

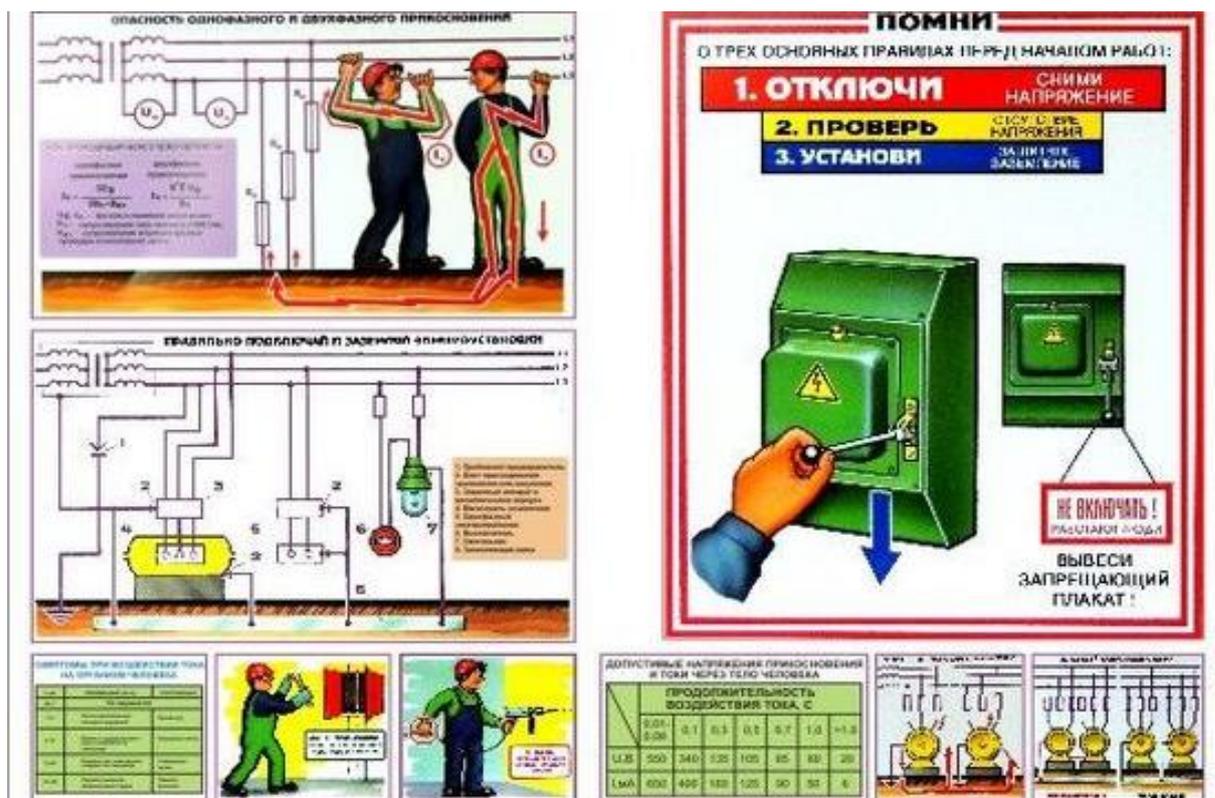
МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
 ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
 ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
 УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ИСЛАМА КАРИМОВА

КАФЕДРА «БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

Л.И. ПЕТРОСОВА, А.Х. РАСУЛЕВ

ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ



Ташкент-2020

АННОТАЦИЯ

Приведены основные данные по организации безопасной эксплуатации электроустановок, рассматривается действие электрического тока на организм человека, первая помощь пострадавшим от электрического тока. Также рассматриваются элементы защитного оборудования, защитное заземление электроустановок, защитное зануление, средства защиты персонала, вопросы защиты людей от воздействий электромагнитного поля. Имеются контрольные вопросы, задачи и упражнения для самостоятельной работы, тесты для самоконтроля знаний студентов, а также глоссарий основных терминов и список литературы.

Пособие подготовлено на кафедре "Безопасность жизнедеятельности" и предназначено для студентов, может быть также полезно для докторантов и научно-технических сотрудников, интересующихся вопросами электробезопасности.

ANNOTATSIYA

Elektr qurilmalarining xavfsiz ishlashini tashkil qilish bo'yicha asosiy ma'lumotlar keltirilgan, elektr tokining inson tanasiga ta'siri, elektr tokidan jabrlanganlarga birinchi yordam ko'rsatiladi. Himoya vositalarining elementlari, elektr inshootlarining himoya topraklanmasi, himoya topraklama, xodimlarni himoya qilish uskunalari, shuningdek, odamlarni elektromagnit maydonlardan himoya qilish masalalari ko'rib chiqiladi. Mustaqil ish uchun nazorat savollari, topshiriqlar va mashqlar, talabalar bilimini mustaqil nazorat qilish uchun testlar, shuningdek asosiy atamalar lug'ati va qo'llanmalar ro'yxati mavjud.

Qo'llanma hayot xavfsizligi kafedrasida tayyorlangan va talabalar uchun mo'ljallangan, shuningdek, elektr xavfsizligi masalalariga qiziqqan doktorantlar va ilmiy-texnik xodimlar uchun foydali bo'lishi mumkin.

У Д К 621.315

С о с т а в и т е л и:

Петросова Л.И. к.т.н., доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности» ТашГТУ

Расулев А.Х. PhD, доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности» ТашГТУ

Р е ц е н з е н т ы:

Аннакулов Т. PhD, доц. кафедры «Горная электромеханика» Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова

Джураев О.А. Заместитель начальника управления комитета «Промышленная безопасность» Республики Узбекистан

ВВЕДЕНИЕ

В Указе Президента Республики Узбекистан Ш. Мирзиёева «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан» четвертое направление - **развитие социальной сферы**, направленно на последовательное повышение занятости, совершенствование системы социальной защиты и охраны здоровья граждан [1].

Развитие техники сопровождается непрерывным повышением уровня потребления электрической энергии и совершенствованием применяемого оборудования. Электрическая энергия значительно облегчает и совершенствует труд человека и в то же время является источником потенциальной опасности, которая может привести к тяжёлым последствиям.

Электробезопасность - это система организационных, технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного действия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Организационные мероприятия включают в себя обучение персонала способам и правилам защиты от поражающего действия электрического тока. Так как не обученный человек, в случае попадания его под действие электрического тока, оказывается, как правило, в более тяжёлых условиях, чем опытный электротехник. Это связано с тем, что квалифицированный работник сможет правильно оценить степень возникшей опасности и применить рациональные приёмы освобождения себя от действия электрического тока.

В учебном пособии приведены основные данные по организации безопасной эксплуатации электроустановок, рассматривается действие электрического тока на организм человека, первая помощь пострадавшим от электрического тока. Также рассматриваются элементы защитного оборудования, защитное заземление электроустановок, защитное зануление, средства защиты персонала и оказание доврачебной помощи.

ГЛАВА I. ДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

1.1. Виды поражений электрическим током

В общей массе травм на производстве с временной утратой трудоспособности вес электротравм незначителен - не более 2%. Однако среди травм с летальным исходом электротравмы занимают ведущее место - более 12%, то есть каждая седьмая смертельная травма вызвана электрическим током.

Основные причины массовости смертельного электротравматизма можно сформулировать следующим образом:

- физиологическая несовместимость электрического тока и биологических процессов в организме;
- отсутствие внешних признаков опасности оголенных токоведущих частей или металлических конструкций, случайно оказавшихся под напряжением (отсутствуют дым, свечение и другие устрашающие признаки);
- непонимание большинством работающих конкретной опасности контакта с токоведущими частями.

Реакция человека на электрический ток возникает лишь после его прохождения через ткани.

Проходя через организм человека, электрический ток оказывает: термическое, электролитическое, механическое и биологическое воздействия.

Термическое действие тока проявляется в ожогах отдельных участков тела, нагреве до высокой температуры кровеносных сосудов, нервов, сердца и других органов, находящихся на пути тока, что вызывает в них серьезные функциональные расстройства (рис.1.1).

Электролитическое действие тока проявляется в разложении органических жидкостей, в том числе и крови, что сопровождается значительными нарушениями их физико-химического состава.



Рисунок 1.1. Термическое воздействие электрического тока

Механическое действие тока выражается в разрыве, расслоении и других повреждениях различных тканей организма, в том числе мышечной ткани, стенок кровеносных сосудов, сосудов легочной ткани и др.

Биологическое действие тока проявляется в раздражении и возбуждении живых тканей организма, а также в нарушении внутренних биоэлектрических процессов, протекающих в нормально действующем организме и связанных с его жизненными функциями (рис.1.2).

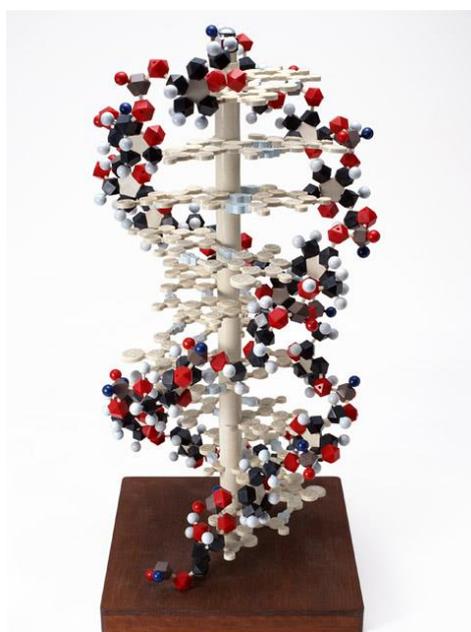


Рисунок 1.2. Биологическое воздействие электрического тока

Электрический ток, проходя через организм, раздражает живые ткани, вызывая в них ответную реакцию - возбуждение, являющееся одним из основных физиологических процессов. Например, если электрический ток

проходит непосредственно через мышечную ткань, то возбуждение, обусловленное раздражающим действием тока, проявляется в виде непроизвольного сокращения мышц. Это так называемое прямое, или непосредственное, раздражающее действие тока на ткани, по которым он проходит.

Различают два вида поражения электрическим током: *электрические травмы*, результатом которых являются внешние поражения тела - ожоги, электрические знаки, электрометаллизация кожи, механические повреждения, электроофтальмия, и *электрический удар*, связанный с поражением всего организма.

Электрический ожог возможен при прохождении через тело человека токов более 1 А. В тканях, по которым проходит ток, выделяется некоторое количество теплоты, пропорциональное приложенному напряжению и протекающему току. При нагреве тканей до температуры 60-70°C происходит свертывание белков и возникает ожог. Такие ожоги проникают глубоко в ткани и могут привести к частичной или полной инвалидности. Возможны также ожоги электрической дугой, возникающей в электроустановках напряжением 35 кВ и выше между токоведущими частями электроустановки и телом человека при приближении на опасное расстояние, а также электрической дугой, возникающей в электроустановках до 1000 В между токоведущими частями и человеком, попадающим в зону действия этой дуги.

Электрические знаки возникают в местах контакта с токоведущими частями. Они представляют собой затвердевшую в виде мозоли кожу серого или желтовато-белого цвета. Края электрического знака резко очерчены белой или серой каймой. Электрические знаки безболезненны, но при глубоких поражениях больших участков тканей могут привести к нарушению функций пораженного органа.

Электрометаллизация кожи - проникновение под поверхность кожи частиц металла вследствие разбрызгивания и испарения под действием тока

(например, при возникновении электрической дуги) или электролиза в местах соприкосновения с токоведущими частями электрооборудования (рис.1.3) .



Рисунок 1.3. Электрометаллизация кожи

Со временем поврежденный участок кожи восстанавливается и болезненные явления исчезают.

Механические повреждения -это чаще всего следствие резких непроизвольных судорожных сокращений мышц под действием электрического тока. В результате могут произойти разрывы сухожилий, кожи, кровеносных сосудов и нервной ткани; могут быть вывих суставов и даже переломы костей. Механические повреждения происходят при работе в основном в электроустановках до 1000 В при относительно длительном воздействии тока.

Электроофтальмия - поражение глаз в результате воздействия ультрафиолетового излучения электрической дуги или ожогов рис.1.4.

Электрический удар наблюдается при воздействии малых токов и небольших напряжений до 1000 В. Ток действует на нервную систему и на мышцы, при этом может возникнуть паралич пораженных органов.



Рисунок 1.4. Электроофтальмия

Электрический удар – это возбуждение живых тканей организма протекающим через него током, проявляющееся в непроизвольных судорожных сокращениях различных мышц тела. При этом нарушается работа всех органов – сердца, легких, центральной нервной системы.

Электрический удар можно разделить на пять степеней:

- 1) судорожное, едва ощутимое сокращение мышц;
- 2) судорожное сокращение мышц, сопровождающееся сильными болями, без потери сознания;
- 3) судорожное сокращение мышц с потерей сознания, но сохранившимся дыханием и работой сердца;
- 4) потеря сознания и нарушение сердечной деятельности или дыхания (и то и другое);
- 5) клиническая смерть.

