**Тема лекции 6:** **Производственный травматизм и профессиональная заболеваемость на производстве.** ***Общие требования к организации работ с повышенной опасностью***

В производственной деятельности есть такие виды работ, которые кроме обычных мер безопасности, требуют выполнения дополнительных, разрабатываемых отдельно для каждого конкретного вида работ и даже операций.

К работам с повышенной опасностью относятся работы, при выполнении которых возникает опасность, не связанная с характером выполненной работы. Например. Огневые работы – воздушная среда, воспламенение. Работы на высоте – падения сверху вниз. Работы в траншеях – обвал, заражение. Работы в резервуарах и закрытых емкостях – взрыв, удушье, загорание.

***Требования к месту проведения работ с повышенной опасностью***

При организации работы определяются опасные для людей зоны, в пределах которых действуют или могут возникнуть опасные и вредные производственные факторы. К таким зонам должны быть отнесены рабочие места, проезды и проходы к ним, находящиеся:

-вблизи неизолированных токоведущих частей электроустановок, ЛЭП;

-ближе 2 м, от не огражденных переходов на высоте 1,3 м и более;

-вблизи строящихся зданий и сооружений;

-этажи (ярусы) зданий и сооружений, над которыми производятся работы по монтажу, демонтажу, ремонту конструкций или технологического оборудования;

-в зоне перемещения машин, механизмов, оборудования, а также их узлов, деталей;

-в зонах, над которыми производятся работы по перемещению грузов грузоподъемными механизмами;

-в зоне расположения оборудования с опасными веществами, а также иные зоны, где персонал может попасть под воздействие опасных и вредных факторов и т.д.

До начала работы в опасных зонах следует осуществить организационные и технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работающих, и работы выполнять с учетом мер, предусмотренных нарядом-допуском. Во избежание доступа лиц, не связанных с выполнением работ в опасных зонах, до начала работы необходимо устанавливать защитные или сигнальные ограждения в соответствии с требованиями ГОСТ 23407-78. Границы опасных зон, в пределах которых возможно возникновение опасности, устанавливаются в проектах производства работ (ППР) или технологических картах (ТК), или же их определяют ответственные за организацию и производство работ на объекте.

***Требования к персоналу ведения работ повышенной опасности***

К самостоятельному выполнению работ повышенной опасности допускаются лица:

-не моложе 18 лет;

-признанные годными к их производству после медицинского освидетельствования;

-имеющие производственный стаж на указанных работах не менее 1 года;

прошедшие обучение и проверку знаний, правил, норм и инструкций по охране труда;

-имеющие удостоверение (допуск) на право производства этих работ;

прошедшие целевой инструктаж на рабочем месте по безопасности труда на выполнение работ.

Рабочие, впервые допускаемые к работам повышенной опасности, в течение года должны выполнять работы под непосредственным надзором опытных рабочих, назначаемых приказом руководителя.

Опасность поражения электрическим током отличается от многих прочих опасностей тем, что человек не в состоянии без специальных приборов обнаружить ее на расстоянии и принять меры по избежанию ее. Если, например, движущиеся части машин, оборудования, пламя, раскаленный металл и т.п. человек видит и может регулировать свое поведение, то электрический ток ощущается человеком только в момент его действия, когда уже поздно что-либо предпринять.

Статистика электротравматизма в России показывает, что смертельные поражения электрическим током составляют 2,7% от общего числа смертельных случаев, что непропорционально много относительно травматизма вообще. Это означает, что электротравматизм носит по преимуществу смертельный характер.

Согласно ПУЭ все электроустановки принято разделять на 2 группы:

-установки напряжением до 1000 В;

-установки напряжением выше 1000 В.

Следует отметить, что число несчастных случаев в электроустановках напряжением до 1000 В в 3 раза больше, чем в электроустановках напряжением выше 1000 В.

Это объясняется тем, что установки напряжением до 1000 В применяются более широко, а также тем, что контакт с электрооборудованием здесь имеет большее число людей, как правило, не имеющих электротехническую специальность. Электрооборудование выше 1000 В распространено меньше, и к его обслуживанию допускаются только высококвалифицированные электрики.

