

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ, МОЛОДЁЖИ И СПОРТА  
УКРАИНЫ

ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ**

по курсу: «Основы охраны труда»

Тема: «**Электробезопасность**»

(для студентов всех специальностей)

Донецк – 2012

УДК 331.45

Конспект лекций по курсу «Основы охраны труда». Тема: «Электробезопасность» (для студентов всех специальностей) / сост. Бутев В. С. – Донецк, ДонНТУ, 2012 - 30 с.

В конспекте лекции по теме: «Электробезопасность» курса «Основы охраны труда» изложены: особенности действия электрического тока на организм человека; виды электрических травм; факторы, определяющее действие электрического тока на организм человека; классификация производственных помещений по степени опасности поражения электрическим током; причины электротравматизма; средства и методы обеспечения электробезопасности; организация безопасной эксплуатации электроустановок; требования к обслуживающему персоналу; первая (доврачебная) помощь пострадавшим при поражении электрическим током.

Составитель: В. С. Бутев, доцент, кандидат технических наук.

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Роль и значение электрической энергии в развитии народного хозяйства общеизвестны. Электричество стало основой развития всех отраслей техники, базой для развития промышленности, транспорта, сельского хозяйства и обеспечило возможность комплексной механизации и автоматизации производственных процессов, развитие вычислительной техники, роботизацию и компьютеризацию производства, повышение продуктивности общественного производства.

Столь широкому распространению электрической энергии во всех отраслях техники способствовали удобность передачи ее на большие расстояния, а также возможность достаточно просто преобразовывать ее в другие виды энергии: механическую, световую, тепловую, химическую и другие.

В настоящее время едва ли найдется профессия, место на производстве или в быту, где бы мы не встречались с электричеством. И именно поэтому весьма важное значение имеет электробезопасность, т.е. защита человека, обслуживающего электрооборудование или пользующегося электроприборами, от поражения электрическим током. Особую актуальность приобретает данная проблема в силу того, что человек не имеет органов восприятия электричества на расстоянии и поэтому оно представляет собой существенно потенциальную опасность.

## 2. ДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Проходя через тело человека, электрический ток оказывает термическое, электрохимическое, механическое и биологическое воздействия, последнее из которых присуще только живым тканям.

**Термическое (тепловое) воздействие тока** обусловлено тем, что при протекании электрического тока по сопротивлению (а тело человека так же обладает определенным сопротивлением) в нем выделяется тепло. Термическое воздействие тока проявляется в виде ожогов отдельных участков тела, нагревания до высокой температуры кровеносных сосудов, нервов, сердца, мозга и других органов, находящихся на пути протекания тока, что вызывает серьезные функциональные расстройства этих органов и организма в целом.

**Электрохимическое (электролитическое) воздействие тока** характеризуется распадом (электролизом) органических жидкостей, в том числе и крови, что сопровождается значительными изменениями их физико-химического состава.

**Механическое (динамическое) действие тока** проявляется в расслоении тканей организма, в том числе мышц, стенок кровеносных сосудов, сосудов легочной ткани вследствие электродинамического эффекта, а также мгновенного образования пара от прогрева током жидкостей и крови.

**Биологическое воздействие тока** проявляется путем раздражения и возбуждения живых тканей организма, а также вследствие нарушения внутренних биологических процессов, происходящих в организме, и которые тесно связаны с его жизненными функциями.

### 3. ВИДЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ТРАВМ

Разнообразие влияния электрического тока на организм человека приводит к электротравмам, которые условно разделяются на два вида: **местные электротравмы**, которые вызывают местные повреждения организма, и **общие электротравмы (электрические удары)**, в результате которых поражаются (или возникает угроза поражения) всего организма вследствие нарушения нормальной деятельности жизненно важных органов и систем.

Травмы обоих видов часто сопровождают одна другую.

**Местные электротравмы** обусловлены нарушением целостности тканей тела, в том числе и костей, вызванных влиянием электрического тока или электрической дуги. Чаще всего – это поверхностные повреждения кожи, мягких тканей связок и костей. Местные травмы вылечиваются и работоспособность пострадавшего восстанавливается полностью или частично. Однако это бывает не всегда, например, при тяжелых ожогах, и причиной смерти может быть не электрический ток, а местное повреждение организма, вызванное током. К местным электротравмам относятся: электрические ожоги, электрические знаки, металлизация кожи, механические повреждения и электроофтальмия.

**Электрический ожог** – это повреждение поверхности тела под действием электрической дуги или больших токов, проходящих через тело человека. Различают четыре степени ожогов: I – покраснение кожи; II – образование пузырей; III – отмирание всей толщи кожи; IV – обугливание ткани. Тяжесть поражения организма при ожогах определяется, прежде всего, площадью поврежденной поверхности.

**Электрические знаки** – это четко выраженные метки диаметром 1–5мм серого или бледно-желтого цвета, которые появляются на поверхности кожи человека в месте контакта с токоведущими частями (т.е. в месте прохождения тока), проявляются в виде небольших ран, мозолей, которые со временем исчезают.

**Электрометаллизация кожи** – проникновение в верхние слои кожи мелких частиц металла, который расплавился под действием электрической дуги при коротких замыканиях или разрыве электрической цепи под нагрузкой. Каждая из частичек металла, хотя и имеет высокую температуру, но отличается весьма малой массой, в силу чего быстро охлаждается и не может прожигать защитную одежду, а прожигает чаще всего открытые участки тела, рук и лица. Электрометаллизация кожи не представляет особой опасности и со временем исчезает, как и электрические знаки.

**Механические повреждения** – в большинстве случаев является следствием резких судорожных сокращений мышц, что ведет к разрывам сухожилий, кожи, кровеносных сосудов, нервной ткани и даже переломам костей. Механические повреждения имеют место при работе в установках до 1000 В вследствие длительного нахождения пострадавшего под напряжением.

**Электроофтальмия** – это воспаление внешних оболочек глаз, роговицы и слизистой оболочки, покрывающей глазное яблоко, которые возникают под влиянием мощного потока ультрафиолетовых лучей. Такие облучения являются

результатом возникновения электрической дуги при коротких замыканиях или коммутациях под нагрузкой.

Электроофтальмия развивается через 4-8 часов после облучения. При этом имеют место покраснения и воспаления кожи, слизистых оболочек век, слезы, гнойные выделения из глаз, частичная потеря зрения. Пострадавший ощущает головную боль, боль в глазах, которая усиливается на свету.

**Электрический удар** – электротравма, обусловленная рефлекторным действием электрического тока (действующего через нервную систему), вследствие чего возникают спазмы мышц и тканей, нарушается деятельность сердечно-сосудистой системы. В зависимости от степени поражения электрические удары делятся на четыре группы:

I – спазматическое сокращение мышц без потери сознания;

II – спазматическое сокращение мышц с потерей сознания, но с работающим сердцем и дыхательной системой;

III – потеря сознания с нарушением сердечной деятельности или органов дыхания;

IV – клиническая смерть - прекращение дыхания и кровообращения.

**Клиническая смерть** – кратковременное переходное состояние между жизнью и смертью, которое наступает с момента прекращения деятельности сердца и прекращения дыхания до начала отмирания клеток головного мозга, и может продолжаться 4-8 минут. При своевременном и грамотном оказании медицинской помощи развитие смерти может быть остановлено. В противном случае наступает биологическая смерть.

**Электрический шок** – своеобразная нервно-рефлекторная реакция организма, которая сопровождается глубокими расстройствами кровообращения, дыхания, обмена веществ; может продолжаться от нескольких десятков минут до суток, после чего наступает либо смерть, либо выздоровление.

#### 4. ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Опасное воздействие электрического тока на организм человека зависит главным образом от величины и длительности действия тока, протекающего через тело человека; пути протекания тока в теле человека; рода и частоты тока; состояния организма и физиологических особенностей человека; сопротивления тела человека; свойства электрической сети, т.е. режим работы ее нейтрали; факторов настороженности и повышенного внимания человека; факторов окружающей среды.