Исход воздействия тока зависит от следующих факторов:

- значение и длительность протекания тока;
- род и частота тока;
- пути прохождения;
- индивидуальные свойства.

1.2. Характер воздействия на человека токов разного значения

Экспериментальные исследования показали, что человек начинает ощущать раздражающее действие переменного тока промышленной частоты силой 0,6-1,6 мА и постоянного тока 5-7 мА. Эти токи не представляют серьезной опасности для деятельности организма человека, и так как при такой силе тока возможно самостоятельное освобождение человека от контакта с токоведущими частями, то допустимо его длительное протекание через тело человека. Такой ток называется **ощутимым**.

В тех случаях, когда раздражающее действие тока становится настолько сильным, что человек не в состоянии освободиться от контакта, возникает опасность длительного протекания тока через тело человека рис. 1.5. Электрический ток, вызывающий при прохождении через человека непреодолимые судорожные сокращения мышц рук и в которой зажат проводник называется **не отпускающим**. Длительное воздействие таких токов может привести к затруднению и нарушению дыхания. Для переменного тока промышленной частоты сила не отпускающего тока находится в пределах 6-20 мА и более. Постоянный ток не вызывает не отпускающего эффекта, а приводит к сильным болевым ощущениям, они возникают при прохождении тока 15-80 мА и более.

При протекании тока в несколько сотых долей ампера возникает опасность нарушения работы сердца. Может возникнуть фибрилляция сердца, то есть беспорядочные, некоординированные сокращения волокон сердечной мышцы, при этом сердце не в состоянии гнать кровь по сосудам, происходит остановка кровообращения.



Рисунок 1.5. Примеры опасных для жизни случаев поражения человека электрическим током

Электрический ток, вызывающий при прохождении через организм фибрилляцию сердца, называется **фибрилляционным**, а наименьшее его значение – пороговым фибрилляционным током.

Фибрилляция длится, как правило, несколько минут, после чего происходит энергетическое истощение сердечной мышцы и следует полная остановка сердца. Экспериментальные исследования показывают, что пороговые фибрилляционные токи зависят от массы организма, длительности протекания тока и его пути. Верхний предел фибрилляционного тока - 5 А. (рис.1.6) Ток больше 5А как переменный, так и постоянный вызывает немедленную остановку сердца, минуя состояние фибрилляции.

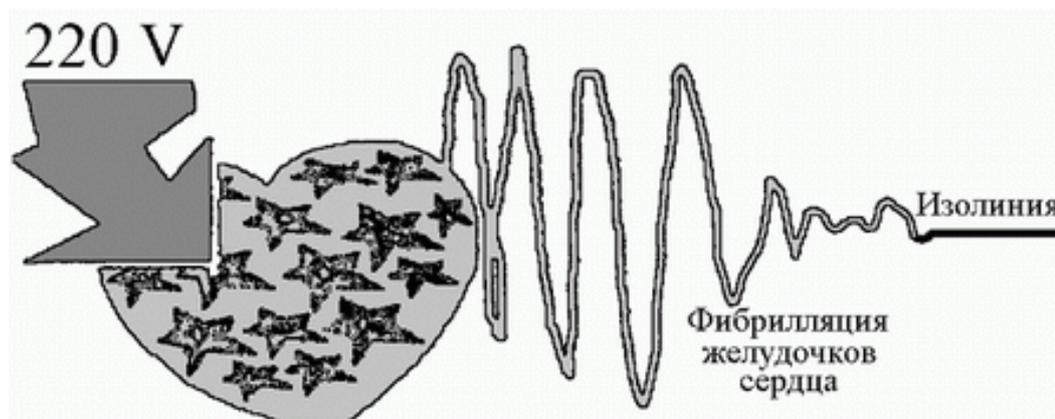


Рисунок 1.6. Длительность протекания тока

Электрический шок - это своеобразная тяжелая нервно-рефлекторная реакция организма в ответ на чрезмерное раздражение электрическим током,

сопровождающаяся глубокими расстройствами кровообращения, дыхания, обмена веществ и т. п.

Электрическое сопротивление тела человека. Человека поражает ток, который зависит от напряжения и сопротивления тела:

$$I = \frac{U}{R}$$

Сопротивление тела человека - зависит от :

- 1) состояния кожи (сухая, влажная, чистая и т.п.)
- 2) плотности и площади контакта
- 3) величины и частоты тока и приложенного напряжения
- 4) времени воздействия тока на человека

Однако необходимо отметить, что на теле человека имеется ряд определенных точек, наиболее чувствительных к электрическому току и имеющих пониженное сопротивление ему: поверхности лба, ладоней, подошв, шеи и др.

Зависимость сопротивления тела человека от величины приложенного напряжения и величина протекающего тока приведены в таблице 1.1

Таблица 1.1

Зависимость сопротивления тела человека от величины приложенного напряжения и величины протекающего тока

Показатели	Зависимость величин					
Приложенное напряжение, В	6,0	18	75	80	100	175
Сопротивление тела человека, кОм	6,0	3,0	1,15	1,065	1,0	0,7
Ток, проходящий через человека, мА	1,0	6,0	65	75	100	250

Основным сопротивлением в цепи тока через тело человека является верхний роговой слой кожи, толщина, которого составляет 0,05-0,2 мм.

Сопротивление внутренних тканей не превышает 800-1000 Ом.

Сопротивление тела человека изменяется в широких пределах в зависимости от состояния кожи (сухая, влажная, чистая, поврежденная и т. п.), плотности и площади контакта, времени воздействия тока и др.

Реальное сопротивление тела человека может быть от 1000 до 100 000 Ом. Для расчетов по электробезопасности принимают величину, равную 1000 Ом.

Кроме величины протекающего через тело человека тока в исходе поражения большое значение имеет его путь (рис.1.7.).



Рисунок 1.7. Пути протекания тока

Пути протекания тока: правая рука - голова; левая рука - голова; правая рука - левая рука; правая нога - левая нога; правая нога - правая рука; правая нога - левая рука; левая нога - правая рука; левая нога - левая рука; голова - ноги.

Поражение будет более тяжелым, если на пути тока оказываются сердце, легкие, головной и спинной мозг. Смертельный путь прохождения тока: голова - левая рука (левая нога).

1.3. Поражение электрическим током в электроустановках

Поражение электрическим током в электроустановках может произойти в следующих случаях:

- при однофазном прикосновении не изолированного от земли человека к неизолированным токоведущим частям электроустановки, находящимся под напряжением (прикосновение к одной из фаз, находящейся под напряжением);

- при приближении человека, не изолированного от земли, на опасное расстояние к токоведущим, не защищенным изоляцией частям электроустановок, находящихся под напряжением; при прикосновении человека, не изолированного от земли, к корпусам электрических машин, трансформаторов, светильников и другим металлическим нетокоевущим частям оборудования, которые могут оказаться под напряжением при замыкании одной из фаз на корпус;

- при освобождении другого человека, находящегося под напряжением; при контакте с двумя точками в поле растекания тока, имеющими разные потенциалы (включение под напряжение шага); при двухфазном прикосновении (одновременное прикосновение к двум неизолированным частям электроустановки, находящимся под напряжением разных фаз).

Поражение человека при случайном прикосновении к токоведущим частям электрической сети зависит от схемы прикосновения человека, напряжения сети, схемы самой сети, режима нейтрали сети, качества изоляции токоведущих частей от земли, емкости токоведущих частей относительно земли и т. п. Наибольшую опасность представляет двухфазное прикосновение.

При двухфазном (двухполюсном) прикосновении (рис.1.8.) , независимо от вида сетей, человек попадает под полное линейное (рабочее) напряжение сети и величина тока, проходящего через тело человека, зависит только от напряжения сети и сопротивления тела человека:

$$I_{чел.} = \frac{U_{л}}{R_{чел.}}, \quad (1.1)$$

где $U_{л}$ – линейное напряжение сети, В; $R_{чел.}$ – условное сопротивление тела человека, 1000 Ом.

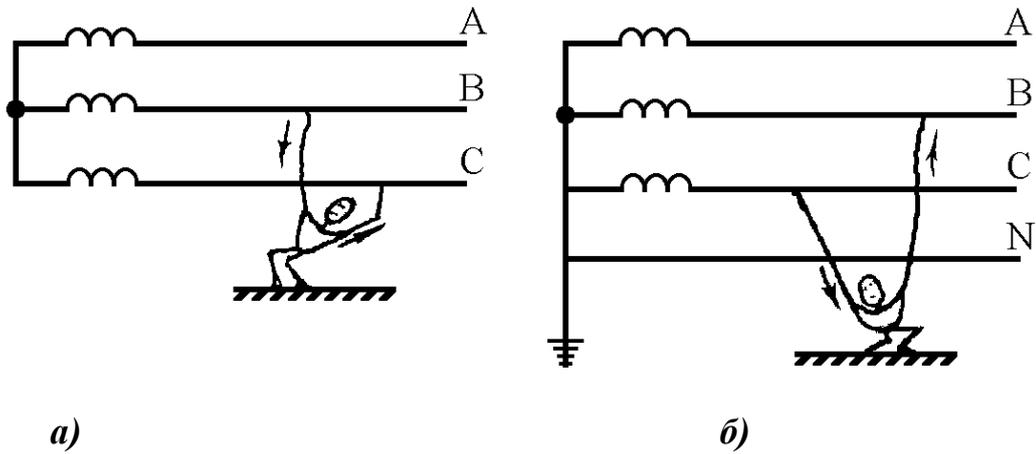


Рисунок 1.8. Схема двухфазного включения человека в электрическую сеть: *а* – сеть с изолированной нейтралью; *б* – сеть с глухозаземленной нейтралью. При однофазном включении в сеть с изолированной нейтралью (рис.1.9) величина тока, проходящего через человека, определяется по формуле:

$$I_{\text{чел}} = U_{\text{л}} / (\sqrt{3} \cdot (R_{\text{чел}} + R_{\text{об}} + R_{\text{п}} + (R_{\text{из}}/3))) \quad (1.2)$$

где $U_{\text{л}}$ – линейное напряжение, В; $R_{\text{чел}}$ – сопротивление тела человека, Ом; $R_{\text{об}}$ – сопротивление обуви, Ом; $R_{\text{п}}$ – сопротивление пола, Ом; $R_{\text{из}}$ – сопротивление изоляции фаз, Ом.

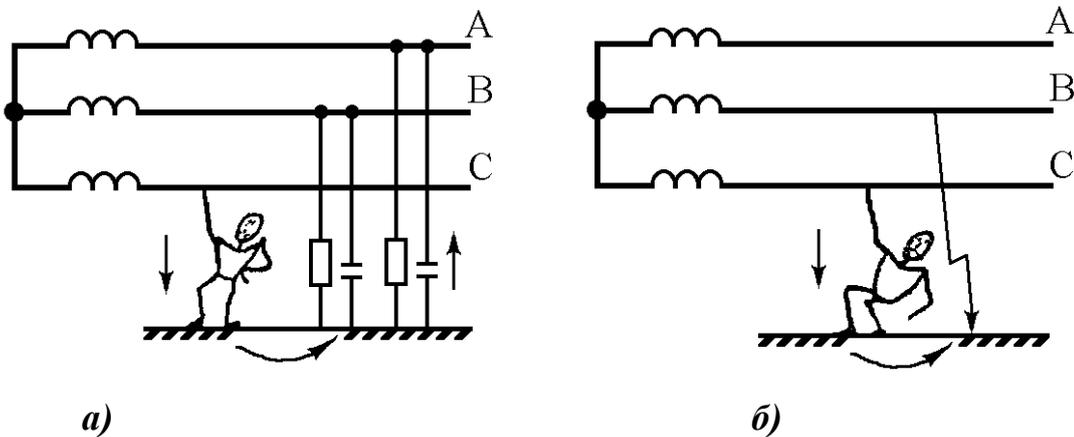


Рисунок 1.9. Схема однофазного включения в сеть с изолированной нейтралью: *а* – при хорошей изоляции; *б* – при аварийном режиме

Условия безопасности в этом случае находятся в прямой зависимости от сопротивления изоляции фаз относительно земли: чем лучше изоляция, тем меньше ток, протекающий через человека.

Однако в аварийном режиме, когда одна из фаз замыкает на землю или корпус оборудования (рис. 1.9, б) или сопротивление изоляции мало, человек может оказаться под полным линейным напряжением:

$$I_{\text{чел}} = \frac{U_{\text{л}}}{(R_{\text{чел}} + R_{\text{об}} + R_{\text{п}})} \quad (1.3)$$

где $U_{\text{л}}$ – линейное напряжение, В; $R_{\text{чел}}$ – сопротивление тела человека, Ом; $R_{\text{об}}$ – сопротивление обуви, Ом; $R_{\text{п}}$ – сопротивление пола, Ом.

При однофазном включении в сеть с заземленной нейтралью (рис. 1. 10.) человек попадает под фазное напряжение независимо от величины сопротивления изоляции фаз.