Наиболее распространенными причинами электротравматизма являются:

-появление напряжения там, где его в нормальных условиях быть не должно (на корпусах оборудования, на металлических конструкциях сооружений и т.д.);

-чаще всего это происходит вследствие повреждения изоляции;

-возможность прикосновения к неизолированным токоведущим частям при отсутствии соответствующих ограждений;

-воздействие электрической дуги, возникающей между токоведущей частью и человеком в сетях напряжением выше 1000 В, если человек окажется в непосредственной близости от токоведущих частей;

-прочие причины; к ним относятся: несогласованные и ошибочные действия персонала, подача напряжения на установку, где работают люди, оставление установки под напряжением без надзора, допуск к работам на отключенном электрооборудовании без проверки отсутствия напряжения и т.д.

***Поражающее действие электрического тока на организм человека*** Электрический ток, проходя через живые ткани, оказывает термическое, электролитическое и биологическое воздействия. Это приводит к различным нарушениям в организме, вызывая как местные повреждения тканей и органов, так и общее повреждение организма.

Небольшие токи до 5 мА вызывают лишь неприятные ощущения. При токах, больших 10-15 мА, человек не способен самостоятельно освободиться от токоведущих частей и действие тока становится длительным (неотпускающий ток). При длительном воздействии таких токов человек может получить различного рода электротравмы.

Рассмотрим различные виды электропоражений.

Электрический удар – это поражение внутренних органов человека.

При длительном воздействии токов величиной несколько десятков миллиампер и времени действия 15-20 секунд может наступить паралич дыхания и смерть.

Токи величиной 50-80 мА приводят к фибрилляции сердца, которая заключается в беспорядочном сокращении и расслаблении мышечных волокон сердца, в результате чего прекращается кровообращение и сердце останавливается.

Как при параличе дыхания, так и при параличе сердца функции органов самостоятельно не восстанавливаются, в этом случае необходимо оказание первой помощи (искусственное дыхание и массаж сердца).

Кратковременное действие больших токов не вызывает ни паралича дыхания, ни фибрилляции сердца. Сердечная мышца при этом резко сокращается и остается в таком состоянии до отключения тока, после чего продолжает работать.

Действие тока величиной 100 мА в течение 2-3 секунд приводит к смерти (смертельный ток).

Ожоги происходят вследствие теплового воздействия тока, проходящего через тело человека, или от прикосновения к сильно нагретым частям электрооборудования, а также от действия электрической дуги. Наиболее сильные ожоги происходят от действия электрической дуги в сетях 35-220 кВ и в сетях 6-10 кВ с большой емкостью сети. В этих сетях ожоги являются основными и наиболее тяжелыми видами поражения. В сетях напряжением до 1000 В также возможны ожоги электрической дугой (при отключении цепи открытыми рубильниками при наличии большой индуктивной нагрузки).

Электрические знаки – это поражения кожи в местах соприкосновения с электродами круглой или эллиптической формы, серого или бело-желтого цвета с резко очерченными гранями (Д = 5-10 мм). Они вызываются механическим и химическим действиями тока. Иногда появляются не сразу после прохождения электрического тока. Знаки безболезненны, вокруг них не наблюдается воспалительных процессов. В месте поражения появляется припухлость. Небольшие знаки заживают благополучно, при больших размерах знаков часто происходит омертвение тела (чаще рук).

Электрометаллизация кожи – это пропитывание кожи мельчайшими частицами металла вследствие его разбрызгивания и испарения под действием тока, например, при горении дуги. Поврежденный участок кожи приобретает жесткую шероховатую поверхность, а пострадавший испытывает ощущение присутствия инородного тела в месте поражения. Исход поражения зависит от площади пораженного тела, как и при ожоге. В большинстве случаев металлизированная кожа сходит и следов не остается.

Кроме рассмотренных, возможны следующие травмы: поражение глаз от действия дуги; ушибы и переломы при падении от действия тока и т.д.

***Факторы, влияющие на исход поражения электрическим током***

Воздействие тока на организм человека по характеру и последствиям поражения зависит от следующих факторов:

-величины тока;

-длительности воздействия тока;

-частоты и рода тока;

-приложенного напряжения;

-сопротивления тела человека;

-пути прохождения тока через тело человека;

-состояния здоровья человека;

-фактора внимания.

Исход поражения электрическим током в целом определяется количеством «поглощенной» организмом энергии протекания электротока.