**Величина тока.** В зависимости от последствий воздействия тока на организм человека различают:

- **ощутимый ток** – наименьшее значение тока, который ощущается человеком (согласно опытам для разных людей этот ток колеблется в пределах: 0,5-2 мА – при переменном токе частотой 50 Гц и 5-7 мА – при постоянном токе);

- **отпускающий ток** - наибольшее значение тока, при котором человек сохраняет способность самостоятельно освободиться от контакта с частями, находящимися под напряжением (это ток до 6-10 мА частотой 50 Гц и 30-40 мА постоянного тока);

- **неотпускающий ток** – наименьшее значение тока, при котором человек теряет возможность самостоятельно освободиться от действия электрического тока, величина которого при частоте 50 Гц составляет от 11-15 мА и 50-80 мА постоянного тока, и который вызывает сокращение мышц руки, удерживающей проводник с током;

- **фибрилляционный ток** – ток, при котором наступает фибрилляция сердца и остановка дыхания.

**Фибрилляция сердца** – это хаотичное самопроизвольное (аритмичное) сокращение волокон сердечной мышцы (фибрилл), при которых сердце теряет возможность нагнетать кровь в артерии и сосуды. Фибрилляция наступает при токах более 50 мА частотой 50 Гц и длительности действия 2-3 минуты.

При фибрилляции сердца дыхание может продолжаться еще 2-3 минуты, а т.к. вместе с кровообращением прекращается и снабжение организма кислородом, то у человека наступает быстрое резкое ухудшение общего состояния и дыхание прекращается. Фибрилляция продолжается короткое время и завершается полной остановкой сердца. Наступает клиническая смерть.

При токах 20-25 мА частотой 50 Гц человек начинает ощущать затруднение дыхания вследствие судорожного сокращения мышц грудной клетки, попавших в поле действия протекающего тока. В случае длительного протекания тока у человека наступает **асфикция** – состояние, вызываемое недостатком кислорода и накоплением в организме углекислоты, что влечет потерю сознания, чувствительности, прекращение дыхания, остановку сердца или его фибрилляцию, т.е. наступает клиническая смерть.

Верхним пределом фибрилляционного тока считается сила тока, равная 5 А. При таких и более высоких значениях тока имеет место резкое сокращение сердечной мышцы и остановка сердца, минуя стадию фибрилляции.

**Продолжительность** действия электрического тока на организм человека имеет существенное значение, т.к. под действием тока резко снижается сопротивление тела человека.

Зависимость величины кратковременного безопасного переменного тока  $I_{к.б.}$  от продолжительности его воздействия может быть определена в первом приближении выражением, полученным Дальзиелем [1] на основании проведенных им многочисленных опытов:

$$I_{к.б.} = \frac{0,165}{\sqrt{t}}, \text{ А}, \quad (1)$$

где  $t$  – длительность действия тока, с.

По данным Дальзиеля, эта формула действительна для токов свыше 40-50 мА и длительности воздействия в пределах от 0,03 до 3 с.

Необходимо отметить, что опыты Дальзиеля относятся к значениям тока, безопасным в отношении фибрилляции, т.е. прямого действия тока на сердечную мышцу. Однако смертельный исход в результате прекращения дыхания или рефлекторного шока может наступить и при меньших значениях тока.

Специальная Комиссия, созданная Центральным правлением инженерно-технического общества энергетиков, на основании обобщения отечественных и зарубежных исследований предложила установить наибольшие допустимые для человека токи при различных длительностях их воздействия, которые приведены в табл. 1 и вошли в ГОСТ 12.1.038-82 (с изменениями от 1.07.88).

Таблица 1

Наибольшие допустимые для человека токи

Время протекания тока, с	Допустимая сила тока, А	Сопротивление тела человека, Ом	Напряжение прикосновения, В
0,2	250	700	175
0,5	100	1000	100
0,7	75	1065	80
1,0	65	1150	75
30	6	3000	18
свыше 30	1	6000	6

В таблице приведены соответствующие этим токам значения расчетного сопротивления тела человека и напряжения прикосновения.

**Путь протекания тока.** Экспериментальные и опытные исследования показывают, что если на пути протекания тока через тело человека оказываются жизненно важные органы, такие как: сердце, легкие, головной мозг, то тяжесть поражения электрическим током существенно возрастает. Если же ток проходит другими путями, то его влияние на жизненно важные органы может быть только рефлекторным, а не непосредственным.

Возможных путей протекания тока через тело человека множество. Статистика показывает, что чаще всего случаи с тяжелыми и смертельными последствиями возникают при протекании тока по путям: «рука-рука» (40% случаев), «правая рука-нога» (20% случаев), «левая рука-нога» (17% случаев), «нога-нога» (6% случаев) [2].

**Род тока.** Действующие в настоящее время электротехнические нормы и правила не разграничивают в отношении опасности постоянный и переменный токи, хотя приведенные выше значения неотпускающего тока явно показывают меньшую опасность постоянного тока по сравнению с переменным. Ряд исследователей [3,4] объясняют это в первую очередь тем, что из-за наличия в сопротивлении тела человека емкостной составляющей повышение частоты сопровождается снижением полного сопротивления (импеданса) и в силу этого – ростом тока.

**Частота тока.** На основании опытных данных установлено, что электрический ток промышленной частоты 50 Гц является наиболее опасным для человека. Увеличение частоты тока до 2000-2500 Гц мало влияет на снижение опасного воздействия на организм человека. Дальнейший рост частоты тока сопровождается снижением опасности поражения человека (т.к. не влечет прекращения работы сердца и других жизненно важных органов). Однако эти токи сохраняют опасность ожогов при прохождении их непосредственно через тело человека. Значение фибрилляционного тока при частотах 50-100 Гц практически одинаковы; при увеличении частоты до 200 Гц он возрастает почти в 2 раза, при частотах 400-500 Гц – более чем в 3 раза. А применяемые в медицине для глубокого прогрева токи частотой в сотни тысяч герц (диатермия) являются безопасными несмотря на то, что величина тока достигает 1 А и более.

**Состояние организма и физиологические особенности человека.** Действия электрического тока на человеческий организм в известной мере зависит от химического состава крови, количества проводящих щёзлочей и кислот, от психического состояния человека и ряда других факторов. В состоянии бодрствования или при напряженном внимании человека вредное действие тока ослабляется. В состоянии опьянения человека или при неожиданном его поражении действие тока становится более опасным. Особо восприимчивы к действию электрического тока люди, которые имеют заболевания кожи, сердечнососудистой системы, органов дыхания и внутренней секреции.

Квалификация и опыт, повышенное внимание и ответственность за свои действия позволяют снизить опасность поражения электрическим током.

**Сопротивление тела человека** зависит от множества факторов: места контакта, размеров поверхности соприкосновения, состояния кожи (толщина рогового слоя), ее влажности, загрязненности, величины приложенного напряжения и протекающего тока, под действием которого сопротивление тела человека, обладающего нелинейностью, сильно меняется.

При напряжении до 20-30 В сопротивление тела человека остается почти неизменным. С увеличением приложенного напряжения в пределах от 30 до 250 В сопротивление тела резко уменьшается. Объясняется это тем, что помимо нагрева и электролитических изменений при напряжении около 250 В наступает резко выраженный электрический пробой кожи, в связи с чем создается контакт с хорошо проводящими тканями тела человека; при этом сопротивление может снизиться от нескольких десятков и сотен тысяч до 1000 Ом и ниже. При напряжении порядка 250 В и выше величина сопротивления тела человека уже мало зависит от состояния кожи и степени ее влажности. В практических расчетах сопротивление тела человека принимается равным 1000 Ом.

**Режим нейтрали электрической сети** – одно из ее свойств, в значительной степени определяющее воздействие электрического тока на организм человека. Но независимо от режима нейтрали наиболее опасным в отношении поражения электрическим током является случай одновременного прикосновения человека к токоведущим частям двух фаз сети (рис. 1).