Величина тока, проходящего через человека, в этом случае определяется по формуле:

$$I_{\text{чел}} = \frac{U_{\text{ф}}}{(R_{\text{чел}} + R_{\text{об}} + R_{\text{п}} + R_{\text{з}})} \quad (1.4).$$

где $U_{\text{ф}}$ – фазное напряжение, В; $R_{\text{чел}}$ – сопротивление тела человека, Ом; $R_{\text{об}}$ – сопротивление обуви, Ом; $R_{\text{п}}$ – сопротивление пола, Ом; $R_{\text{з}}$ – сопротивление заземления нейтрали, Ом.

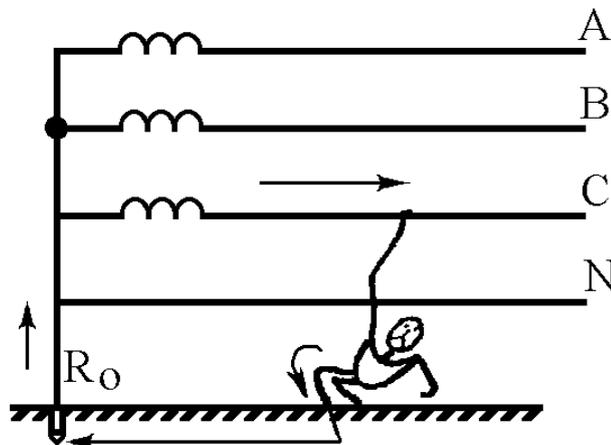


Рисунок 1. 10. Схема однофазного включения в сеть с заземленной нейтралью

Условия электробезопасности зависят и от параметров окружающей среды (влажность, температура, наличие токопроводящей пыли, материал пола и др.).

Тяжесть поражения током зависит от плотности и площади контакта человека с частями, находящимися под напряжением. Наличие заземленных

металлических конструкций и полов приводит к тому, что человек практически постоянно связан с одним полюсом (землей) электроустановки. В этом случае любое прикосновение человека к токоведущим частям сразу приводит к двух- полюсному включению его в электрическую цепь. Токоведущая пыль и влага создают дополнительные условия для электрического контакта, как с токоведущими частями, так и с землей.

В процессе эксплуатации электроустановок может возникнуть замыкание на корпус установки. Под **замыканием на корпус** понимают случайное электрическое соединение токоведущей части с металлическими нетоковедущими частями электроустановки. Замыкание на корпус может быть результатом случайного касания токоведущей части корпуса машины, повреждения изоляции, падения провода, находящегося под напряжением, на нетоковедущие металлические части и т. п.

Напряжение шага

Действию напряжения шага человек подвергается в зоне растекания тока, то есть на поверхности земли вблизи места замыкания на землю.

Условия формирования цепи

В зоне растекания тока, в соответствии с выражением $\phi(x) = k/x$, различны потенциалы всех точек на поверхности земли.

Напряжением шага называется разность потенциалов двух точек поверхности земли, на которых находится человек, при этом в расчетах ширина шага принимается равной $a = 0,8$ м.(рис.1.11.)

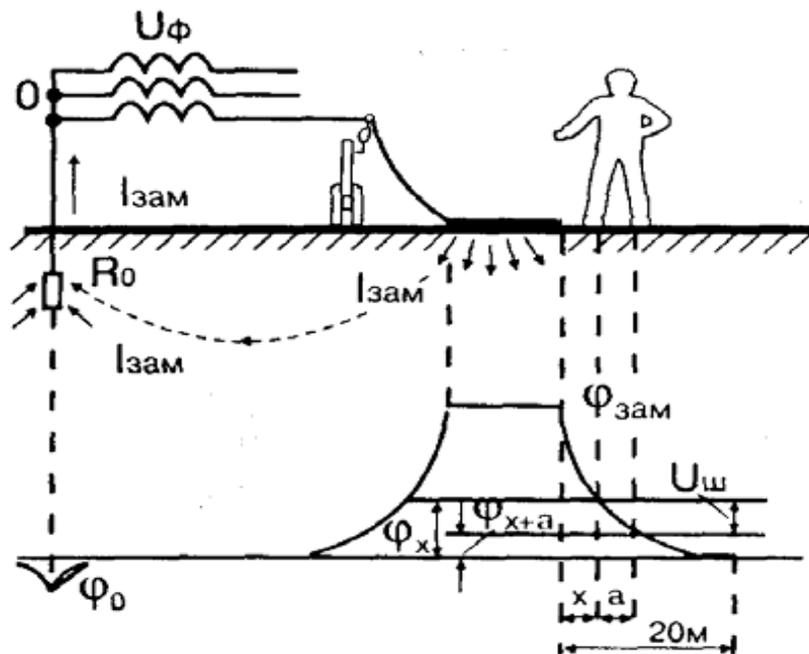
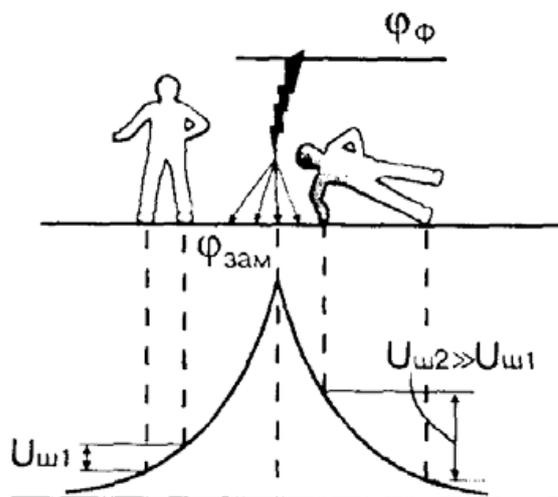


Рисунок 1.11. Напряжение шага человека (растекание тока).

Возможные последствия действия напряжения шага

Напряжение шага зависит от двух основных факторов - максимального потенциала в зоне растекания тока фазам и удаления человека от места замыкания (x).

В наиболее удаленных точках зоны растекания тока напряжение шага невелико, а ток через тело человека $I_h = U_{ш}/R_h$ протекает по пути «нога-нога» (рис.1.12).



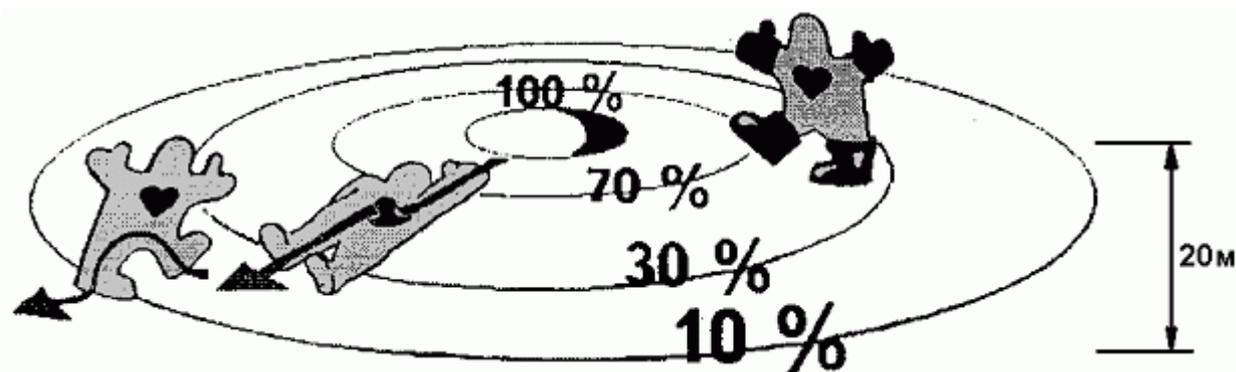


Рисунок 1.12. Удаление человека от места замыкания

В наиболее удаленных точках зоны растекания тока напряжение шага невелико, а ток через тело человека $I_h = U_{ш}/R_h$ протекает по пути «нога-нога» (рис.1.12). По мере возрастания напряжения $U_{ш}$ при приближении человека к месту замыкания ток возрастает и может в итоге достичь значения порогового неотпускающего тока; в результате судорожной реакции человек падает, при этом размер «шага» увеличивается (расстояние стало «руки-ноги») с соответствующим возрастанием значения $U_{ш}$, а в путь тока включается область сердца. Так без видимых внешних причин может наступить летальный исход.

1.4. Заряд статического электричества

В этом режиме человек прикасается к металлическому предмету, изолированному от земли, или к конструкции из изоляционного материала, несущим заряд статического электричества. Возможен также режим прикосновения к заземленной металлической конструкции, когда человек находится на полу из изоляционного материала и сам несет заряд статического электричества.

Заряды статического электричества образуются при перемещении (трении) твердых, жидких или газообразных диэлектриков относительно других проводящих или непроводящих ток материалов.

Возможные последствия действия статического электричества

Возможность формирования зарядов статического электричества существенно увеличилась с массовым применением пластических материалов

(трубопроводы, покрытие полов и пр.), обладающих высоким сопротивлением. Заряды статического электричества генерируют высокие потенциалы.

Так, при перекачке топлива, например, при заливке бензина в бак автомобиля, заряд $Q_{ст}$ получает латунный наконечник резинового шланга. Потенциал его относительно земли (или бака) будет

$$U_{ст} = Q_{ст}/C = 1,5 - 14 \text{ кВ}$$

зависимости от скорости прокачки (здесь C - емкость наконечника относительно земли или бака – величина бесконечно малая). При прикосновении человека к такому заряженному предмету возможны вторичные травмы или ожог искрой.

Тело человека относительно земли имеет емкость около 200 пФ. Если он находится на изолирующем полу (линолеум), то в результате трения одежды о кожу на нем может накопиться заряд с энергией до 0,43 мДж.

Отсюда из известного выражения для энергии заряженного конденсатора получаем, что значение потенциала тела относительно земли превышает 500 В; в случае прикосновения к заземленному металлическому предмету (батарея отопления, шкафчик с рабочей одеждой и пр.) человек почувствует удар током (ток разряда собственной емкости).

Такие заряды наибольшую опасность представляют для элементов микросхемотехники при монтаже печатных плат. Обычно во избежание выхода их из строя жало паяльника заземляют либо на руку монтажницы надевают заземленный браслет; наиболее эффективная мера – обязательная замена одежды на хлопчатобумажную, исключающую возможность генерирования электростатического заряда.

Основные виды разрядов статического электричества:

- а) разряды между проводящими телами - формируются в результате электризации и накопления заряда на изолированных проводящих телах (человек, металлическая тара для жидкостей и сыпучих материалов, транспортные средства на резиновых шинах, гребные валы на судах и пр.);
- б) разряды с заряженного диэлектрика на проводящие конструкции

(резиновые либо пластмассовые резервуары; бочки и канистры для хранения и транспортировки нефтепродуктов и сыпучих материалов; диэлектрические трубы, по которым перемещаются эти материалы, и т.п.);

в) коронирование диэлектриков – разряд, обусловленный разностью потенциалов между внутренней и наружной поверхностями конструкции (трубы для транспортировки жидких и сыпучих материалов, пневмотранспортные трубопроводы);

г) разряды в следе скольжения – возникают в процессе электризации твердых поверхностей путем трения.

Защита обеспечивается путем формирования цепей для снятия зарядов статического электричества (заземление металлоконструкций, снижение омического сопротивления изоляционных материалов путем введения в них проводящих примесей, периодического обливания изоляционных конструкций проводящими жидкостями и т.п.).

Примеры решения типовых задач.

Задача. 1.

Произвести оценку опасности электропоражения человека, оказавшегося в ситуации, указанной на рис. 1.13.

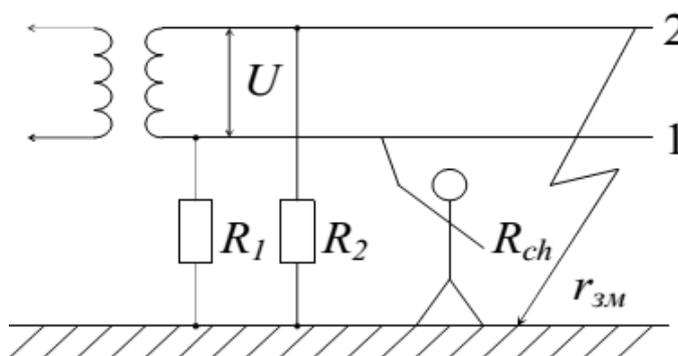


Рис.1.13 Схема включения человека в электрическую сеть:

$$R_1 = R_2 = R = 200 \text{ кОм}; r_{зм} = 100 \text{ Ом}; U = 220 \text{ В}$$

Человек стоит на влажном песчаном грунте в обуви с кожаной подошвой.