Величина тока, протекающего через тело человека, зависит от напряжения, прикосновения и сопротивления тела человека.

IЧ = UПР / RЧ

Сопротивление тела человека – величина нелинейная, зависящая от многих факторов: от сопротивления кожи (сухая, влажная, чистая, поврежденная и т.д.); от величины тока и приложенного напряжения; от длительности протекания тока.

Наибольшим сопротивлением обладает верхний роговой слой кожи:

-при снятом роговом слое *RЧ* = 600-800 Ом;

-при сухой неповрежденной коже *RЧ* = 10-100 кОм;

-при увлажненной коже *RЧ* = 1000 Ом.

По решению МЭК (Междунарородной электротехнической комиссии), в расчетах по обеспечению защиты от электротравматизма сопротивление человека принимают равным 1 кОм, т.е. *RЧ* = 1000 Ом.

С ростом тока, проходящего через человека, его сопротивление уменьшается, т.к. при этом увеличивается нагрев кожи и растет потоотделение. По этой же причине снижается *RЧ* с увеличением длительности протекания тока. Чем выше приложенное напряжение, тем больше ток через человека и тем быстрее снижается сопротивление кожи человека.

Оказывается, что биологическая ткань реагирует на электрическое раздражение только в момент возрастания или убывания тока.

Постоянный ток, как не изменяющийся во времени по величине и напряжению, ощущается только в моменты включения и отключения от источника. Обычно его действие тепловое (при длительном включении). При больших напряжениях он может вызывать электролиз ткани и крови. По мнению многих исследователей, постоянный ток напряжением до 450 В менее опасен, чем переменный ток того же напряжения.

Большинство исследователей пришли к выводу, что переменный ток промышленной частоты 50-60 Гц является наиболее опасным для организма.

Это объясняется следующим образом. При приложении к клетке постоянного тока частицы внутриклеточного вещества расщепляются на ионы разного знака, которые устремляются к внешней оболочке клетки. Если на клетку воздействует ток переменной частоты, то, следуя за изменениями полюсов переменного тока, ионы будут перемещаться то в одну, то в другую сторону. При некоторой частоте тока ионы будут успевать проходить двойную ширину клетки (туда и обратно). Эта частота и соответствует наибольшему возмущению клетки и нарушению ее биохимических функций (50-60 Гц).

С увеличением частоты переменного тока амплитуда колебаний ионов уменьшается, и при этом происходит меньшее нарушение биохимических функций клетки. При частоте порядка 500 кГц этих изменений уже не происходит. Здесь опасным для человека являются ожоги от теплового воздействия тока.

Оказывается, что ток в теле человека проходит не обязательно по кратчайшему пути. Наиболее опасным является прохождение тока через дыхательные органы и сердце по продольной оси (от головы к ногам).

Часть общего тока, проходящего через сердце:

-путь рука - рука – 3,3% общего тока;

-путь левая рука - ноги – 3,7% общего тока;

-путь правая рука - ноги – 6,7% общего тока;

-путь нога - нога – 0,4% общего тока.

Исход поражения при воздействии электрического тока зависит от психического и физического состояния человека.

При заболеваниях сердца, щитовидной железы и т.п. человек подвергается более сильному поражению при меньших значениях тока, т.к. в этом случае уменьшается электрическое сопротивление тела человека и уменьшается общая сопротивляемость организма внешним раздражениям. Отмечено, например, что для женщин пороговые значения токов примерно в 1,5 раза ниже, чем для мужчин. Это объясняется более тонкой кожей женщин.

При применении спиртных напитков сопротивление тела человека падает, уменьшается сопротивляемость организма человека и внимание. Исход поражения становится все более серьезным.

При собранном внимании сопротивление организма повышается и вероятность поражения несколько снижается.

***Защита от поражения электротоком***Электрические сети и установки должны быть выполнены так, чтобы их токоведущие части были недоступны для случайного прикосновения.

Недоступность токоведущих частей достигается путем их надежной изоляции, применения защитных ограждений (кожухов, крышек, сеток и т.д.), расположения токоведущих частей на недоступной высоте.