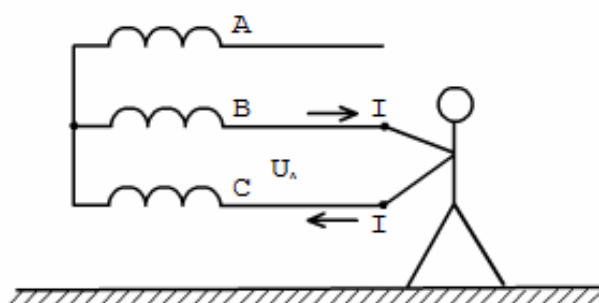


Рис.1. Цепь тока в случае прикосновения человека к двум фазам электрической сети.

Величина тока, протекающего через тело человека, в этом случае будет иметь максимальное значение:

$$I_{\text{ч}} = \frac{U_{\Delta}}{R_{\text{ч}}}, \quad (2)$$

где  $U_{\Delta}$  - линейное напряжение сети;

$R_{\text{ч}}$  - сопротивление тела человека.

Более частым случаем является прикосновение человека, стоящего на почве, к одной из фаз сети. Величина тока, протекающего в этом случае через человека, а следовательно, и опасность поражения током будет зависеть при прочих равных условиях от того, заземлена или изолирована нейтраль электрической сети.

Изолированной нейтралью называется нейтраль (нулевая точка) трансформатора или генератора, изолированная от земли или присоединенная к заземляющему устройству через аппаратуру компенсации емкостных токов сети, имеющей большое активное сопротивление. Прикосновение к одной из фаз такой сети не вызывает протекания тока через тело человека и поэтому сети с изолированной нейтралью являются менее опасными в отношении поражения человека электрическим током при условии, что данная сеть имеет весьма малую емкость на землю (рис. 2).

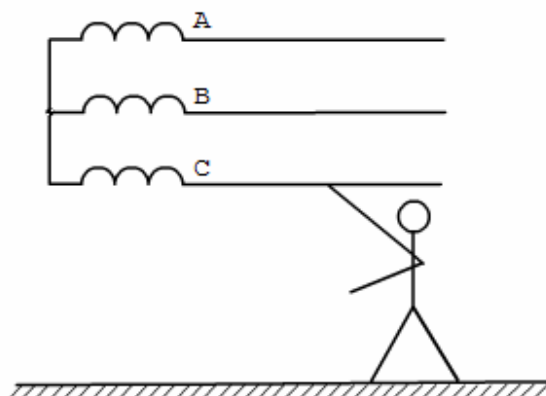


Рис.2. Цепь тока в случае прикосновения к сети с изолированной нейтралью (при  $c = 0$ ).

Чаще сети с изолированной нейтралью, а особенно кабельные сети при большой протяженности, имеют достаточно существенную емкость фазных проводов относительно земли и это значительно повышает опасность поражения электрическим током человека в таких сетях (рис.3) .

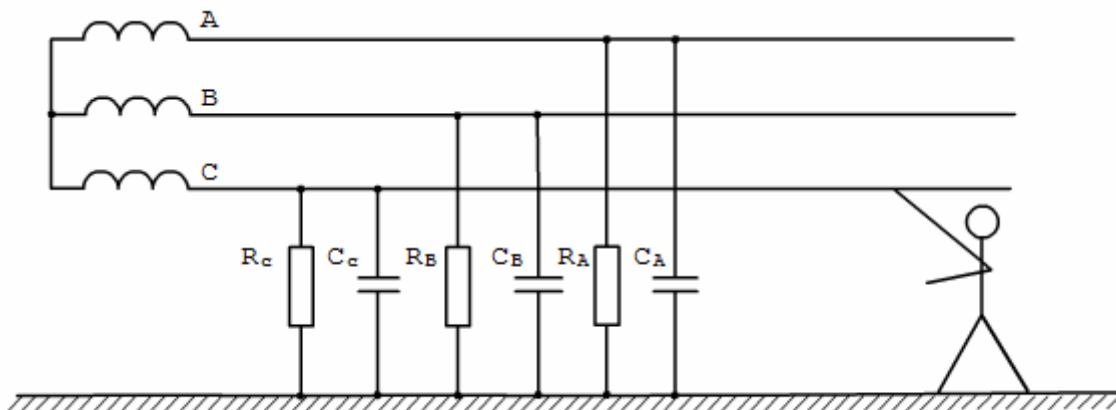


Рис.3. Схема электрической сети с изолированной нейтралью при наличии ёмкости.

В первом приближении и для упрощения анализа примем активные сопротивления изоляции фаз бесконечно большими, и исключим их из анализа.

Ёмкостное сопротивление фазного провода при  $C_a = C_b = C_c = 1 \text{ мкФ}$ :

$$X_c = \frac{1}{\omega c} = \frac{1}{314 \cdot 1 \cdot 10^{-6}} = 3184,7 \text{ Ом}, \quad (3)$$

где  $\omega = 2\pi f$  угловая частота сети.

Тогда величина тока проходящего через тело человека в сети с напряжением фазы 220В при сопротивлении тела человека 1КОм равна:

$$I = \frac{3U_\phi}{\sqrt{(3R_\phi)^2 + X_c^2}} = \frac{3 \cdot 220}{\sqrt{(3 \cdot 10^3)^2 + 3184,7^2}} = 0,15 \text{ А}, \quad (4)$$

что является весьма опасным.

В сетях с глухозаземленной нейтралью, в которых нулевая точка трансформатора или генератора присоединена к заземляющему устройству непосредственно, любое прикосновение человека к фазным проводам сети ведет к тому, что человек попадает под фазное напряжение, при этом ток через тело человека:

$$I = \frac{U_\phi}{R_\phi} = \frac{220}{1000} = 0,22 \text{ А}, \quad (5)$$

что явно превышает допустимые безопасные значения.

Наглухо заземляются нейтральные провода трехфазных четырехпроводных сетей переменного тока напряжения 220/127 и 380/220, а также один из полюсов постоянного тока напряжением до 440 В. Нейтрали установок напряжением 3, 6, 10, 20, 35 кВ не заземляется или заземляется через компенсирующие устройство.

## 5. КЛАССИФИКАЦИЯ ПОМЕЩЕНИЙ ПО СТЕПЕНИ ОПАСНОСТИ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

Негативное влияние факторов окружающей среды определяет последствия действия электрического тока на человека, что обусловило отражение данных факторов в нормативных документах. Производственные помещения по степени опасности поражения людей электрическим током согласно «Правилам устройств электроустановок» и ГОСТ 12.1.013-78 подразделяются на три категории:

- без повышенной опасности;
- с повышенной опасностью;
- особо опасные.

**Помещения без повышенной опасности** – это сухие не запыленные помещения с нормальной температурой воздуха и изолирующим (не токопроводящим) полом. К ним относятся кабинеты, залы, лаборатории, производственные участки, в которых отсутствуют признаки химически активной среды. Электрические проводки в таких помещениях выполняются проводами без усиленной изоляции с установкой коммутирующей аппаратуры общепромышленного исполнения.

**Помещения с повышенной опасностью** характеризуются следующими признаками:

- повышенная температура (температура воздуха длительно превышает 35°C или кратковременно – 40°C независимо от времени года и различных тепловых излучений);

- повышенная (выше 75%) относительная влажность воздуха ;
- наличие токопроводящей пыли;
- токопроводящий пол (металлический, земляной, железобетонный и т.п.)
- возможность одновременного прикосновения человека к заземленным металлоконструкциям сооружений, машин и механизмов, с одной стороны, и металлическим корпусам - с другой.

К этой категории помещений относятся складские не отапливаемые помещения, механические цеха, сборочные участки и др.

**Помещения особо опасные** – в которых:

- особая сырость (относительная влажность около 100%, когда потолок, стены, и предметы покрыты влагой);

- химически активна среда (в помещении постоянно или в течении длительного времени выделяются пары и образуются отложения, которые разрушающе действуют на изоляцию и токопроводящие части оборудования);

- одновременное наличие двух или более признаков, характеризующих признаки помещений с повышенной опасностью.