Решение

Чтобы оценить, опасно ли такое прикосновение человека к токоведущим частям, необходимо знать ток, протекающий через человека I_h , или напряжение, действующее на него U_{np} , и сравнить эти значения с допустимыми. Согласно п.1. таблицы 1.2.

$$I_h = \frac{UR_1}{\left(R_1 R_{\text{э}} + R_1 R_{ch} + R_{\text{э}} R_{ch} \right)},$$

где $U = 220 \text{ В}$ – напряжение сети;

$R_1 = 200 \text{ кОм}$ – сопротивление изоляции проводов сети по отношению к земле; R_{ch} – сопротивление в цепи человека по формуле:

$$R_{ch} = R_h + R_{об} + R_{ос},$$

откуда R_h (1 кОм) – сопротивление тела человека;

$R_{об}$ (0,5 кОм) – сопротивление обуви (табл.1. 4);

$R_{ос}$ (1,6 кОм) – сопротивление основания (табл. 1.3),

значит, $R_{ch} = 1 + 0,5 + 1,6 = 3,1 \text{ кОм}$;

$R_{\text{э}}$ – эквивалентное сопротивление согласно п. 2 (табл. 1.2):

$$R_{\text{э}} = \frac{R_2 r_{зм}}{R_2 + r_{зм}},$$

где $r_{зм}$ (100 Ом) – сопротивление замыкания провода на землю:

$$R_{\text{э}} = \frac{200 \cdot 10^3 \cdot 100}{200 \cdot 10^3 + 100} \approx 100 \text{ Ом}$$

Тогда

$$I_h = \frac{220 \cdot 10^3}{200 \cdot 10^3 \cdot 100 + 200 \cdot 10^3 \cdot 3,1 \cdot 10^3 + 100 \cdot 3,1 \cdot 10^3} \approx 0,07 \text{ А.}$$

Предельно допустимое значение тока через человека при $t \geq 1 \text{ с}$ равно 6 мА, значит, прикосновение человека к проводу сети в данном случае опасно.

Формулы для расчёта тока, проходящего через человека при прикосновении к проводнику в двухпроводных сетях переменного тока

№ п.п.	Характеристика сети	Схема включения человека в электрическую сеть	Формула для расчета тока
1	Изолированная от земли в нормальном режиме работы		$I_h = \frac{UR_1}{(R_1R_2 + R_1R_{ch} + R_2R_{ch})}$ <p>При $R_1 = R_2 = R$</p> $I_h = \frac{U}{2R_{ch} + R}$
2	Изолированная от земли в аварийном режиме работы		$I_h = \frac{UR_1}{(R_1R_3 + R_1R_{ch} + R_3R_{ch})}$ <p>где $R_3 = \frac{R_2r_{зм}}{R_2 + r_{зм}}$</p>
3	С заземленным проводом (прикосновение к незаземленному проводу)		$I_h = \frac{U_\phi}{R_{ch} + r_0}$

В табл. 1.2 приведены следующие обозначения: U – напряжение сети; R_1, R_2 – сопротивления проводов относительно земли; r_0 – сопротивление заземления провода; $r_{зм}$ – сопротивление замыкания провода на землю; R_{ch} – сопротивление в цепи тела человека; R_n – сопротивление нагрузки; R_{ab} – сопротивление провода на участке ab ; $I_{раб}$ – рабочий ток нагрузки.

**Сопротивление опорной поверхности ног человека растеканию тока
в зависимости от вида грунта**

Материал	Сопротивление опорной поверхности ног, Ом, в зависимости от грунта	
	Сухой	Влажный
Асфальт, гравий, щебень	7200	3800
Вода на поверхности	–	30
Глина	200	40
Каменистый грунт	8500	5000
Лед, снег	$2 \cdot 10^6$	300
Песок	8000	1600
Садовая земля	190	90
Скалистый грунт	$3 \cdot 10^7$	$3 \cdot 10^4$
Суглинок	500	125
Супесок	1250	500

Таблица 1. 4

Сопротивление обуви протеканию тока

Материал подош- вы	Сопротивление обуви, кОм, при напряжениях сети, В			
	до 65	127	220	выше 220
Помещение сухое				
Кожа	200	150	100	50
Кожимит	150	100	50	25
Резина	500	500	500	500
Помещение сырое				

Кожа	1,6	0,8	0,5	0,2
Кожимит	2,0	1,0	0,7	0,5
Резина	2,0	1.8	1,5	1,0

Построение графического изображения электротравматизма

Многообразие причин аварийности и травматизма на предприятиях позволяет утверждать, что самыми подходящими для анализа и оценки производственных опасностей являются модели, представляющие процесс появления и развития цепи предпосылок (причин) в виде диаграмм. Наибольшее распространение в последнее время получили диаграммы в виде ветвящихся структур — *деревьев*.

Графическое изображение таких зависимостей чем-то напоминает ветвящееся дерево, поэтому используются термины «дерево причин», «дерево отказов». На рис.1.14 представлен анализ причин несчастных случаев на примере «дерева отказов». Анализ с помощью дерева отказов начинается с иницирующего события, затем рассматриваются альтернативные последовательности событий. К преимуществам относятся: широкое применение, эффективность для описания взаимосвязей отказов, их последовательности и альтернативных отказов. Недостатком является то, что большие деревья отказов трудны в понимании, требуется использование сложной логики. Не пригодны для детального изучения.

Этапы построения дерева отказов:

1. Выбирается уровень детализации эрготической системы и рассматриваются все возможные нежелательные события в системе.
2. События разделяются на самостоятельные группы.
3. Для каждой группы выделяется головное событие, т.е. событие, которому в различных комбинациях приводят все события данной группы, которое должно быть предотвращено.

4. Рассматриваются все первичные и вторичные события, которые могут вызвать головное событие.
5. Устанавливается связь между событиями через соответствующие логические операции.
6. Рассматриваются события, необходимые для анализа каждого из предыдущих событий.
7. События представляются в виде дерева отказов.
8. Выполняется количественный анализ опасности, а именно, вычисление вероятности головного события.

Пример. Работа на заточном станке. Возможные травма-опасности:

- 1) Травмы пальцев и кисти руки.
- 2) Травма локтевой части руки.
- 3) Попадание одежды в станок.
- 4) Попадание металлической (абразивной) крошки в глаз.
- 5) Перегрузка двигателей и пожар.
- 6) Неполадки с электропроводкой и электросистемой,
в результате - поражение током.

Любое событие можно представить в виде логической функции:

$$A=B+C$$

$$C=D*E*F*G$$

При построении дерева каждому событию присваивается определенная вероятность.

$$P_c = P_d * P_e * P_f * P_g$$

$$P_a = 1 - (1 - P_b)(1 - P_c)$$

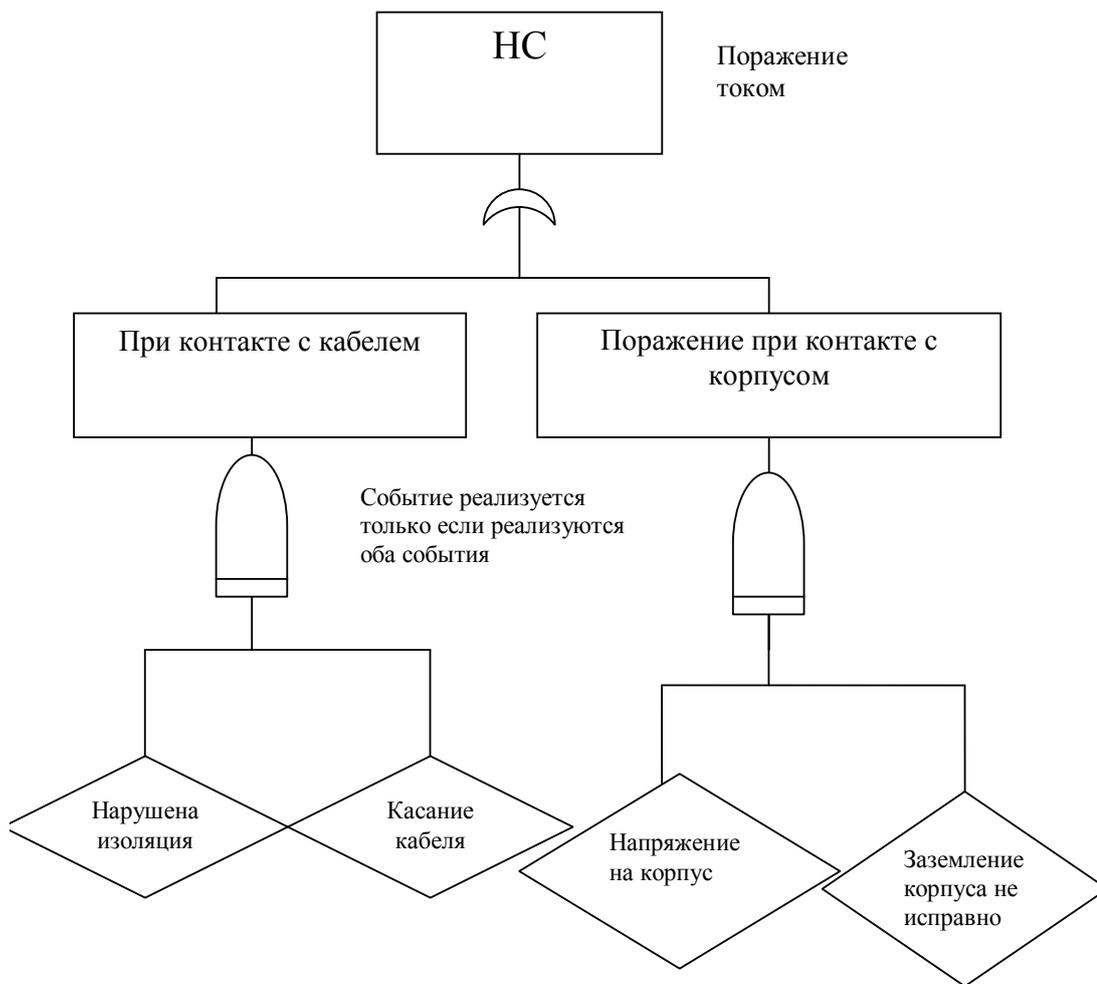


Рисунок 1.14 Дерево отказов

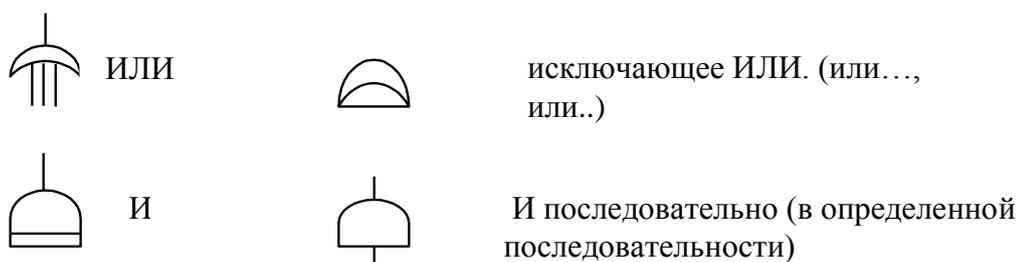
Символика, используемая при построении дерева отказов:

Прямоугольник – событие, головное событие, или событие анализируемое далее.

Круг – нормальное событие (исходное событие, которое далее не анализируется).

Ромб – событие недостаточно детально разработанное и поэтому далее не анализируется.

Знаки логических операций:



События, входные для операции “или”, должны формулироваться таким образом, чтобы вместе они исчерпывали все возможные пути появления выходного события. Анализ причин производственного травматизма дает возможность устанавливать основные тенденции, свойственные на конкретной ступени технического процесса, выявить его главные очаги и на этой основе разработать комплекс мероприятий, осуществление которых может предотвратить возникновение других аналогичных травм.

Case Study

An 18-year-old male worker contacted electrical energy when he kneeled to plug a portable appliance into a 100–120 V/20 **amp** floor outlet. After a scream was heard, the victim was found convulsing on the damp floor, with one hand on the plug and the other on the receptacle box. A supervisor went to the electrical panel but was unable to locate the appropriate circuit breaker. A coworker attempted to take the victim’s pulse and received an electric shock, but was uninjured.

After contacting medical help, the supervisor returned to the panel and deenergized all circuits (three to five minutes after the worker contacted the electrical energy). After five minutes, another call was placed to the emergency squad, and the supervisor yelled for another employee who came and performed CPR. It was over six minutes from the time the employee was injured. Emergency services were on the scene within 10 minutes of the first call and began treating the employee. He was pronounced dead at the hospital [11]

Контрольные вопросы:

1. Перечислите факторы электрического тока, влияющие на исход опасного и вредного воздействия на человека.
2. Чему равно сопротивление тела человека и от чего оно зависит?
3. Наиболее опасная петля прохождения тока?
4. Факторы, влияющие на исход поражения от электрического тока
5. Что такое шаговое напряжение?
6. Какая величина опасна при прикосновении человека к проводу сети?

ГЛАВА II. БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

Электроустановки в отношении мер электробезопасности разделяются на:

- электроустановки напряжением выше 1 кВ в сетях;
- электроустановки напряжением до 1 кВ в сетях;

Обслуживание действующих электроустановок, проведение в них оперативных переключений, организация и выполнение ремонтных, монтажных или наладочных работ и испытания осуществляются специально подготовленным электротехническим персоналом (рис.2.1), имеющим группу по электробезопасности (табл.2.1.) [5].

Группа по электробезопасности — уровень квалификации персонала, определяющий степень подготовленности работника для безопасного выполнения работы в электроустановках. В зависимости от объема знаний правил техники безопасности и опыта работы группы электробезопасности подразделяются на I, II, III, IV, V.