В установках напряжением до 1000 В достаточную защиту обеспечивает применение изолированных проводов. В случае, когда невозможно достигнуть надежной изоляции или ограждения токоведущих частей, применяются блокировки (электрические и механические) для автоматического отключения опасного напряжения при попадании человека в опасную зону. Конструктивное выполнение ограждений зависит от напряжения установки. Ограждения должны быть выполнены так, чтобы снять их и открыть можно было при помощи ключей или инструмента. Не допускаются сетчатые ограждения токоведущих частей в жилых, общественных и других бытовых помещениях. Ограждения должны быть здесь сплошные.

***Применение малых напряжений***

ПОТ РМ 016-2001/РД 153-34.0-03.150-00 «Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок» устанавливает ограничения напряжения ручных токоприемников для помещений различных категорий.

Для помещений особо опасных:

-ручной инструмент – напряжение до 50 В;

-переносные светильники – напряжение 12 В;

-шахтерские лампы – напряжение 2,5 В.

Для помещений с повышенной опасностью:

-ручной инструмент – напряжение 50 В;

-светильники – напряжение 50 В.

При невозможности применять напряжение 50 В разрешается использовать электроинструмент на *U* = 220 В при наличии устройства защитного отключения или надежного заземления корпуса электроинструмента с обязательным использованием защитных средств (перчатки, коврики).

В качестве источников малых напряжений используются безопасные разделительные трансформаторы. Применение автотрансформаторов в качестве источников малого напряжения для питания переносного электроинструмента запрещается.

***Двойная изоляция***

При двойной изоляции, кроме основной рабочей изоляции токоведущих частей, применяют еще один слой изоляции, которым покрываются металлические нетоковедущие части, могущие оказаться под напряжением. Возможно изготовление корпусов электрооборудования из изолирующего материала (пластмассы, капрон). Широкое использование двойной изоляции ограничивается ввиду отсутствия пластмасс и покрытий, стойких к механическим повреждениям. Поэтому область применения двойной изоляции ограничена. Она используется в электрооборудовании небольшой мощности (инструмент, переносные токоприемники, бытовые приборы).

***Выравнивание потенциала***

Этот метод находит применение при работах на линиях электропередач, подстанциях. На подстанциях высокого напряжения выравнивание потенциалов осуществляется расположением заземлителей по контуру вокруг заземленного оборудования на небольшом расстоянии друг от друга, а внутри контура прокладывают в земле горизонтальные полосы.

Расстояние от границ заземлителя до ограды электроустановки с внутренней стороны должно быть не менее 3 м. Поля растекания заземлителей накладываются, и любая точка на поверхности грунта внутри контура имеет значительный потенциал. Вследствие этого разность потенциалов между точками, находящимися внутри контура, снижена и коэффициент напряжения прикосновения намного меньше единицы. Коэффициент напряжения шага также меньше максимально возможной величины.

***Защита от опасности перехода напряжения с высшей стороны на***

***низшую***

Появление в сети напряжения, намного превышающего номинальное, может привести как к выходу из строя токоприемников, изоляция которых не рассчитана на это напряжение, так и к поражению персонала током, так как при этом обычно происходит замыкание на корпус и появляются опасные напряжения прикосновения и шага.

Защита сетей напряжением до 1000 В с изолированной нейтралью от возможного перехода в эту сеть высшего напряжения осуществляется при помощи установки пробивного предохранителя.

В сетях с заземленной нейтралью предохранители не устанавливаются. Безопасность в них обеспечивается правильным выбором сопротивления заземления *R*З.

***Защита от потери внимания, ориентировки и неправильных действий***

Эта защита осуществляется путем применения блокировок, сигнализации, специальной окраски оборудования, маркировки, знаков безопасности.

***Классификация помещений по степени опасности поражения***

***электрическим током***

В соответствии с ПУЭ, по степени опасности поражения людей электрическим током помещения подразделяются на следующие виды:

1. Помещения с повышенной опасностью.

Характеризуются наличием одного из условий:

-токопроводящей пыли;

-токопроводящих полов (металлические, земляные и т.д.);

-высокой температуры (выше 35°*С* более 1 суток);

-относительной влажности (выше 75% более 1 суток);

-возможности одновременного прикосновения человека к металлоконструкциям зданий, технологическому оборудованию, имеющим соединение с землей, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования, с другой стороны.

2. Помещения особо опасные.