Электроустановки, эксплуатируемые на открытом воздухе или под навесом, приравниваются к особо опасным. Для особо опасных помещений правила предусматривают отдельную прокладку проводов и кабелей с усиленной изоляцией, специальное исполнение коммутационной аппаратуры, электродвигателей и светильников.

Категорию помещения и условия работы по степени опасности поражения электрическим током определяют лица, ответственные за электрохозяйство, исходя из местных условий и в соответствии с приведенной классификацией.

## 6. ПРИЧИНЫ ЭЛЕКТРОТРАВМАТИЗМА

Основными причинами несчастных случаев, обусловленных действием электрического тока являются:

- случайное прикосновение, приближение на опасное расстояние к токоведущим частям электрооборудования, находящегося под напряжением;
- появление напряжения на отключенных токоведущих частях установки в следствии ошибочного включения;
- обрывы цепей защитного заземления и зануление;
- выполнение электромонтажных и ремонтных работ под напряжением;
- выполнение работ без индивидуальных средств защиты или использования средств, не прошедших очередные испытания;
- использование устройств и агрегатов кустарного производства, выполненных с нарушениями требований правил электробезопасности;
- возникновение шагового напряжения на поверхности земли вследствие обрыва проводов линии электропередач и многое другое.

Как правило, причинами электротравматизма являются невыполнение и грубые нарушения «Правил устройств электроустановок» (ПУЭ) [6], «Правил техники безопасности» (ПТБ) [4], «Правил технической эксплуатации электроустановок» (ПТЭ) [9].

## 7. СРЕДСТВА И МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ

**Электробезопасность** – это система организационных мероприятий и технических средств, гарантирующих защиту человека от вредных и опасных воздействий электрического тока, электрической дуги, электрических полей и статического электричества (ДНАОП 0.00-1.21-98).

Мероприятия по защите от поражения электрическим током предусматривают использование защитных средств при нормальном режиме работы электроустановки и поддерживают их электробезопасность в аварийных условиях.

Средства защиты от поражения электрическим током делятся на коллективные и индивидуальные (электроблокировки, средства контроля сопротивления изоляции, ограждения, диэлектрические перчатки, боты, монтерский инструмент).

По степени электробезопасности электротехническая продукция подразделяется на пять классов: 0, 01, 1, II, III.

По конструктивному исполнению электрооборудование изготавливается: общепромышленного исполнения, открытое, закрытое, герметичное и взрывозащищённое.

## 7.1 Технические средства и мероприятия защиты от поражения электрическим током

К техническим средствам и мероприятиям защиты от поражения электрическим током относятся: пониженное напряжение; изоляция токоведущих частей; обеспечение недосягаемости незаизолированных токоведущих частей; защитное заземление; зануление; защитное отключение; выравнивание потенциалов; электрическое разделение сетей; компенсация токов замыкания на землю; электроблокировки; знаки безопасности и др.

**Пониженное напряжение** – это номинальное напряжение, которое не превышает 42 В, используется для уменьшения опасности поражения электрическим током, питающего электрофицированный ручной инструмент и переносные осветительные приборы.

Шкала пониженных напряжений (12, 24, 36, 42 В) выбрана из условия обеспечения длительно допустимого напряжения прикосновения. «Правилами изготовления взрывозащещённого и рудничного электрооборудования» (ПИБРЭ) предписывается как предельно безопасная сила переменного длительного тока, равная 30 мА, а при автоматической компенсации емкостной составляющей тока утечки - 25 мА [5]. Исходя из указанных величин безопасного тока и расчётной величины сопротивления тела человека  $R_{ч} = 1000$  Ом, можно определить допустимую безопасную величину напряжения прикосновения:

$$U_{\text{доп.}} = I_{\text{дл. доп.}} * R_{ч} = 0.03 * 1000 = 30 \text{ В.} \quad (6)$$

При этом «Правилами безопасности в угольных и сланцевых шахтах» (где наиболее тяжелые и опасные условия работы) предписывается автоматическая защита от утечек тока с временем срабатывания, не превышающим 0,2 с. Если сопоставить полученный результат с данными табл.1, то безопасными при этих условиях будут ток  $I_{\text{к.б.}} = 250$  мА и напряжение прикосновения  $U_{\text{пр.}} = 175$  В.

Напряжение 42 В используется в помещениях без повышенной опасности, а напряжение 12 В – в особо опасных помещениях (котельные установки, трубопроводы и т.д.).

Пониженное напряжение для питания переносных осветительных приборов вырабатывается специальными понижающими трансформаторами, автономными источниками электроэнергии – аккумуляторами или гальваническими элементами. Понижение напряжения питания переносных осветительных приборов с лампами накаливания обеспечивает не только безопасность использования, но и повышает надёжность их работы, т.к. при снижении напряжения увеличивается толщина нити накала лампы, а следовательно, и ее механическая прочность.

Использование пониженного напряжения для питания электрофицированного инструмента также способствует достижению не только электробезопасности, но и снижению массы, их габаритных размеров, т.к. это напряжение вырабатывается

специальными преобразовательными агрегатами с параметрами выходного напряжения не только пониженного до 36 В, но и повышенной частоты в 200 Гц.

Применение автотрансформаторов и реостатов для получения малых напряжений запрещается, т.к. в таких аппаратах имеет место гальваническая связь между высоким и низким напряжением, в результате чего на зажимах вторичной цепи возможно появление высокого потенциала.

**Изоляция токоведущих частей** – это слой диэлектрика или конструкция, выполненная из изоляционного материала, с помощью которой токоведущие части отделяются друг от друга и от окружающей среды. Основными характеристиками изоляционных материалов является: электрическая прочность, диэлектрические потери, и электрическое сопротивление, причём, чем выше сопротивление, тем меньше токи утечки через диэлектрик. В качестве диэлектрика применяются резина, полимерные материалы, пластмассы, трансформаторное масло, и др. Особенностью этих всех материалов является то, что их диэлектрические свойства со временем ухудшаются под действием различных причин (говорят: «изоляция стареет»). Именно поэтому необходимо контролировать сопротивление изоляции: в помещениях без повышенной опасности контроль производят один раз в два года, а в особо опасных – 2 раза в год. Существует такое правило: сопротивление изоляции должно составлять 1000 Ом на 1 В, и быть не менее определённого в ПУЭ значения - 500 кОм на фазу для установок напряжения до 1000 В.

Сопротивление изоляции измеряется на отключенных от питающего напряжения и обеспеченных электроустановках и устройствах приборами – мегаомметрами (М1101, МС-0,5, М4100/5 и др.), которые выпускаются на напряжения от 500 до 2500 В. При снижении сопротивления изоляции более, чем на половину от начальных значений, установка подлежит выводу из эксплуатации. Кроме того, в электроустановке с повышенной опасностью осуществляется непрерывный контроль сопротивления изоляции под рабочим напряжением. Наиболее распространенными устройствами такого типа являются РУВ, УАКИ, МКН-380, Ф-419 и другие, в которых контроль сопротивления изоляции осуществляется либо на постоянном оперативном токе, либо на оперативном токе частотой 2 кГц.

**Недосягаемость неизолированных токоведущих частей** обеспечивает их безопасность без использования каких-либо специальных средств. Так, например, высота расположения проводов линии электропередач (ЛЭП) зависит от ее номинального напряжения и местности, по которой она проходит (см. табл.2).

Таблица 2

Высота подвеса проводов ЛЭП

Местность	Линейное напряжение, кВ						
	0,4 кВ	6-10	до 35	110	220	330	500
Населенная	6	7	7	7	8	8	8
Ненаселенная	6	6	6	6	7	7,5	8

Если же невозможно расположить токоведущие части на недостижимой высоте, безопасность обеспечивается установкой стационарных ограждений.

**Защитное заземление** – это преднамеренное электрическое соединение с землей или с ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей оборудования, которые в случае пробоя изоляции могут оказаться под напряжением. Защитное заземление предусматривает тем самым снижение до безопасного уровня напряжения прикосновения, определяемого разностью потенциалов корпуса (нетоковедущих металлических частей) оборудования и поверхности, на которой стоит человек.