Группа I присваивается не электротехническому персоналу (например студентам) после проверки знаний безопасных методов работы на низковольтных электроустановках под непосредственным руководством лиц с группой по электробезопасности не ниже III. Присвоение группы I оформляется в специальном журнале с подписью проверяющего и проверяемого.

Группа II присваивается лицам, имеющим минимальный стаж работы на электроустановках не менее двух месяцев. Для присвоения этой группы необходимо техническое ознакомление с электроустановками, практические навыки оказания первой помощи пострадавшим.

Группа III присваивается лицам, имеющим стаж работы с электроустановками не менее трех месяцев в группе II. Для этих лиц необходимо знакомство с устройством и правилами обслуживания, знание общих правил электробезопасности и конкретных мер ее обеспечения на своем рабочем

месте, умение вести надзор за работающими под их руководством, умение оказывать первую доврачебную медицинскую помощь пострадавшим.

Ни I, ни II группы не дают права самостоятельной работы (или ремонтных работ).

Таблица 2.1

Группы по электробезопасности персонала, обслуживающего электроустановки

Категория персонала	Минимальный стаж работы в обслуживаемых или им подобных электроустановках независимо от ведомственной принадлежности для получения группы				
	I	II	III	IV	V
1. Неэлектротехнический персонал, привлекаемый к работе в электроустановках (строительные рабочие, уборщики, водители автомобилей, машинисты грузоподъемных машин и механизмов и др.)	Не уормируется	2 мес.	12 мес.	--	--
2. Административно-технический, дежурный, оперативно-ремонтный и ремонтный персонал: не имеющий среднего образования со средним образованием	Не нормируется	1 мес.	2 мес. в предыдущей группе	6 мес. в предыдущей группе	24 мес. в предыдущей группе
Закончившие учебные заведения, со специальным средним и высшим техническим образованием	Не нормируется	1 мес.	2 мес. в предыдущей группе	3 мес. в предыдущей группе	12 мес. в предыдущей группе
Закончившие учебные заведения, со специальным средним и высшим техническим образованием	Не нормируется	Не нормируется	2 мес. в предыдущей группе	3 мес. в предыдущей группе	6 мес. в предыдущей группе
3. Практиканты: колледжей университетов и институтов	Не нормируется	1 мес.	6 мес. в предыдущей группе	--	--
	Не нормируется	1 мес.	3 мес. в предыдущей группе	--	--

Примечания 1. Лицам моложе 18 лет не разрешается присваивать группу выше II.

Группа IV присваивается лицам с минимальным стажем работы с электрооборудованием не менее трех месяцев в группе III и имеющим среднее техническое образование, стаж работы на электроустановках 2 месяца в группе III.

Для присвоения IV категории необходимо знание: электротехники, правил техники безопасности (ПТБ) и правил электро безопасности (ПТЭ), электроустановок и их обслуживания, условий безопасной работы и ремонта, правил оказания первой помощи, умение обучать персонал низших групп ПТБ и ПТЭ.

Группа V (высшая) присваивается лицам, ответственным за установки с напряжением > 1000 В. Стаж работы предыдущей группе должен быть не менее двенадцати месяцев для лиц, имеющих среднее образование и не менее трех месяцев для лиц, имеющих высшее техническое образование.

Для присвоения V квалификационной группы обязательно знание: электро схем и оборудования своего участка, ПТБ и ПТЭ, умение организовать безопасное проведение эксплуатационных и ремонтных работ на установках любого напряжения, умение обучить персонал ПТБ и ПТЭ и оказанию первой помощи пострадавшим.

2. Для получения группы I достаточно пройти инструктаж по электробезопасности в данной электроустановке с оформлением в журнале регистрации инструктажа. Выдача удостоверений работникам с группой I не требуется.

3. Для получения групп II — V персонал должен: иметь отчетливое представление об опасности, связанной с работой в электроустановках; знать и уметь применять на практике настоящие и другие правила безопасности в объеме, относящемся к выполняемой работе; знать устройство и оборудование электроустановок; уметь практически оказывать первую помощь пострадавшим при несчастных случаях, в том числе применять способы искусственного дыхания и наружного массажа сердца. Кроме того, для получения групп IV, V необходимо знать компоновку электроустановок и уметь органи-

зовать безопасное проведение работ. Для получения группы V необходимо также четко понимать, чем вызваны требования конкретных пунктов правил безопасности. Перечисленные требования — минимальные.



Рисунок 2.1. Группы электробезопасности

Каждому работнику, успешно прошедшему проверку знаний, выдается удостоверение установленной формы о проверке знаний (табл. 2.2.) с присвоением группы (II—IV) по электробезопасности.

Таблица 2.2.

Форма удостоверения о проверке знаний

Стр. 1	
Удостоверение о проверке знаний «ПТЭ электроустановок потребителей» и «ПТБ при эксплуатации электроустановок потребителей»	

Стр. 2	
Министерство _____	
Организация, предприятие _____	
Удостоверение № _____	
Ф.И.О. _____	
Должность _____	
Допущен к работе в электроустановках напряжением _____	
цеха, отдела _____	
В качестве _____	
Дата выдачи _____	
М.П.	

Продолжение таблицы 2.2.				
Лицо, ответственное за электрохозяйство предприятия _____				
подпись _____				
Стр. 3				
Результат проверки знаний				
Дата	Причина проверки	Номер записи в журнале	Общая оценка, группа по электробезопасности	Подпись председателя комиссии
Стр. 4				
Свидетельство на право проведения специальных работ				
Дата	Наименование работ	Подпись председателя комиссии		
Стр. 5				
Примечание.				
Лица, нарушившие Правила или инструкции, подвергаются дополнительной внеочередной проверке. Без печати, отметок о результатах проверки, подписей председателя квалификационной комиссии и лица, ответственного за электрохозяйство предприятия, а также при истечении срока очередной проверки удостоверение недействительно. При исполнении служебных обязанностей удостоверение должно находиться у работника.				

Удостоверение дает право на обслуживание тех или иных электроустановок в качестве административно-технического персонала с правами оперативного, ремонтного, оперативно-ремонтного; в качестве оперативного, ремонтного, оперативно-ремонтного, а также электротехнологического персонала с группой по электробезопасности II и выше.

Если проверяемый одновременно прошел проверку знаний на право выполнения специальных работ, то об этом делается отметка в журнале проверки знаний и в графе удостоверения «Свидетельство на право ведения специальных работ» (табл. 2.3).

Журнал проверки знаний по технике безопасности у персонала с группой по электробезопасности I

Фамилия, имя, отчество	Наименование цеха, электроустановки, где работает проверяемый	Должность, стаж работы в этой должности	Дата предыдущей проверки, оценка знаний	Дата настоящей проверки и причина	Оценка знаний	Подпись	
						Проверяющего	Проверяемого

Инженеры по технике безопасности, контролирующие электроустановки, должны проводить проверку знаний в объеме IV группы по электробезопасности в той же комиссии, что и лицо, ответственное за электрохозяйство. При этом им выдается удостоверение на право инспектирования электроустановок данного предприятия. Инженеру по технике безопасности, не прошедшему проверку знаний ПБП, ПТЭ и инструкций, никаких указаний электротехническому персоналу давать не разрешается.

Группа по электробезопасности I неэлектротехническому персоналу присваивается после ежегодной проверки знаний безопасных методов работы по обслуживаемой установке лицом, ответственным за электрохозяйство предприятия, организации, цеха, участка, или по его письменному указанию лицом с группой по электробезопасности не ниже III. Присвоение группы I оформляется в специальном журнале с подписью проверяемого и проверяющего (табл. 2.4.).

Форма удостоверения о проверке знаний для инженеров по технике безопасности, контролирующих электроустановки

Стр. 1 Удостоверение	Стр. 3				
О проверке знаний «ПТЭ электроустановок потребителей» и «ПТБ при эксплуатации электроустановок потребителей»	Дата	Причина проверки	Номер записи в журнале	Группа, оценка	Подпись председателя комиссии
Стр. 2 Министерство _____ Предприятие _____ Удостоверение № _____ Ф.И.О. _____ Должность _____ Допущен к инспектированию электроустановок предприятия М.П. Дата выдачи _____ 202__ г. Главный инженер предприятия _____ (подпись)	Стр. 4 Примечание Нарушившие Правила подвергаются внеочередной проверке. Без печати и отметок о результатах проверки, подписей главного инженера предприятия, председателя квалификационной комиссии, а также при истечении срока очередной проверки (1 раз в 3 года) удостоверение недействительно. При исполнении служебных обязанностей удостоверение должно находиться у работника.				

В процессе работы персонал с группой I, помимо ежегодной проверки знаний, периодически проходит инструктаж в установленном порядке.

Производство работ

Работы в электроустановках в отношении мер безопасности подразделяются на выполняемые:

- со снятием напряжения;
- без снятия напряжения на токоведущих частях и вблизи них;
- без снятия напряжения вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением.

При одновременной работе в электроустановках напряжением до и выше 1000 В категории работ определяются применительно к электроустановкам напряжением выше 1000 В.

К работам, выполняемым со снятием напряжения, относят работы, производимые на электроустановке (или ее части), с токоведущих частей которой снято напряжение.

К работам, выполняемым без снятия напряжения на токоведущих частях и вблизи них, относятся работы, проводимые непосредственно на этих частях.

В электроустановках напряжением выше 1000 В, а также на воздушных линиях электропередачи (ВЛ) напряжением до 1000 В к этим работам относятся работы, выполняемые на расстояниях от токоведущих частей меньше указанных в таблице 2.5

Таблица 2.5

Напряжение электроустановки	Расстояние до токоведущих частей, м				
	от людей и применяемых ими инструментов и приспособлений, от временных ограждений		от механизмов и грузоподъемных машин в рабочем и транспортном положениях, от стропов грузозахватных приспособлений и грузов		
до 1000 В	на ВЛ 0,6		1,0		
	в РУ без прикосновения		1,0		
3-35 кВ	0,6		1,0		
60—110 кВ	1,0		1,5		
150 кВ	1,5		2,0		
220 кВ	2,0		2,5		
Грунт	Глубина выемки, м				
	до 1,5		1,5-3,0		
	угол между направлением откоса и горизонталью, град	отношение высоты откоса к его заложению	угол между направлением откоса и горизонталью, град	отношение высоты откоса к его заложению	
	Насыпной естественной влажности	76	1:0,25	45	1 : 1
	Песчаный и гравийный влажный (ненасыщенный)	63	1 : 0,5	45	1 : 1
Глинистый: Супесь	76	1 : 0,25	56	1 : 0,67	

Суглинок	90	1 : 0	63	1 : 0,5
Глина	90	1 : 0	76	1 : 0,25
Лессовидный сухой	90	1 : 0	63	1 : 0,5
Грунтовые условия	Глубина траншеи, м		Щиты	
Грунты, связные естественной влажности при отсутствии или незначительном притоке грунтовых вод	до 3		с просветом	
То же	3-5		сплошные	
Грунты песчаные и разнородные повышенной влажности	независимо от глубины		#	

Работы без снятия напряжения на токоведущих частях и вблизи них выполняют не менее чем два лица, из которых производитель работ должен иметь группу по электробезопасности не ниже IV, остальные — не ниже III.

Работой без снятия напряжения вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением, считается работа, при которой исключено случайное приближение работающих людей и используемых ими ремонтной оснастки и инструмента к токоведущим частям на расстояние меньше указанного в таблице 2.5. и не требуется принятия технических или организационных мер (например, непрерывного надзора) для предотвращения такого приближения.

В электроустановках напряжением выше 1000 В работы без снятия напряжения на токоведущих частях и вблизи них производятся с применением средств защиты для изоляции человека от токоведущих частей, либо от земли. При изоляции человека от земли, работы должны осуществляться в соответствии со специальными инструкциями или технологическими картами, в которых предусмотрены необходимые меры безопасности.

При работе в электроустановках напряжением до 1000 В без снятия напряжения на токоведущих частях и вблизи них необходимо:

- оградить расположенные вблизи рабочего места другие токоведущие части, находящиеся под напряжением, к которым возможно случайное прикосновение;
- работать в диэлектрических галошах или стоя на изолирующей подставке либо на диэлектрическом коврик;
- применять инвентарный инструмент с изолирующими рукоятками (у отверток, кроме того, должен быть изолирован стержень); при отсутствии такого инструмента пользоваться диэлектрическими перчатками.

При производстве работ без снятия напряжения на токоведущих частях с помощью изолирующих средств защиты необходимо:

- держать изолирующие части средств защиты за рукоятки до ограничительного кольца;
- располагать изолирующие части средств защиты так, чтобы не возникла опасность перекрытия по поверхности изоляции между токоведущими частями двух фаз или замыкания на землю;
- пользоваться только сухими и чистыми изолирующими частями средств защиты с неповрежденным лаковым покрытием и прошедшим своевременную поверку.

При обнаружении нарушения лакового покрытия изолирующих частей и не прошедших своевременную поверку или других неисправностей изолирующих частей средств защиты пользование ими должно быть немедленно прекращено.