Характеризуются наличием одного из следующих условий, создающих особую опасность поражения электрическим током:

-особая сырость (влажность около 100%);

-химически активная или органическая среда, действующая на изоляцию (пары кислот, щелочей, плесень, грибки и т.п.);

-одновременное наличие двух и более условий для помещений повышенной опасности.

3. Помещения без повышенной опасности.

В них отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.

***Защитное заземление, зануление, отключение***

*Защитное заземление* – преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением. Цель защитного заземления – снизить до безопасной величины напряжение относительно земли на металлических частях оборудования, нормально не находящихся под напряжением. В результате замыкания на корпус заземленного оборудования снижается напряжение прикосновения и, как следствие, ток, проходящий через человека, при прикосновении к корпусам.

Защитное заземление может быть эффективным только в том случае, если ток замыкания на землю не увеличивается с уменьшением сопротивления заземления растеканию тока в земле. Это возможно только в сетях с изолированной нейтралью, где при коротком замыкании ток *I*З почти не зависит от сопротивления *R*З, а определяется в основном сопротивлением изоляции проводов.

*Заземляющее устройство бывает выносным и контурным*. Выносное заземляющее устройство применяют при малых токах замыкания на землю, а контурное – при больших.

Согласно ПУЭ, заземление установок необходимо выполнять:

-при напряжении выше 50 В переменного тока, 120 В и выше постоянного тока – во всех электроустановках;

-при напряжении выше 25 В переменного тока и выше 60 В постоянного тока – в помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и в наружных установках;

-во взрывоопасных помещениях при всех напряжениях.

Для заземляющих устройств, в первую очередь, должны быть использованы естественные заземлители:

-водопроводные трубы, проложенные в земле;

-металлические конструкции зданий и сооружений, имеющие надежное соединение с землей;

-металлические оболочки кабелей (кроме алюминиевых);

-обсадные трубы артезианских скважин.

Запрещается в качестве заземлителей использовать трубопроводы с горючими жидкостями и газами, трубы теплотрасс.

*Естественные заземлители* должны иметь присоединение к магистрали заземления не менее чем в двух разных местах.

В качестве искусственных заземлителей применяют:

-стальные трубы с толщиной стенок 3,5 мм, длиной 2-3 м;

-полосовую сталь толщиной не менее 4 мм;

-угловую сталь толщиной не менее 4 мм;

-прутковую оцинкованную сталь диаметром не менее 12 мм, длиной до 5 м и более.

Все элементы заземляющего устройства соединяются между собой при помощи сварки, места сварки покрываются битумным лаком. Допускается присоединение заземляющих проводников к корпусам электрооборудования с помощью болтов.

*Зануление* – преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением. Нулевой защитный проводник – проводник, соединяющий зануляемые части с нейтральной точкой обмотки источника тока или ее эквивалентом.

*Зануление* применяется в сетях напряжением до 1000 В с заземленной нейтралью (системы *TN*). В случае пробоя фазы на металлический корпус электрооборудования возникает однофазное короткое замыкание, что приводит к быстрому срабатыванию защиты и тем самым автоматическому отключению поврежденной установки от питающей сети. Такой защитой являются: плавкие предохранители или максимальные автоматы, установленные для защиты от токов коротких замыканий; автоматы с комбинированными расцепителями.

*Защитное отключение* – это система защиты, автоматически отключающая электроустановку при возникновении опасности поражения человека электрическим током (при замыкании на землю, снижении сопротивления изоляции, неисправности заземления или зануления). Защитное отключение применяется тогда, когда трудно выполнить заземление или зануление, а также в дополнение к нему в некоторых случаях.

В зависимости от того, что является входной величиной, на изменение которой реагирует защитное отключение, выделяют схемы защитного отключения: на напряжение корпуса относительно земли; на ток замыкания на землю; на напряжение или ток нулевой последовательности; на напряжение фазы относительно земли; на постоянный и переменный оперативные токи; комбинированные.

Устройства, реагирующие на напряжение нулевой последовательности, применяются в трехпроводных сетях напряжением до 1000 В с изолированной нейтралью и малой протяженностью. Устройства защитного отключения, реагирующие на ток замыкания, применяются для установок, корпуса которых изолированы от земли (ручной электроинструмент, передвижные установки и т.д.).

Устройство, реагирующее на ток нулевой последовательности, применяется в сетях с заземленной и изолированной нейтралью.