Заземлители (металлические проводники или группа проводников, находящихся в непосредственном соприкосновении с землей) делятся на естественные и искусственные. Естественные заземлители – это проложенные в земле стальные водопроводные трубы, соединенные электро- или газосваркой, стальная броня и свинцовые оболочки силовых кабелей, металлические конструкции зданий и сооружений. Не допускается использование в качестве заземлителей трубопроводы горючих жидкостей, газопроводы, алюминиевые оболочки кабелей.

В качестве искусственных заземлителей обычно применяют вертикально забитые в землю отрезки угловой стали или труб длиной 2,5-3м, круглой стали диаметром 12-14 мм, длиной до 5м, ввертываемого в грунт посредством специальных приспособлений, стальные полосы сечением не менее 4x12 мм, соединяющие отдельные электроды между собой и контуром заземления, выполняемым внутри производственного помещения. Для установки вертикальных заземляющих электродов роют траншею глубиной 0,7 – 0,8 м, в которую и забивают трубы или уголки. При этом расстояние между отдельными электродами не должно быть меньше длины самих электродов. Такое требование обусловлено уменьшением влияния заземляющих электродов друг на друга, называемым взаимным экранированием, когда поле растеканию тока отдельного заземлителя ограничивается. В результате экранирования общее сопротивление заземляющего устройства  $R_{\Sigma}$  возрастает и определяется выражением:

$$R_{\Sigma} = \frac{R_m}{n\zeta},$$

Где  $R_m$  - сопротивление одиночного заземлителя;

$n$  - количество одиночных заземлителей;

$\zeta$  - коэффициент использования заземлителей, зависит от типа заземлителя, их числа и взаимного расположения ( $\zeta = 0,5 \dots 0,95$ ).

Сопротивление растеканию отдельного заземлителя  $R_m$  в основном зависит от удельного сопротивления грунта  $\rho$  (Ом \* м), которое в свою очередь определяется составом почвы, ее влажностью, температурой, плотностью, наличием растворимых солей, временем года и некоторыми другими факторами. Расчет

заземляющего устройства подробно изложен как в учебниках по охране труда [10], так и в специальной литературе [7,8]

В соответствии с требованиями ПУЭ, ПТЭ, и ПТБ в электроустановках до и выше 1000В сооружаются заземляющие устройства, включающие в свой состав заземляющие электроды, соединяющие их проводники и контур заземления, располагаемый как внутри зданий и сооружений, так и за их пределами. Контур заземления выполняется стальным проводником сечением не менее  $48 \text{ мм}^2$ , крепится на высоте 40см от поверхности пола и окрашивается в фиолетовый цвет. Заземляемое оборудование присоединяется к контуру (магистралу) заземления при помощи отдельных проводников. При этом последовательное заземление оборудования не допускается.

Согласно требованиям ПУЭ сопротивление защитного заземления в любое время года не должно превышать:

4 Ом – в установках до 1000 В; если же мощность источника (питающего трансформатора) не превышает 100кВА, то сопротивление заземления допускается равным до 10 Ом;

0,5 Ом – в установках напряжением выше 1000 В с заземленной нейтралью;

$\frac{250}{I_3}$ , но не более 10 Ом – в установках напряжением выше 1000 В с

изолированной нейтралью, где  $I_3$  – ток замыкания на землю.

Контроль защитного заземления осуществляется методом осмотра с измерением его сопротивления не реже 1 раза в год, а также после капитального ремонта оборудования и длительного его простоя. Измерения сопротивления заземлителя осуществляется сертифицированными электротехническими лабораториями с помощью приборов М461, М1103, МС-07 и др.

**Занулением** называется преднамеренное электрическое соединение металлических нетоковедущих частей электрооборудования, приборов и аппаратов, работающих в трехфазных четырехпроводных сетях с глухозаземленной нейтралью. Назначения зануления то же, что защитного заземления – устранить опасность поражением током людей при появлении высокого потенциала на нетоковедущих частях оборудования в результате пробоя фазной изоляции на корпус.

Кроме того, при пробое изоляции на корпус возникает однофазное короткое замыкание, которое вызывает значительное возрастания тока в поврежденной фазе, а следовательно, срабатывание защиты (плавких предохранителей, токовой отсечки вводного автоматического выключения) и отключение участка этой сети от питающего напряжения.

**Шаговое напряжение** – это разность потенциалов на поверхности земли между двумя точками, отстоящими друг от друга на расстоянии одного шага человека, принятого равным 0.8м.

Появление шагового напряжения обусловлено растеканием в земле электрического тока, возникающего вследствие замыкания на землю одной из фаз питающей сети или в случае падения на землю одного из проводов ЛЭП.



Ток, протекающий через заземлитель, растекается в земле во всех направлениях. Вблизи одиночного заземлителя плотность тока максимальна. По мере отдаления от заземлителя плотность тока уменьшается и на расстоянии 20м становится равной нулю. Распределение потенциалов на поверхности земли при замыкании фазы через одиночный заземлитель приведено на рис. 4.

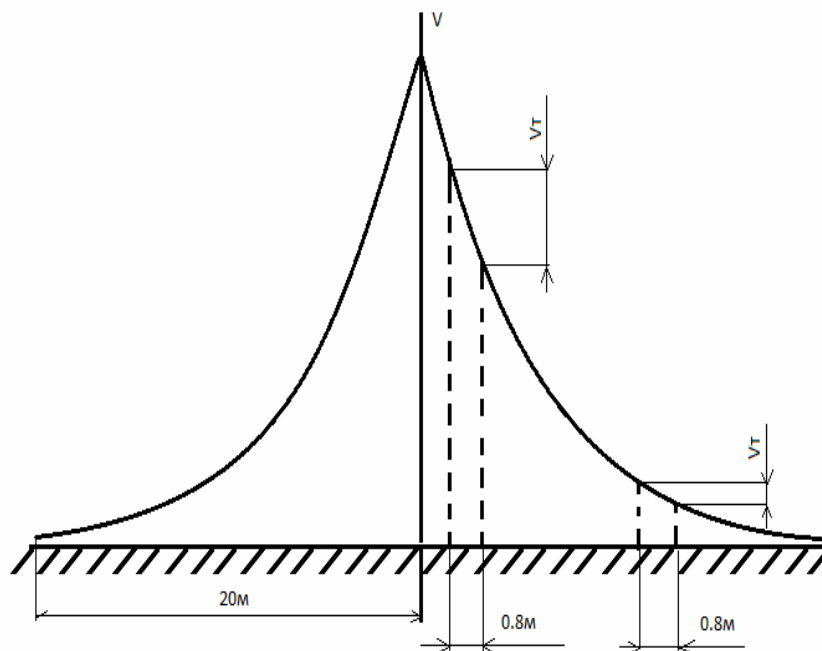


Рис. 4. Распределение потенциалов вокруг одиночного заземлителя.

Из приведенного рис. 4 видно, что величина шагового напряжения зависит от расстояния точки измерения до точки заземления. Опасным для человека следует считать шаговое напряжение, под действием которого возникают судороги ног, что приводит к падению человека, а следовательно, к повышению разности потенциалов, действующих на человека, и на изменение пути протекания тока, затрагивающие его жизненно важные органы.

При обнаружении упавших проводов ЛЭП или почувствовав шаговое напряжение необходимо соединить ступни ног и попытаться прыжками покинуть зону действия шагового напряжения и не приближаться на расстояние ближе 8м – на открытой местности и не ближе 4м – в закрытых помещениях к месту падения фазного провода.

**Защитное отключение (УЗО)** – это быстродействующая защита, выполненная на базе трансформатора тока нулевой последовательности или дифференциального трансформатора, которая реагирует на изменение параметров сети (повышение или понижение питающего напряжения относительно номинального уровня, пробой изоляции или просто снижение её сопротивления, что приводит к возникновению токов утечки). Аналогичные функции выполняет и устройство автоматического контроля изоляции (УАКИ) с той разницей, что УЗО отключает только контролируруемую (отходящую) линию, а УАКИ – всю участковую сеть.