При работе с применением защитных средств (изолирующие штанги и клещи, электроизмерительные клещи, указатели напряжения) допускается приближение человека к токоведущим частям на расстояние, определяемое длиной изолирующей части этих средств.

Без применения защитных средств запрещается прикасаться к изоляторам электроустановки, находящейся под напряжением.

В электроустановках запрещается работать в согнутом положении, если при выпрямлении расстояние до токоведущих частей будет меньше указанного в графе 2 таблицы 2.4. При производстве работ около не огражденных токоведущих частей запрещено располагаться так, чтобы эти части находились сзади или с обеих боковых сторон.

В РУ, не все части которого ограждены и не исключают возможность случайного прикосновения, вносить длинномерные предметы (трубы, лестницы и т. п.) и работать с ними нужно с особой осторожностью вдвоем, под постоянным наблюдением производителя работ.

Применяемые для ремонтных работ подмости, и лестницы изготавливаются по стандартам или техническим условиям на них. Основания лестниц, устанавливаемых на гладких поверхностях, должны быть обиты резиной, а на основаниях лестниц, устанавливаемых на земле, должны быть острые металлические наконечники. Лестницы должны верхним концом надежно опираться на прочную опору. При необходимости опереть лестницу на провод, она должна быть снабжена крючками в верхней части. Связанные лестницы применять запрещено.

При установке приставных лестниц на подкрановых балках, элементах металлических конструкций и т. п. необходимо надежно прикрепить верх и низ лестницы к конструкциям.

При обслуживании, а также ремонтах электроустановок применение металлических лестниц запрещено.



Рисунок 2.2. Правила работа на электроустановках

Работу с использованием лестниц выполняют два лица, одно из которых находится внизу. Работа с ящиков и других посторонних предметов запрещена.

Работы на конечных опорах ВЛ, находящихся на территории открытых распределительных устройств (ОРУ), производятся в соответствии с [6].

Ремонтный персонал линий, перед тем как войти в ОРУ, должен быть проинструктирован и препровожден к месту работ лицом из оперативного персонала с группой по электробезопасности не ниже III; выходить из ОРУ после окончания работы или во время перерыва персоналу разрешается под надзором производителя работ.

В пролетах пересечения в ОРУ и на ВЛ при замене проводов, тросов и относящихся к ним изоляторов и арматуры, расположенных ниже проводов, находящихся под напряжением, через заменяемые провода, тросы должны быть перекинута канаты из растительных или синтетических волокон. Канаты следует перекидывать в двух местах по обе стороны от места пересечения, закрепляя их концы за якоря, конструкции и т. п.

Подъем провода (троса) должен осуществляться медленно и плавно.

Работы на проводах, тросах и относящихся к ним изоляторах, арматуре, расположенных выше проводов, тросов, находящихся под напряжением,

могут быть допущены при условии составления проекта производства работ, утверждаемого главным инженером предприятия. Замена проводов и тросов при этих работах без снятия напряжения с пересекаемых проводов запрещена.

Работы на ВЛ в зоне наведенного напряжения, связанные с прикосновением к проводу (тросу), опущенному с опоры вплоть до земли, должны производиться с применением электрозащитных средств (перчатки, штанги) или с металлической площадки, соединенной для выравнивания потенциала проводником с этим проводом (тросом). Допускается производство работ с земли без применения электрозащитных средств и металлической площадки при условии наложения заземления на провод (трос) в непосредственной близости к каждому месту прикосновения, но не далее 3 м от работающих людей.

При приближении грозы должны быть прекращены все работы на ВЛ и в ОРУ, а в ЗРУ работы на вводах и коммутационной аппаратуре, непосредственно подсоединенной к воздушным линиям.

Запрещено проведение работ во время дождя и тумана, требующих применения защитных изолирующих средств.

При обнаружении замыкания на землю запрещается приближаться к месту замыкания на расстояние менее 4 м в закрытых и менее 8 м в открытых РУ.

Приближение к этому месту на более близкое расстояние допускается только для производства операций с коммутационной аппаратурой для ликвидации замыкания на землю, а также при необходимости оказания первой помощи пострадавшим.

В этих случаях обязательно следует пользоваться как основными, так и дополнительными электрозащитными средствами.

Персоналу следует помнить, что после исчезновения напряжения с электроустановки оно может быть подано вновь без предупреждения.

Установка и снятие предохранителей, как правило, производятся при снятом напряжении. Под напряжением, но без нагрузки допускается снимать и устанавливать предохранители на присоединениях, в схеме которых отсутствуют коммутационные аппараты. При расположении предохранителей присоединения вертикально один над другим (вертикальное расположение фаз) на щитах и сборках до 1000 В и отсутствии коммутационных аппаратов допускается устанавливать и снимать предохранители под нагрузкой. При этом рекомендуется применять вместо средств защиты глаз средства защиты лица.

Под напряжением и под нагрузкой допускается снимать и устанавливать предохранители трансформаторов напряжения и предохранители закрытого типа в электроустановках напряжением до 1000 В.

При снятии и установке предохранителей под напряжением необходимо пользоваться в:

- электроустановках напряжением выше 1000 В — изолирующими клещами (штангой), диэлектрическими перчатками и защитными очками (маской);
- электроустановках напряжением до 1000 В — изолирующими клещами или диэлектрическими перчатками, а при наличии открытых плавких вставок и защитными очками (маской).

2.1. Работы в ОРУ и на ВЛ в зоне влияния электрического поля

В ОРУ и на ВЛ выше 220 кВ при работах в зоне влияния электрического поля необходимо ограничивать время пребывания человека в этой зоне в соответствии с требованиями государственных стандартов. При напряженности электрического поля до 5 кВ/м время пребывания в нем не ограничивается. При напряженности свыше 20 до 25 кВ/м время пребывания не должно превышать 10 мин. При напряженности свыше 25 кВ/м необходимо приме-

нять средства защиты. Продолжительность работы при этом ограничивается одним рабочим днем.

Допустимое время T , ч, пребывания в электрическом поле напряженностью свыше 5 до 20 кВ/м включительно (для определенного уровня напряженности) вычисляется по формуле $T=50/E^2$, где E — напряженность воздействующего электрического поля в контролируемой зоне, кВ/м. Подсчитанное по приведенной формуле время пребывания в электрическом поле напряженностью 10 кВ/м составляет 180 мин, а напряженностью 15 кВ/м — 80 мин. Требования настоящего пункта действительны при условии исключения возможности воздействия на персонал электрических разрядов. Допустимое время пребывания в электрическом поле может быть реализовано однократно или дробно в течение рабочего дня. В остальное рабочее время необходимо использовать средства защиты или находиться в электрическом поле напряженностью до 5 кВ/м.

Напряженность электрического поля, а также границы зон влияния и экранирования определяются по результатам измерений. Во всех случаях напряженность неискаженного электрического поля должна измеряться во всей зоне, где может находиться человек в процессе выполнения работы. При работах без подъема на оборудование и конструкции измерения должны проводиться:

- при отсутствии средств защиты — на высоте 1,8 м от поверхности земли;
- при использовании коллективных средств защиты — на высоте 0,5; 1,0 и 1,8 м от поверхности земли.

При выполнении работ с подъемом на конструкции или оборудование (независимо от наличия средств защиты) измерения должны проводиться на высоте 0,5; 1,0 и 1,8 м от площадки рабочего места и на расстоянии 0,5 м от заземленных токоведущих частей оборудования. Время пребывания в контролируемой зоне устанавливается исходя из наибольшего значения измеренной напряженности.

В качестве средств защиты можно применять: стационарные, переносные и передвижные экранирующие устройства; съемные экранирующие устройства, устанавливаемые на машинах и механизмах; экранирующие комплекты.

Экранирующие устройства должны удовлетворять требованиям государственных стандартов. В заземленных кабинах и кузовах машин, механизмов, передвижных мастерских и лабораторий, а также в зданиях из железобетона, в кирпичных зданиях с железобетонными перекрытиями, металлическим каркасом или заземленной металлической кровлей электрическое поле отсутствует, и применение средств защиты не требуется.

Переносные и передвижные экранирующие устройства должны быть заземлены на месте их установки посредством присоединения к заземляющему устройству или металлическим конструкциям, имеющим соединение с заземляющим устройством, гибким медным проводником сечением не менее 10 мм². Съемные экранирующие устройства должны иметь гальваническое соединение с машинами и механизмами, на которых они установлены. При заземлении машин и механизмов дополнительного заземления съемных экранирующих устройств не требуется.

Заземление индивидуальных экранирующих комплектов осуществляется посредством применения специальной обуви с токопроводящей подошвой. При работах стоя на изолирующем основании (окрашенный металл, изолятор, деревянный настил и пр.) или связанных с прикосновением к заземленным конструкциям незащищенной рукой (при снятии перчаток или рукавиц) экранирующая одежда должна быть дополнительно заземлена путем присоединения ее специальным гибким проводником сечением 10 мм² к заземленной конструкции или заземляющему устройству. Запрещается применение экранирующих комплектов при работах, не исключающих возможности прикосновения к находящимся под напряжением до 1000 В токоведущим частям, а также при испытаниях оборудования (для лиц, непосредственно проводящих испытания повышенным напряжением) и электросварочных работах.

Защита, работающих в этих случаях, должна осуществляться с использованием экранирующих устройств.

При работе на участках отключенных токоведущих частей для снятия наведенного потенциала их необходимо заземлять. Прикасаться к отключенным, но не заземленным токоведущим частям без средств защиты запрещается. Ремонтные приспособления и оснастка, которые могут оказаться изолированными от земли, также должны быть заземлены. Машины и механизмы на пневмоколесном ходу, находящиеся в зоне влияния электрического поля, должны быть заземлены. При их передвижении в этой зоне для снятия наведенного потенциала следует применять металлическую цепь, присоединенную к шасси или кузову и касающуюся земли. Запрещается заправка машин и механизмов горючими и смазочными материалами в зоне влияния электрического поля.

В случае подъема на оборудование и конструкции, расположенные в зоне влияния электрического поля, средства защиты должны применяться независимо от напряженности электрического поля и продолжительности работы в нем. При подъеме с помощью телескопической вышки или гидроподъемника их корзины (люльки) следует снабжать экраном или применять экранирующие комплекты. При нахождении человека в зоне экранирования, внутри конструкций ОРУ, а также при подъеме по лестнице к газовому реле и реле уровня масла силового трансформатора средства защиты от воздействия электрического поля можно не применять.

В ОРУ при обходах и следовании к рабочим местам персонал должен передвигаться по разработанным для этой цели маршрутам.

2.2. Электродвигатели

При работе на электродвигателе или приводимом им в движение механизме, связанной с прикосновением к токоведущим или вращающимся частям, с электродвигателя должно быть снято напряжение.

Работы, не связанные с прикосновением к токоведущим или вращающимся частям электродвигателя и приводимого им в движение механизма, могут проводиться на работающем электродвигателе.

При работе на электродвигателе заземление может быть установлено на любом участке кабельной линии, соединяющей электродвигатель с РУ (сборкой). При работе на механизме, не связанной с прикосновением к вращающимся частям, и в случае рассоединения соединительной муфты заземлять кабельную линию не требуется.

Если на отключенном электродвигателе работы не проводятся или прерваны на несколько дней, то отсоединенная от него кабельная линия должна быть заземлена со стороны электродвигателя. В тех случаях, когда сечение жил кабеля не позволяет применять переносные заземления, допускается у электродвигателей напряжением до 1000 В заземлять кабельную линию медным проводником сечением не менее сечения жилы кабеля либо соединить между собой жилы кабеля и изолировать их. Такое заземление и соединение жил кабеля должно учитываться в оперативной документации наравне с переносным заземлением.

Перед допуском к работе на электродвигателях насосов, дымососов и вентиляторов, если возможно вращение электродвигателей от соединенных с ними механизмов, должны быть закрыты и заперты на замок задвижки и шибберы последних, а также приняты меры по затормаживанию роторов электродвигателей.

На однотипных или близких по габариту электродвигателях, установленных рядом с тем, на котором проводится работа, должны быть вывешены плакаты «Стоять! Напряжение» независимо от того, находятся они в работе или в резерве.

Запрещается снимать ограждение вращающихся частей электродвигателей во время их работы.

Включать и отключать электродвигатели пусковой аппаратурой с приводами ручного управления необходимо в диэлектрических перчатках.

Опробование электроприводов задвижек, исполнительных механизмов при соединении их электропривода с шибером, задвижкой и другими устройствами должна проводить бригада с разрешения начальника смены технологического цеха, в котором они установлены.

О выдаче разрешения делается запись в оперативном журнале технологического цеха, а о получении этого разрешения — в оперативном журнале цеха (участка), проводящего опробование.

Ремонт и наладку электрических схем электроприводов, не соединенных с исполнительным механизмом, регулирующих органов и запорной арматуры можно проводить по распоряжению. Их опробование разрешает работник, давший распоряжение. Запись об этом должна быть сделана при регистрации распоряжения.

Порядок включения электродвигателя для опробования до полного окончания работы на нем следующий:

при выполнении работы по наряду производитель работ оформляет окончание работы и сдает наряд (табл. 2.6).

