень и гравий. Эти материалы хороши тем, что быстро высыхают.

Uс - напряжение сети.

С=0.03 мкФ на 1дм контактной площади контактов.

Rвн - небольшое сопротивление + С - несколько пФ не учитывается.

Сопротивление тела человека зависит от состояния кожи ( сухая - влажная; целая - поврежденная; чистая - грязная ), от площади и плотности контакта, от приложенного напряжения то есть Zт.ч. - нелинейная величина.

Для расчетов принимают среднее значение Rт.ч.=1 кОм. Это соответствует большинству случаев включения тела человека в электрическую цепь.

rОБ - точнее сопротивление подошвы обуви. Наибольшее сопротивление у подошвы из натуральной кожи. r СУХОЙ ПОДОШВЫ несколько десятков кОм; r ВЛАЖНОЙ ПОДОШВЫ несколько кОм; rМОКРОЙ ПОДОШВЫ практически не учитывается. rоб включается параллельно при протекании тока через руку и две ноги; при попадании под шаговое напряжение - последовательно.

r ОПОРНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НОГ -это сопротивление грунта или сопротивление поля. Зависит от вида грунта и его влажности. rоп.п одной ноги =3.1ρ, где ρ -удельное сопротивление грунта.

Если ноги располагаются рядом, то rоп.п .ног =2.2ρ за счет экранирования ног, если на расстоянии шага, то rоп.п .ног =1.6ρ Сопротивление уменьшается при продольных деревянных деталях. Сопротивление сухого бетона равно несколько МОм.

4) Род тока - постоянный ток и переменный ток.

=

~

400 500 600

Относительная

опасность

U, В

400 -600 В - примерно одинаковая опасность.

5) Частота тока.

Наиболее опасным является переменный ток с частотой 40-60 Гц, так как частота собственных колебаний органов человека попадает в этот диапазон.

**4. Факторы неэлектрического характера, влияющие на опасность поражения человека электрическим током**

1). Длительность протекания тока через человека - чем больше время протекания тока, тем выше опасность. Зависимость тока и времени протекания тока через человека прямая так как:

- с течением времени сопротивление человека падает;

- с течением времени ослабляются защитные силы организма;

- увеличивается вероятность совпадения максимума тока через область сердца с наиболее уязвимой фазой Т цикла.

0.8

T

Q

P

R

0.2

S

Наибольшие допустимые для человека уровни напряжения и токов при аварийном режиме производственных электроустановок напряжением выше 1 кВ с изолированной нейтралью и до 1 кВ при любом режиме нейтрали в зависимости от длительности воздействия:

|  |  |
| --- | --- |
| Род | Длительность воздействия, сек. |
| тока | 0.01..0.08 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 1.0 | >1.0 |
| Перем. 50Гц | 650 | 500 | 250 | 165 | 125 | 100 | 85 | 70 | 65 | 55 | 50 | 6мА36В |
| Перем. 400Гц | 650 | 500 | 500 | 330 | 250 | 200 | 170 | 140 | 130 | 110 | 100 | 8мА36В |
| Постоянный | 650 | 500 | 400 | 350 | 300 | 250 | 240 | 230 | 220 | 210 | 200 | 15мА40В |
| Выпрямл. 1пп | 650 | 500 | 400 | 300 | 250 | 200 | 190 | 180 | 170 | 160 | 150 | - |
| Выпрямл. 2пп | 650 | 500 | 400 | 300 | 270 | 230 | 220 | 210 | 200 | 190 | 180 | - |

Наибольшие допустимые для человека уровни напряжения прикосновения при аварийном режиме производственных электроустановок с частотой тока 50 Гц напряжением выше 1 кВ в сетях с эффективно заземленной нейтралью в зависимости от длительности воздействия:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Длительность воздействия, с | до 0.1 | 0.2 | 0.5 | 0.7 | 1.0 | свыше 1.0 до 5.0 |
| U прикоснов., В | 500 | 400 | 200 | 130 | 100 | 65 |

2). Путь протекания тока через человека.

Петли тока.

Верхняя стандартная петля - от руки к руке

Нижняя стандартная петля - между ногами

Правая стандартная петля - через правую руку и ногу на основание

Левая стандартная петля - через левую руку и ногу на основание

Полная стандартная петля - через две руки в землю через ноги
Наиболее опасна верхняя петля.

3). Индивидуальные особенности человека:

- масса тела ( чем выше масса человека, тем менее опасно попадание его под напряжение )

- физическое развитие ( более сильному человеку ток менее опасен )

- состояние нервной системы и его организма ( здоровому и менее раздражительному человеку ток менее опасен )

- пол ( мужской или женский) - для женщин пороговое напряжение на порядок ниже, чем для мужчин )

- наличие алкоголя в крови ( алкоголь снижает сопротивляемость организма )

4). Фактор внимания.