К устройствам защитного отключения предъявляются следующие требования: высокая чувствительность (номинальный отключающий дифференциальный ток на уровне 6- 10 мА), малое время отключения (не более 0.2с), селективность работы (способность отключать ближайший к месту повреждения участок цепи), самоконтроль (отключение оборудования при неисправности УЗО), надёжность работы.

**Выравнивание потенциалов** имеет место при работе на линиях электропередач, на проводах контактной сети горэлектротранспорта, осуществляется путём электрического соединения ремонтной изолированной платформы с фазой или контактным проводом. Подобное выравнивание потенциалов фазы (контактного провода) и ремонтной платформы исключает возможность протекания тока через тело человека, находящегося на ремонтной платформе и позволяет выполнять ремонтные работы без дополнительных электрозщитных средств.

**Электрическое разделение сетей** наиболее широкое применение находит в горнорудной промышленности, где питающие 3-х фазные сети выполняются с изолированной нейтралью, т.к. при такой системе энергоснабжения ток через тело человека в случае его касания к токоведущим частям будет минимальным. При этом величина такого тока будет в значительной степени зависеть от величины емкости участковой сети и ёмкостных токов утечки. Емкость участковой сети в свою очередь зависит от длины проводов (кабелей), расстояния между фазными проводами и качественных характеристик фазной изоляции. При значительной емкости участковой сети (более 1 мкФ/фазу) ток утечки может превышать значение неотпускающего тока. В этом случае участковая сеть делится на несколько фидеров, каждый из которых питается от соответствующих вторичных обмоток разделительного трансформатора, у которого одна или несколько вторичных обмоток и коэффициент трансформации равен 1. Из этого следует, что подобное разделение сетей связано с необходимостью применения разделительного трансформатора, а следовательно, с увеличением капитальных вложений в систему электроснабжения, но является необходимым для обеспечения электробезопасности в угольных и сланцевых шахтах.

**Компенсация токов замыкания на землю.** Как было показано выше, электрическая емкость сети повышает ток через человека в случае его прикосновения к токоведущим частям, находящимся под напряжением. Опасное влияние емкости может быть снижено компенсацией емкостной составляющей тока замыкания на землю. Для этой цели присоединяют между сетью и землей индуктивность в виде дросселя (Рис.5), величина индуктивности которого подбирается таким образом, чтобы компенсировать емкостную составляющую тока замыкания на землю и тем самым свести ее к минимуму. При правильно подобранной индуктивности сеть с компенсированной емкостью становится аналогичной сети без емкости.

Однако обеспечить постоянную и полную компенсацию емкости затруднительно в силу того, что емкость сети не остается постоянной и существенно изменяется в зависимости от включения или отключения отдельных потребителей,

изменения их количества, протяженности фидерных линий и т.п. Эту задачу решает лишь автоматическая компенсация, обеспечивающая непрерывное изменение индуктивности дросселя в соответствии с емкостью сети, сохраняя условие равенства емкостного и индуктивного сопротивлений.

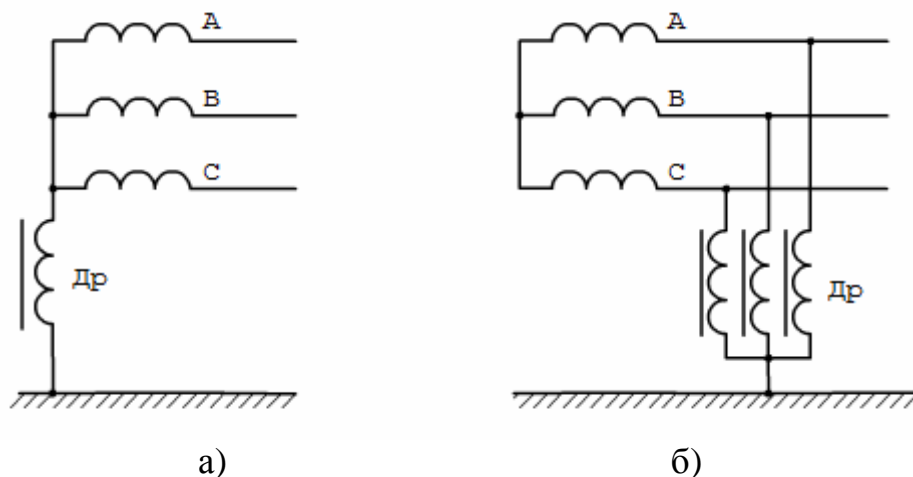


Рис. 5 - Способы присоединения к электрической сети компенсирующих дросселей с помощью естественной (а) и искусственной нейтрали (б).

**Предупреждающая сигнализация** преобразует информацию о контролируемом объекте (электрооборудовании) в сигнал. Выполняется с действием на световой и звуковой сигналы. Подразделяется на сигнализацию положения (состояние – включено, выключено) и аварийную (перегрузка трансформатора, срабатывание газовой защиты трансформатора, однофазное замыкание на землю и др). Предупреждает оперативный персонал об отклонениях режимов работы узлов и систем оборудования от номинальных.

**Электроблокировки** – совокупность методов и средств, обеспечивающих фиксацию рабочих органов аппаратов, машин или электрических схем в определенном положении (состоянии), предотвращающих аварийные ситуации или отклонения режимов работы оборудования от номинальных. Все блокировки подразделяются на механические, замковые, оптические, магнитные и электрические.

В электроустановках, оборудованных выключателями и разъединителями, предусматриваются блокировки, исключающие возможность отключения разъединителя под нагрузкой, т. е. при включенном выключателе.

Примером механической блокировки является рычажный блокиратор включения реверсивных пускателей или контакторов. Кроме механической, в этих случаях используется и электрическая блокировка, осуществляемая с помощью соответствующих блок-контактов, предотвращающих одновременное включение реверсивных контакторов при поступлении управляющих сигналов.

В устройствах замковых блокировок для всех замков приводов выключателей и разъединителей применяется один ключ, с помощью которого, и только в определенной последовательности возможно производить оперативные переключения.

Электромагнитной блокировкой снабжаются все приводы выключателей и разъединителей комплектных распределительных устройств (КРУ), а в качестве ключа используется электромагнитная катушка, с помощью которой из привода извлекается запорный стержень только в том случае, когда это не противоречит порядку и правилам выполнения оперативных переключений.

Электросигнализация, централизация и блокировки (СЦБ) весьма широко используются для обеспечения безопасности движения на железнодорожном транспорте.

**Знаки безопасности** подразделяются на запрещающие, предупреждающие, предписывающие и указательные: «Не включать! Работают люди!», «Внимание! Высокое напряжение!», « Работать здесь», « Вход (проход) запрещен».

## 8. СИСТЕМА ЭЛЕКТРОЗАЩИТНЫХ СРЕДСТВ

**Электрозащитные средства** – это приборы, аппараты и средства, предназначенные для защиты от поражения электрическим током, от действия электрической дуги и электромагнитного поля людей, работающих в электроустановках. По своему назначению электрозащитные средства подразделяются на: изолирующие, ограждающие и вспомогательные.

**Изолирующие электрозащитные средства** предназначены для изоляции человека как от частей электрооборудования, находящегося под напряжением, так и от земли. К ним относят: изолирующие штанги, электроизмерительные клещи, указатели напряжения, изоляционные ручки монтажного инструмента, диэлектрические рукавицы, боты, коврики, дорожки и др. Изолирующие электрозащитные средства подразделяются на основные и вспомогательные.

**Основными электрозащитными средствами** считаются те, изоляция которых выдерживает номинальное напряжение электроустановки, а испытательное напряжение должно быть не меньше трехкратного значения фазного напряжения в установках с глухозаземленной нейтралью.

**Дополнительными** называются такие защитные средства, которые сами по себе не могут при данном напряжении обеспечить безопасность от поражения током. Они являются дополнительной к основным средствам мерой защиты.