при выполнении работ по распоряжению работ должны быть прекращены и бригада удалена.

После опробования проводится повторный допуск с оформлением наряда. При выполнении работы по распоряжению на повторный допуск распоряжение дается заново.

Таблица 2.6

Ежедневный допуск к работе и ее окончание

Бригада проинструктирована и допущена на подготовленное рабочее место				Работа закончена, бригада удалена	
наименование рабочего места	дата, время	подписи		дата, время	подпись производителя работ (наблюдающего)
		допускающего	производителя работ (наблюдающего)		
1	2	3	4	5	6

2.3. Трансформаторы тока

Разрывать цепи, подключенные к вторичным обмоткам трансформатора тока, запрещается. При необходимости разрыва этих цепей они должны быть предварительно замкнуты перемычкой, установленной до предполагаемого места разрыва (считая от трансформатора тока). Устанавливая перемычку, следует применять инструмент с изолирующими рукоятками.

При работе на трансформаторах тока или в цепях, подключенных к их вторичным обмоткам, должны соблюдаться следующие меры предосторожности:

- зажимы вторичных обмоток до окончания монтажа подключаемых к ним цепей должны быть замкнуты накоротко. После присоединения смонтированных цепей к трансформаторам тока закоротка должна переноситься на ближайшую сборку зажимов и сниматься только после полного окончания монтажа и проверки правильности присоединения смонтированных цепей;

- при проверке полярности до подачи импульсов тока в первичную обмотку приборы должны быть присоединены к зажимам вторичной обмотки.

Запрещается использовать шины первичных обмоток в качестве токоведущих при монтажных и сварочных работах.

2.3.1. Электрофильтры

Запрещается при эксплуатации электрофильтров:

- включать механизмы встряхивания во время нахождения людей в электрофильтре, кроме случаев, оговоренных в наряде по особому указанию руководителя работ;

- одновременно проводить ремонтные работы в их бункерах и секциях;

- подавать напряжение на электрофильтры и их питающие кабели при неисправностях блокировки агрегатов питания, отсутствии или неисправно-

сти заповор лючков и отворстий секций электрофильтров, изоляторных корбок и т. д.

При проведении работ в любой секции (электрическом поле) электрофильтра, на резервной шине, на любом из кабелей питания секции (электрического поля) должны быть отключены и заземлены все питающие агрегаты и кабели всех секций (электрических полей).

Перед допуском людей к работе в секции электрофильтров последние должны быть провентилированы и из бункеров должна быть удалена зола. Температура должна быть не выше 33° С. После отключения электрофильтра с него и с питающих кабелей должен быть снят статический заряд посредством заземления электроагрегатов. Запрещается прикасаться к незаземленным частям электрофильтра.

На электростанциях должна быть составлена местная инструкция по обслуживанию электрофильтров, учитывающая особенности данной золоулавливающей установки. В инструкции должен быть регламентирован порядок выдачи нарядов и допуска к работам на электрофильтрах в зависимости от распределения зон обслуживания между цехами. При составлении инструкции должны быть учтены требования настоящих Правил и правил техники безопасности при эксплуатации тепломеханического оборудования электростанций и тепловых сетей.

2.4. Воздушные линии электропередачи

2.4.1. Работы на опорах

Работы по демонтажу опор и проводов ВЛ, а также по замене элементов опор должны проводиться по технологической карте или ППР, в присутствии руководителя работ.

Подниматься на опору и работать на ней разрешается только в тех случаях, когда имеется уверенность в достаточной устойчивости и прочности опоры. Необходимость и способы укрепления опоры, прочность которой вызывает сомнение (недостаточное заглубление, вспучивание грунта, загнива-

ние древесины, трещины в бетоне и т. п.), определяются на месте производителем или руководителем работ.

Работы по усилению опоры с помощью растяжек следует выполнять без подъема на опору, т. е. с телескопической вышки или другого механизма для подъема людей, с установленной рядом опоры, либо применять для этого специальные раскрепляющие устройства, для навески которых не требуется подниматься по опоре.

Подниматься по опоре разрешается только после ее укрепления. Опоры, не рассчитанные на одностороннее тяжение проводов и тросов и временно подвергаемые такому тяжению, должны быть предварительно укреплены во избежание их падения.

Запрещается нарушать целостность проводов и снимать вязки на промежуточных опорах без предварительного укрепления опор.

Подниматься на опору разрешается членам бригады:

с группой III — при всех видах работ до верха опоры;

с группой II — при работах, выполняемых с отключением ВЛ, до верха опоры, а при работах на нетоковедущих частях неотключенной ВЛ — не выше уровня, при котором от головы работающего до уровня нижних проводов этой ВЛ остается расстояние 2 м ;

с группой I — при всех видах работ не выше 3 м от земли (до ног работающего).

Отдельные виды работ на высоте должны выполнять работники, имеющие группы по электробезопасности, установленные настоящими Правилами для выполнения этих работ.

При подъеме на деревянную и железобетонную опоры строп предохранительного пояса следует на деревянных опорах заводить за стойку, а на железобетонных заводить за стойку или прикреплять к лазу. Запрещается на угловых опорах со штыревыми изоляторами подниматься и работать со стороны внутреннего угла.

При работе на опоре следует пользоваться предохранительным поясом и опираться на оба когтя (лаза) в случае их применения.

При работе на стойке опоры располагаться следует таким образом, чтобы не терять из виду ближайшие провода, находящиеся под напряжением. При замене деталей опоры должна быть исключена возможность ее смещения или падения.

Запрещается откапывать сразу обе стойки опоры при замене одинарных и сдвоенных приставок П- и АП-образных опор. Следует заменить приставку на одной стойке опоры, закрепить бандажи и утрамбовать землю и только тогда приступать к замене приставок на другой стойке. Заменять сдвоенные приставки необходимо поочередно.

Запрещается находиться в котловане при вытаскивании или опускании приставки. Способы валки и установки опоры, необходимость и способы ее укрепления во избежание отклонения определяет руководитель работ, а если он не назначен, то работник, выдающий наряд.

В случае применения оттяжек с крюками последние должны быть снабжены предохранительными замками.

При работах на изолирующих подвесках разрешается перемещаться по поддерживающим одноцепным и многоцепным (с двумя и более гирляндами изоляторов) и по натяжным многоцепным подвескам.

Работа на одноцепной натяжной изолирующей подвеске допускается при использовании специальных приспособлений или лежа на ней и зацепившись ногами за траверсу для фиксации положения тела.

При работе на поддерживающей изолирующей подвеске строп предохранительного пояса должен быть закреплен за траверсу. Если длина стропа недостаточна, необходимо пользоваться закрепленными за пояс двумя страховочными канатами. Один канат привязывают к траверсе, а второй, предварительно заведенный за траверсу, подстраховывающий член бригады опускает частями по мере необходимости.

При работе на натяжной изолирующей подвеске строп предохранительного пояса должен быть закреплен за траверсу или за предназначенное для этой цели приспособление. На поддерживающих и натяжных многоцепных изолирующих подвесках допускается закреплять строп предохранительного пояса за одну из гирлянд изоляторов, на которой работа не ведется. Запрещается закреплять этот строп за гирлянду, на которой идет работа.

В случае обнаружения неисправности, могущей привести к расцеплению изолирующей подвески, работа должна быть прекращена. Запрещается при подъеме (или опускании) на траверсы проводов, тросов, а также при их натяжении находиться на этих траверсах или стойках под ними.

Выбирать схему подъема груза и размещать подъемные блоки следует с таким расчетом, чтобы не возникали усилия, которые могут вызвать повреждение опоры.

Окраску опоры с подъемом до ее верха могут выполнять члены бригады с группой II. При окраске опоры должны быть приняты меры для предотвращения попадания краски на изоляторы и провода (например, применены поддоны).

2.4.2. Работа под напряжением

Работы на ВЛ, находящихся под напряжением, могут проводиться по двум схемам:

«провод — человек — изоляция — земля», когда работающий находится под потенциалом провода и изолирован от земли;

«провод — изоляция — человек — земля», когда работающий изолирован от провода.

Работа под потенциалом провода допускается при следующих условиях: при изоляции человека от земли, применении экранирующего комплекта одежды и выравнивании потенциалов экранирующего комплекта, рабочей площадки и провода.

Выравнивание потенциалов осуществляется специальной штангой для переноса потенциала.

До начала подъема работника к проводу экранирующий комплект должен быть соединен со штангой для переноса потенциала и монтерской кабиной, если она используется.

Расстояние от человека до заземленных частей и элементов оборудования при этих работах должно быть не менее указанного в таблице 2.7.

Таблица 2.7.

Допустимые расстояния до токоведущих частей, находящихся под напряжением, м

Напряжение, кВ	Расстояние от людей и применяемых ими инструментов и приспособлений, от временных ограждений	Расстояние от механизмов и грузоподъемных машин в рабочем и транспортном положениях, от стропов, грузозахватных приспособлений и грузов
До 1: на ВЛ в остальных электроустановках	0,6	1,0
	Не нормируется (без прикосновения)	1,0
6 — 35	0,6	1,0
110	1,0	1,5
220	2,0	2,5
500	3,5	4,5

Примечание. Здесь и в тексте настоящих Правил электроустановки напряжением 3 кВ приравниваются к электроустановкам напряжением 6 кВ, напряжением 20 кВ — к 35 кВ, 60 кВ — к 110 кВ.

Конкретные виды работ под потенциалом провода должны выполняться в соответствии со специальными инструкциями по технологическим картам.

Работы под напряжением с изоляцией человека от провода должны проводиться с применением электротехнических средств для соответствующего напряжения. Члены бригады, имеющие право выполнения работ под потен-

циалом провода (с непосредственным касанием токоведущих частей), должны иметь группу IV, а остальные члены бригады — группу III.

Запрещается прикасаться к изоляторам и арматуре изолирующих подвесок, имеющих иной, чем провод, потенциал, а также передавать или получать инструмент или приспособления работникам, не находящимся на той же рабочей площадке, при выполнении работ с площадки изолирующего устройства, находящегося под потенциалом провода.

Перед началом работ на изолирующих подвесках необходимо проверить измерительной штангой электрическую прочность подвесных изоляторов и наличие всех шплинтов и замков в арматуре. При наличии выпускающих зажимов следует заклинить их на опоре, на которой проводится работа, и на соседних опорах, если это требуется по рельефу трассы.

Работы на изолирующей подвеске по ее перецепке замене отдельных изоляторов, арматуры, проводимые монтерами, находящимися на изолирующих устройствах или траверсах, допускаются при количестве исправных изоляторов в подвеске не менее 70%.

При перецепке изолирующих подвесок на ВЛ выше 220 кВ, выполняемой с траверс, устанавливать и отцеплять от траверсы необходимые приспособления следует в диэлектрических перчатках и в экранирующем комплекте.

Разрешается прикасаться на ВЛ 35 кВ — к шапке первого изолятора при двух исправных изоляторах в изолирующей подвеске, а на ВЛ 110 кВ и выше — к шапкам первого и второго изоляторов. Счет изоляторов ведется от траверсы.

Установка трубчатых разрядников на ВЛ 35 — 110 кВ под напряжением допускается при условии применения изолирующих подвесных габаритников, исключающих возможность приближения внешнего электрода разрядника к проводу на расстояние менее заданного.

Запрещается находиться в зоне возможного выхлопа газов при приближении внешнего электрода разрядника к проводу или отводе электрода

при снятии разрядника. Приближать или отводить внешний электрод разрядника следует с помощью изолирующей штанги. Запрещается приближаться к изолированному от опоры молниезащитному тросу на расстояние менее 1 м.

При использовании троса в схеме плавки гололеда допустимое расстояние приближения к тросу должно определяться в зависимости от напряжения плавки.

Запрещается работать на ВЛ и ВЛС, находящихся под напряжением, при тумане, дожде, снегопаде, в темное время суток, а также при ветре, затрудняющем работы на опорах.

2.5. Работа в пролетах пересечения с действующей ВЛ, на ВЛ под навесным напряжением, на одной отключенной цепи многоцепной ВЛ

При монтаже и замене проводов раскатывать их следует плавно, без рывков, тяговые канаты направлять так, чтобы избежать подхлестывания и приближения к проводам, находящимся под напряжением. Для оттяжек и контроттяжек следует применять канаты из растительных или синтетических волокон, выбирая их минимальной длины и натягивая без слабину.

Используемые при работе лебедки и стальные канаты должны быть заземлены.

При монтаже и замене проводов провод каждого барабана перед раскаткой должен быть заземлен. Заземлять провод непосредственно у барабана не обязательно.

При работе на проводах, выполняемой с телескопической вышки (подъемника), рабочая площадка вышки должна быть соединена с помощью специальной штанги для переноса потенциала гибким медным проводником сечением не менее 10 мм^2 с проводом, а сама вышка заземлена. Провод при этом должен быть заземлен на ближайшей опоре или в пролете.

Запрещается входить в кабину вышки и выходить из нее, а также прикасаться к корпусу вышки, стоя на земле, после соединения рабочей площадки телескопической вышки с проводом.