Если защитные реакции организма мобилизованы ( человек подготовлен ), то включение в цепь тока менее опасно. Организм человека не поддается тренировкам на воздействие тока, иммунитет не вырабатывается.

**5. Факторы окружающей среды, влияющие на опасность поражения человека электрическим током**

В соответствии с ПУЭ все производственные помещения по опасности поражения электрическим током подразделяются на:

1). Помещения с повышенной опасностью характеризуются наличием одного из следующих условий:

- повышенной влажностью ( влажность воздуха длительное время превышает 75%) ;

- проводящей пыли ( угольная и металлическая пыли );

- токопроводящих полов ( земляные, бетонные, кирпичные, металлические);

- повышенной температуры воздуха ( постоянно или периодически (более суток ) превышающей 250С );

- возможности одновременного прикосновения человека к строительным или техническим металлоконструкциям, имеющим хороший контакт с землей с одной стороны и к корпусам электрооборудования с другой стороны. Это определяется стесненностью помещения.

2). Особо опасные помещения - помещения, характеризующиеся одновременным наличием двух или более условий повышенной опасности или одного из следующих условий особой опасности:

- особой сырости ( влажность близка к 100% );

- химически или биологически активной среды ( пары кислот, щелочей, микроорганизмы, действующие разрушающе на изоляцию и токоведущие части оборудования );

3). Помещения без повышенной опасности - помещения в которых отсутствуют условия, создающие особую или повышенную опасность.

Наружные установки или установки под навесами приравниваются к электроустановкам в особо опасных помещениях. Кроме этих факторов влияет также концентрация кислорода : чем выше концентрация кислорода, тем ниже опасность. Концентрация углекислого газа наоборот : чем ниже концентрация углекислого газа, тем выше опасность. Атмосферное давление также оказывает прямое влияние: чем выше атмосферное давление, тем ниже опасность. Благотворное влияние оказывает электромагнитное поле промышленной частоты: опасность поражения ниже.

**6. Классификация причин электротравм**

1). Технические причины:

- деффекты документации, изготовление монтажа и ремонта электроустановок;

- неисправности электроустановок и защитных средств, возникшие в процессе эксплуатации;

- несоответствие электроустановок и защитных средств к условиям применения;

- использование электроустановок и защитных средств, не принятых в эксплуатацию;

- использование защитных средств с истекшими сроками периодических испытаний.

2). Организационно-технические мероприятия:

- ошибки в производственных отключениях электроустановок ( отключение электроустановки не со всех сторон);

- ошибочная подача напряжения на электроустановку, где работают люди;

- отсутствие ограждений и предупредительных плакатов безопасности у места работы электроустановок;

- допуск к работе на токоведущие части без проверки отсутствия напряжения на них;

- нарушение порядка наложения, снятия и хранения переносных заземлений (куски медного провода, накладываемые на токоведущие части в месте работы, фазы перемыкаются, один конец заземляется ).

3). Организационные причины ( не выполнение организационных мероприятий безопасности ):

- недостаточная обученность персонала;

- неправильное оформление работы;

- несоответствие работы заданию;

- нарушение порядка допуска бригады к работе;

- некачественный надзор во время работы.

4). Организационно-социальные причины:

- допуск к работе лиц, моложе 18 лет;

- привлечение к работе лиц, не оформленных приказом о зачислении на работу;

- несоответствие выполняемой работы специальности;

- выполнение работ в сверхурочное время;

- нарушение производственной дисциплины;

- игнорирование правил безопасности квалифицированным персоналом.

**7. Классификация методов безопасной эксплуатации электроустановок**

Безопасность эксплуатации электроустановок обеспечивается тремя методами:

1). Применением защитных мер.

2). использованием электрозащитных средств.

3). Выполнением защитных мероприятий.

ЗАЩИТНЫЕ МЕРЫ - это схемные или конструктивные решения, обеспечивающие безопасную эксплуатацию электроустановок.

Меры условно подразделяются на 3 группы:

1 - меры, обеспечивающие безопасность при нормальном режиме работы электроустановки, т.е. в течение всего времени пребывания электроустановки под напряжением;

2 - меры, обеспечивающие безопасность при аварийном состоянии электроустановки, это когда произошло нарушение изоляции и т.п.

3 - меры комбинированного действия.

ЭЛЕКТРОИЗОЛИРУЮЩИЕ СРЕДСТВА - это переносимые или перевозимые изделия, которые служат для безопасного выполнения работ электроустановок ( спецодежда и инструменты ).

ЗАЩИТНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ - это законодательство о порядке выполнения работ на электроустановках ( требования к персоналу, описание порядка выполнения работ на электроустановках, описание методов скорой помощи ).