Так, например, если диэлектрические перчатки, боты, изолирующие подставки и резиновые коврики в установках напряжением выше 1000 В являются дополнительными защитными изолирующими средствами, то в установках до 1000 В диэлектрические перчатки уже считаются основным защитным средством.

**Ограждающие электробезопасные средства** – это переносные ограждения, предупредительные плакаты, переносные указатели напряжения и токоизмерительные клещи.

**Вспомогательные средства** защищают от действия электрической дуги, продуктов горения и механических повреждений (защитные очки, противогазы, брезентовые рукавицы, спецодежда).

## **9. ОРГАНИЗАЦИЯ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК**

Безопасность эксплуатации электроустановок достигается за счет обязательного выполнения всеми потребителями электроэнергии, независимо от их ведомственной подчиненности и форм собственности, правил технической эксплуатации (ПТЭ) и правил техники безопасности (ПТБ) промышленных предприятий.

Обслуживание действующих электроустановок, проведение в них оперативных переключений, организация и проведение ремонтных, монтажных и наладочных работ осуществляется специально подготовленным электротехническим персоналом.

Все работы в действующих электроустановках в отношении мер безопасности подразделяются на 3 категории:

- при полном снятии напряжения – работы, выполняемые на полностью отключенном оборудовании, при этом нет незапертого входа в соседнее помещение, где есть установки под напряжением;

- с частичным снятием напряжения с установки – работы, которые производятся в помещении или на открытой электроустановке, где отключены не все токоведущие части, или есть незапертый вход в соседнее помещение, в котором это напряжение не снято;

- без снятия напряжения – работы, по своему характеру не требующие отключения оборудования и аппаратуры, выполняемые в условиях, при которых случайное прикосновение к неотключенным токоведущим частям, исключено (например, работы, проводимые на кожухах и станинах оборудования).

Работы в электроустановках со снятием напряжения или с частичным снятием напряжения должны выполняться при соблюдении следующих условий:

- на выполнение работ должно быть соответствующее разрешение уполномоченного на это лица (наряд-допуск, устное или телефонное распоряжение);

- работа должна производиться не менее чем двумя лицами;

- должны быть выполнены организационные и технические мероприятия, обеспечивающие безопасность персонала (кроме работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации);

К организационным мероприятиям относятся:

- оформление работы нарядом-допуском (распоряжением);

- оформление допуска к работе;
- надзор во время работы;
- оформление перерывов в работе, переходов на другое рабочее место, окончания работ;

Наряд-допуск – это задание на безопасное выполнение работы, оформленное на специальном бланке установленной формы (Приложение 1), определяющее содержание, место выполнения работы, время её начала и окончания, условия безопасного её выполнения, состав бригады и лиц, ответственных за безопасное выполнение работы. Ответственными за безопасное выполнение работ являются: лицо, которое выдало наряд-допуск или распоряжение; лицо, которое осуществляет допуск к работе; руководитель работы; наблюдающий; члены бригады.

Кроме того, работы в электроустановке выполняются:

- по распоряжению лиц, уполномоченных на это, с оформлением в оперативном журнале (Приложение 2);
- в порядке текущей эксплуатации с дальнейшей записью в оперативном журнале.

Распоряжение – это задание на выполнение работы, которое определяет её содержание, место, время, мероприятия безопасности. Оно имеет разовый характер, выдается на один вид работы и действует в течение одной смены.

По распоряжению могут выполняться:

- внеплановые работы, вызванные производственной необходимостью, длительностью до 1 часа;
- работы без снятия напряжения на удалении от токоведущих частей продолжительностью не более одной смены;
- работы со снятием напряжения в электроустановках до 1000 В длительностью не более одной смены.

Текущая эксплуатация – это проведение оперативным персоналом самостоятельно на закрепленном за ними участке в течение одной смены работ по специальному перечню.

К техническим мероприятиям, обеспечивающим безопасность работ, выполняемых с полным или частичным снятием напряжения, относятся:

- необходимые отключения и выполнение мероприятий по предотвращению ошибочной подачи напряжения к месту работы и самовключению коммутационной аппаратуры;

- вывешивание на приводах и ключах дистанционного управления коммутационной аппаратуры запрещающих плакатов: «Не включать – работают люди», «Стой – опасно для жизни. Под напряжением»;

- проверка отсутствия напряжения на токоведущих частях (проверка выполняется с помощью индикатора напряжения или вольтметра в 3 этапа: 1 – проверка работоспособности индикатора на участке цепи, находящейся под напряжением; 2 – проверка отсутствия напряжения на токоведущих частях электроустановки, выводимой из эксплуатации; 3 - повторная проверка работоспособности индикатора на участке, находящемся под напряжением);

- наложение переносных заземлений на отключенные для производства работ токоведущие части, причем первичным является подключение переносного заземлителя к контуру заземления;

- вывешивание предупредительных и предписывающих плакатов («Работать здесь»), установка ограждений.

Указанные выше мероприятия выполняются оперативным персоналом, обслуживающим данную электроустановку.

## **10. ТРЕБОВАНИЯ К ОБСЛУЖИВАЮЩЕМУ ПЕРСОНАЛУ**

Основой безопасной эксплуатации электроустановок является обеспечение обслуживания их высококвалифицированным персоналом. Весь персонал, обслуживающий электроустановки, подразделяется на 5 квалификационных групп.

I группа – присваивается лицам, не имеющим специальной электротехнической подготовки, но отчетливо представляющим опасность поражения электрическим током и меры безопасности при работах в электроустановках (разнорабочие, уборщики, мотористы).

II группа. Лица этой группы должны иметь элементарное техническое знакомство с электроустановками, достаточно отчетливое представление об электробезопасности и уметь оказывать первую помощь (электрослесари, электромонтеры, электрокрановщики, практиканты ВУЗов и технических училищ).

III группа. Лица, принадлежащие к данной группе должны знать устройство электроустановок и порядок их обслуживания, общие правила технической безопасности, правила допуска к работе в электроустановках с напряжением до 1000 В, уметь осуществлять надзор за проводимыми работами и уметь оказывать первую помощь (электромонтеры, электрослесари, оперативный персонал подстанций, практиканты ВУЗов, имеющие стаж не менее 1 месяца в предыдущей группе);

IV группа. Лица этой группы должны иметь познания в электротехнике в объеме техминимума, полное представление об опасностях при работе в электроустановках, полностью знать ПТЭ и ПТБ, знать установку настолько, чтобы свободно ориентироваться в том, какие элементы необходимо отключить для безопасного ведения работ, уметь вести надзор за работающими, знать схемы и оборудование своего участка, уметь оказывать первую помощь пострадавшему (старшие электромонтеры, бригадиры электрослесарей, оперативный персонал станций и подстанций);

V группа. Лица этой группы должны: знать все схемы и оборудование своего участка, знать ПТЭ и ПТБ в общей и специальной частях, правила пользования и испытания электрозащитных средств, ясно представлять чем вызвано то или иное требование правил, уметь организовывать безопасное выполнение работ и осуществлять надзор в электроустановках напряжением до и выше 1000 В, иметь твердые знания правил первой помощи и умение практически оказывать первую помощь (старшие монтеры, мастера, инженеры – со стажем работы не менее 5 лет).

## **11. ПЕРВАЯ (ДОВРАЧЕБНАЯ) ПОМОЩЬ ПОСТРАДАВШИМ ПРИ ПОРАЖЕНИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ**

Одним из важнейших положений оказания первой помощи являются её своевременность и грамотность действий, оказывающих такую помощь.

Все сотрудники предприятия должны знать последовательность оказания первой помощи.

Прежде всего, необходимо освободить пострадавшего от действия электрического тока путем отключения электроустановки от питания сети, а в случае невозможности такого отключения – принять меры для освобождения пострадавшего от токоведущих частей электрической сети. При этом необходимо принять меры предотвращения дополнительных травм пострадавшим, работающим на высоте, а также не оказаться самому под напряжением.

После этого пострадавшего необходимо вынести на свежий воздух, оценить его состояние, принять меры по вызову «скорой помощи» или доставке пострадавшего в ближайшее медицинское учреждение. В случае остановки дыхания или прекращения работы сердца приступить к выполнению искусственного дыхания (12 – 16 вдохов – выдохов в минуту) и непрямого массажа сердца (50 – 60 сокращений в минуту) на протяжении всего времени до полного восстановления дыхания и сердечной деятельности.



### **Контрольные вопросы для самопроверки.**

1. Какие действия оказывает на организм человека электрический ток?
2. Какие известны виды электрических травм и каковы их особенности?
3. Чем характеризуется электрический удар?
4. Перечислите факторы определяющие действие электрического тока на организм человека.
5. Какое влияние на организм человека оказывает величина электрического тока?
6. Как влияет продолжительность протекания электрического тока на организм человека?
7. Какова зависимость последствий поражения электрическим током от его рода и частоты?
8. Охарактеризуйте влияние режима работы нейтрали сети на возможные последствия поражения человека электрическим током.
9. Какова классификация производственных помещений по степени опасности поражения человека электрическим током?
10. Каковы причины электротравматизма?
11. Что предусматривает понятие «Электробезопасность»?
12. Перечислите технические средства обеспечения электробезопасности.
13. Чем определяется уровень пониженного напряжения по условиям электробезопасности?
14. Как и чем контролируется сопротивление изоляции токоведущих частей?
15. Перечислите основные требования к защитному заземлению.
16. Заземление и зануление: назначение, что общего и каковы отличия?
17. Каковы нормативные значения защитного заземления?
18. Что такое «шаговое напряжение» и его влияние на организм человека?
19. Как и для чего осуществляется выравнивание потенциалов?
20. Каковы цели разделения электрических сетей?
21. Каковы цели компенсации токов замыкания на землю?
22. Что включают понятия электросигнализация и электроблокировка?
23. Дайте характеристику основным электрозащитным средствам.
24. Как осуществляется организация безопасной эксплуатации электроустановок?
25. Перечислите организационные и технические мероприятия обеспечения электробезопасности.
26. Каковы квалификационные требования к обслуживающему электроустановки персоналу?
27. Как оказывается первая (доврачебная) помощь пострадавшему при поражении электрическим током?

### Список используемой литературы.

1. Дальзиель Ц.Ф. Труды Американского института инженеров электриков, № 38, 1958 г.
2. Жидецкий В.Ц., Джигирей В.С., Мельников А.В. Основы охраны труда. - Львов: Афиша, 2000. - 351 с.
3. Манойлов В.Е. Основы электробезопасности. – М.: Энергия, 1971.- 320с.
4. Долин П.А. Основы техники безопасности в электрических установках.- М.: Энергия, 1971.- 336 с.
5. Правила изготовления взрывозащитного и рудничного электрооборудования.- М.: Энергия, 1969.- 223с.
6. НПАОП 40.2-2.32-01. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. - К.: Укрархбудінформ, 2001. – 118 с.
7. Князевский Б.А., Липкин Ю.Б. Электроснабжение промышленных предприятий.- М.: Высшая школа, 1969. - 512 с.
8. Лейбов Р.М., Озерной М.И. Электрофикация подземных горных работ. - М.: Недра, 1972.- 464
9. НПАОП 40.1-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачив.
- 10.Геврик Є.О. Охорона праці. - К.: Ніка-Центр, 2007. - 376 с.

## Приложение 1

Предприятие \_\_\_\_\_

Подразделение \_\_\_\_\_

НАРЯД-ДОПУСК № \_\_\_\_\_

(для выполнения работ в электроустановках)

Руководителю работ (наблюдающему) \_\_\_\_\_

(ФИО, группа по электробезопасности, прописью)

Допускающему \_\_\_\_\_

(ФИО, группа по электробезопасности, прописью)

С членами бригады \_\_\_\_\_

(ФИО, группа по электробезопасности, прописью)

---

---

---

---

---

Поручается: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Работу начать: дата \_\_\_\_\_ час. \_\_\_\_\_ мин. \_\_\_\_\_

Работу закончить: дата \_\_\_\_\_ час. \_\_\_\_\_ мин. \_\_\_\_\_

Таблица 1. Меры по подготовке рабочих мест.

Наименование электроустановок, в которых необходимо провести отключения и установить заземления	Что должно быть отключено и где заземлено

Отдельные указания \_\_\_\_\_

---

---

---

---

Наряд выдал дата \_\_\_\_\_ час. \_\_\_\_\_ мин. \_\_\_\_\_

Подпись \_\_\_\_\_  
(ФИО, группа по электробезопасности, прописью)

Наряд продлил до дата \_\_\_\_\_ час. \_\_\_\_\_ мин. \_\_\_\_\_

Подпись \_\_\_\_\_  
(ФИО, группа по электробезопасности, прописью)

\_\_\_\_\_  
(дата)

Таблица 2. Разрешение на подготовку рабочих мест и допуск

Разрешение на подготовку рабочих мест и на допуск выдал(должность, фамилия, или подпись, перечислить все рабочие места)	Дата, время	Подпись работника, получившего разрешения на подготовку рабочих мест и на допуск

Рабочие места подготовлены. Под напряжением остались: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Допускающий \_\_\_\_\_

Руководитель работ(наблюдающий) \_\_\_\_\_

Таблица 3. Инструктаж членов бригады(целевой) при первичном допуске.

Члены бригады (Ф.И.О)	Подпись членов бригады прошедших инструктаж	Члены бригады (ф.и.о.)	Подпись членов бригады прошедших инструктаж

Подписи работников, прошедших инструктаж: Допускающий \_\_\_\_\_

Руководитель работ(наблюдающий) \_\_\_\_\_

Таблица 4. Ежедневный допуск к работе и ее окончание.

Бригада проинструктирована и допущена на рабочее место				Работа закончена бригада удалена	
Наименование рабочего места	Дата, время	Подписи		Дата, время	Подпись руководителя работ(наблюдающего)
		допускающего	Руковод. работ (наблюдающего)		

Таблица 5. Изменения в составе бригады

Работник, введенный в состав бригады (Ф.И.О. группа, прописью)	Работник, введенный в состав бригады (Ф.И.О. группа, прописью)	Дата, время	Разрешил (подпись)

Работа полностью закончена, бригада выведена, заземления, установленные бригадой сняты; Сообщено(кому) \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_ час. \_\_\_\_\_ мин. \_\_\_\_\_ Рук. работ(наблюдающий) \_\_\_\_\_

Предприятие \_\_\_\_\_

Подразделение \_\_\_\_\_

Журнал

учёта и регистрации работ

по нарядам и распоряжениям.

Начат \_\_\_\_\_

Окончен \_\_\_\_\_

Номер		Место проведения работ, их объём, меры безопасности	Исполнитель работ (Ф.И.О.)	Члены бригады (Ф.И.О.)	Должность, Ф.И.О., отдавшего распоряжение	Работы начаты (дата, время)	Работы окончены (дата, время)
Наряда -допуска	Распоряжения						
1	2	3	4	5	6	7	8

Примечания:

1. При проведении работ по наряду-допуску заполняются колонки 1,7,8.
2. При осуществлении работ по распоряжению заполняются все колонки, кроме колонки 1.
3. Все записи должны вестись чернилами. Никакие исправления и перечёркивания не допускаются.

## Содержание

1. Введение.....	3
2. Действие электрического тока на организм человека.....	3
3. Виды электрических травм.....	4
4. Факторы, определяющие действие электрического тока на организм человека.....	5
5. Классификация помещений по степени опасности поражения электрическим током.....	11
6. Причины электротравматизма.....	12
7. Средства и методы обеспечения электробезопасности.....	12
8. Система электрозащитных средств.....	20
9. Организация безопасной эксплуатации электроустановок.....	21
10. Требования к обслуживающему персоналу.....	23
11. Первая (доврачебная) помощь пострадавшим при поражении электрическим током.....	24
Контрольные вопросы для самопроверки.....	25
Список используемой литературы.....	26
Приложение 1.....	27
Приложение 2.....	29