Запрещается использовать в качестве бесконечного каната металлический канат.

Петли на анкерной опоре следует соединять только по окончании монтажных работ в смежных с этой опорой анкерных пролетах.

На анкерной опоре ВЛ 110 кВ и выше петли до соединения должны быть закреплены за провода или за натяжные изолирующие подвески, но не ближе чем за четвертый изолятор, считая от траверсы, а на ВЛ 35 кВ и ниже — только за провода.

При выполнении работы на проводах ВЛ в пролете пересечения с другой ВЛ, находящейся под напряжением, заземление необходимо устанавливать на опоре, где ведется работа.

Если в этом пролете подвешиваются или заменяются провода, то с обеих сторон от места пересечения должен быть заземлен как подвешиваемый, так и заменяемый провод.

Персонал, обслуживающий ВЛ, должен быть ознакомлен с перечнем линий, которые после отключения находятся под наведенным напряжением. На ВЛ под наведенным напряжением работы с земли, связанные с прикосновением к проводу, опущенному с опоры вплоть до земли, должны проводиться с использованием электрозащитных средств (перчатки, штанги) или с металлической площадки, соединенной для выравнивания потенциалов проводником с этим проводом. Работы с земли без применения электрозащитных средств и металлической площадки допускаются при условии заземления провода в непосредственной близости к каждому месту прикосновения.

Применяемые при монтаже проводов на ВЛ под наведенным напряжением стальные тяговые канаты сначала необходимо закреплять на тяговом механизме и для выравнивания потенциалов заземлять на тот же заземлитель, что и провод. Только после этого разрешается прикреплять канат к проводу. Разъединять провод и тяговый канат можно также только после выравнивания их потенциалов. При монтажных работах на ВЛ под наведенным напряжением (подъем, визирование, натяжка, перекладка проводов из раска-

точных роликов в зажимы) провод должен быть заземлен на анкерной опоре, от которой ведется раскатка, на конечной анкерной опоре, через которую проводится натяжка, и на каждой промежуточной опоре, на которую поднимается провод.

По окончании работы на промежуточной опоре заземление с провода на этой опоре может быть снято. В случае возобновления работы на промежуточной опоре, связанной с прикосновением к проводу, провод должен быть вновь заземлен на той же опоре.

На ВЛ под наведенным напряжением перекидку проводов из раскаточных роликов в поддерживающие зажимы следует проводить в направлении, обратном направлению раскатки. До начала перекидки необходимо, оставив заземленными провода на анкерной опоре, в сторону которой будет проводиться перекидка, снять заземление с проводов на анкерной опоре, от которой начинается перекидка.

При монтаже проводов на ВЛ под наведенным напряжением заземления с них можно снимать только после перекидки провода в поддерживающие зажимы и окончания работ на данной опоре.

Во время перекидки проводов в зажимы смежный анкерный пролет, в котором перекидка уже закончена, следует рассматривать как находящийся под наведенным напряжением. Выполнять на нем работы, связанные с прикосновением к проводам, разрешается только после заземления их на рабочем месте.

Из числа ВЛ под наведенным напряжением предприятиям необходимо определить измерениями линии, при отключении и заземлении которых по концам (в РУ) на заземленных проводах остается потенциал наведенного напряжения выше 42 В при наибольшем рабочем токе действующей ВЛ. Все виды работ на этих ВЛ, связанные с прикосновением к проводу без применения основных электрозащитных средств, должны проводиться по технологическим картам или ППР, в которых должно быть указано размещение зазем-

лений исходя из требований обеспечения на рабочих местах потенциала наведенного напряжения не выше 42 В.

Если на отключенной ВЛ (цепи), находящейся под наведенным напряжением, не удастся снизить это напряжение до 42 В, необходимо работать с заземлением проводов только на одной опоре или на двух смежных. При этом заземлять ВЛ (цепь) в РУ запрещается. Допускается работа бригады только на опорах, на которых установлены заземления, и в пролете между ними.

При необходимости работы в двух и более пролетах (участках) ВЛ (цепь) должна быть разделена на электрически не связанные участки посредством разъединения петель на анкерных опорах. На каждом из таких участков у мест установки заземлений может работать лишь одна бригада.

На отключенной цепи многоцепной ВЛ с расположением цепей одна над другой можно работать только при условии, что эта цепь подвешена ниже цепей, находящихся под напряжением. Запрещается заменять и регулировать провода отключенной цепи.

При работе на одной отключенной цепи многоцепной ВЛ с горизонтальным расположением цепей на стойках должны быть вывешены красные флажки со стороны цепей, оставшихся под напряжением. Флажки вывешивают на высоте 2-3 м от земли производитель работ с членом бригады, имеющим группу III.

Подниматься на опору со стороны цепи, находящейся под напряжением, и переходить на участки траверс, поддерживающих эту цепь, запрещается. Если опора имеет степ-болты, подниматься по ним разрешается независимо от того, под какой цепью они расположены. При расположении степ-болтов со стороны цепей, оставшихся под напряжением, подниматься на опору следует под наблюдением находящегося на земле производителя работ или члена бригады с группой III.

При работе с опор на проводах отключенной цепи многоцепной ВЛ, остальные цепи которой находится под напряжением, заземление необходимо устанавливать на каждой опоре, на которой ведутся работы.

Запрещается, при работе на отключенной цепи двухцепной (многоцепной) ВЛ, заземлять в РУ провода отключенной ВЛ. Провода должны быть заземлены только на рабочем месте.

При работах на отключенной цепи многоцепной ВЛ для увеличения надежности заземления оно должно быть двойным, состоящим из двух отдельных, установленных параллельно заземлений, закрепленных на один заземлитель. Работать на проводе разрешается не далее 20 м от установленного заземления.

При одновременной работе нескольких бригад отключенный провод должен быть разъединен на электрически не связанные участки. Каждой бригаде выделяется отдельный участок, на котором устанавливается одно двойное заземление.

При ремонте отключенной цепи двухцепной (многоцепной) ВЛ для локализации дугового разряда, перед установкой или снятием заземления, провод должен быть предварительно заземлен с помощью штанги с дугогасящим устройством. Заземляющий провод штанги должен быть заранее присоединен к заземлителю. Эта штанга может быть снята только после установки (или снятия) заземления. При отсутствии штанги с дугогасящим устройством наложение (снятие) заземления на провода на рабочем месте производится при включенных заземляющих ножах (установленных переносных заземлениях) по концам ВЛ в распреустройствах.

В этом случае наложение (снятие) переносного заземления на рабочем месте осуществляется штангой, соответствующей номинальному напряжению ВЛ. При работе на отключенной цепи двухцепной (многоцепной) ВЛ — 110 кВ и выше переходить на участки траверс поддерживающих провода фаз, находящихся под напряжением, запрещается.

2.6. Работа с применением автомобилей, грузоподъемных

машин, механизмов и лестниц

При работе с применением грузоподъемных кранов в действующих электроустановках лицом, ответственным за безопасное производство работ по перемещению грузов кранами, должен быть инженерно-технический работник, имеющий группу IV. Обязанности этого лица могут быть возложены на выдающего наряд или руководителя работ. Порядок назначения лиц, ответственных за безопасное производство работ по перемещению грузов кранами, и их обязанности определяется в соответствии с правилами устройств и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов.

Водители и машинисты, состоящие в штате энергетических предприятий и работающие в действующих электроустановках, должны иметь группу II. Крановщики сторонних организаций допускаются к работе в соответствии с общими требованиями правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов.

Движение автомобилей, грузоподъемных машин и механизмов по ОРУ и в охранной зоне ВЛ допускается под наблюдением работника с группой V из административно-технического персонала. По ОРУ движение автомобилей, грузоподъемных машин и механизмов допускается также под наблюдением дежурного или допускающего с группой IV из оперативно-ремонтного персонала.

При проезде по ОРУ и под ВЛ подъемные и выдвигные части грузоподъемных машин и механизмов должны находиться в транспортном положении. Допускается в пределах рабочего места перемещение грузоподъемных машин по ровной местности с поднятым рабочим органом без груза и людей на подъемной или выдвигной части, если такое перемещение разрешается по заводской инструкции и при этом не требуется проезжать под неотключенными шинами и проводами ВЛ. На ОРУ скорость движения определяется местными условиями, но не должна превышать 10 км/ч.

Под ВЛ автомобили, грузоподъемные машины и механизмы должны проезжать в местах наименьшего провеса проводов (у опор). Установка и

работа стреловых грузоподъемных механизмов непосредственно под проводами ВЛ, находящимися под напряжением, запрещается.

Устанавливать грузоподъемную машину (механизм) на выносные опоры и переводить ее рабочий орган из транспортного положения в рабочее должен управляющий ею машинист. Запрещается привлекать для этих целей других работников.

При проезде, установке и работе автомобилей, грузоподъемных машин и механизмов расстояния от подъемных и выдвижных частей, стропов, грузозахватных приспособлений, грузов до токоведущих частей, находящихся под напряжением, должны быть не менее указанных в ПТБ.

У телескопических вышек и гидроподъемников перед началом работы должны быть проверены в действии выдвижная и подъемная части, а у телескопических вышек, кроме того, подъемная часть должна быть установлена вертикально и зафиксирована в таком положении. Запрещается при работах на угловых опорах, связанных с заменой изоляторов, проводов или ремонтом арматуры, устанавливать телескопическую вышку (гидроподъемник) внутри угла, образованного проводами.

При всех работах в ОРУ и охранной зоне ВЛ автомобили, грузоподъемные машины и механизмы на пневмоколесном ходу должны быть заземлены. Запрещается прикасаться к корпусу автомобиля (грузоподъемной машины, механизма) и проводить какие-либо перемещения их рабочих органов, грузозахватных приспособлений и опорных деталей до установки заземления.

Грузоподъемные машины и механизмы на гусеничном ходу при установке непосредственно на грунте заземлять не требуется.

Запрещается при работе грузоподъемных машин и механизмов пребывание людей под поднимаемым грузом, корзиной телескопической вышки, а также в непосредственной близости (ближе 5 м) от натягиваемых проводов (тросов), упоров, креплений и работающих механизмов.

При работах с телескопической вышки (гидроподъемника) должна быть зрительная связь между находящимся в корзине (люльке) членом бригады и водителем. При отсутствии такой связи у вышки должен находиться член бригады, передающий водителю команды о подъеме или спуске корзины (люльки).

Работать с телескопической вышки (гидроподъемника) следует, стоя на дне корзины (люльки), закрепившись стропом предохранительного пояса.

Переход из корзины (люльки) на опору или оборудование и обратно допускается только с разрешения производителя работ.

В случае соприкосновения стрелы крана или корзины (люльки) подъемного механизма с токоведущими частями, находящимися под напряжением, машинист должен принять меры к быстрейшему разрыву возникшего контакта и отведению подвижной части механизма от токоведущих частей на расстояние не менее указанного в ПТБ.

Запрещается спускаться с механизма (машины) на землю или подниматься на него, а также прикасаться к нему, стоя на земле, когда механизм остается под напряжением.

Машинист обязан предупредить окружающих работников о том, что механизм находится под напряжением.

В случае загорания автомобиля, грузоподъемной машины или механизма, находящихся под напряжением, водитель (машинист) должен спрыгнуть на землю, соединив ноги и не прикасаясь руками к машине. Затем следует удалиться от машины на расстояние не менее 8 м, передвигая ступни по земле и не отрывая их одну от другой. Запрещается применение переносных металлических лестниц в РУ 220 кВ и ниже.

В ОРУ выше 220 кВ применение переносных металлических лестниц разрешается при соблюдении следующих условий:

лестница должна переноситься в горизонтальном положении под непрерывным надзором производителя работ, дежурного или работника с группой IV из оперативно-ремонтного персонала;

для снятия наведенного потенциала с переносной лестницы к ней должна быть присоединена металлическая цепь, касающаяся земли.

2.7. Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ

Организационными мероприятиями, обеспечивающими безопасность работы в электроустановках, являются:

- а) оформление работы нарядом-допуском (наряд), распоряжением или перечнем работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации;
- б) допуск к работе;
- в) надзор во время работы;
- г) оформление перерыва в работе, переводов на другое рабочее место, окончание работы.

Наряд, распоряжение, текущая эксплуатация

Работа в электроустановках производится по наряду, распоряжению, в порядке текущей эксплуатации.

Наряд — это задание на производство работы, оформленное на специальном бланке установленной формы (табл. 2.4) и определяющее содержание, место работы, время ее начала и окончания, условия безопасного проведения, состав бригады и лиц, ответственных за безопасность выполнения работы, и пр.

По наряду могут производиться работы в электроустановках, выполняемые:

- а) со снятием напряжения;
- б) без снятия напряжения на токоведущих частях и вблизи них.

Распоряжение — это задание на производство работы, определяющее ее содержание, место, время, меры безопасности (если они требуются) и лиц, которым поручено ее выполнение. Распоряжение может быть передано непосредственно или с помощью средств связи с последующей записью в оперативном журнале.

Распоряжение имеет разовый характер и ограничивается временем рабочего дня исполнителей.

Текущая эксплуатация — это проведение оперативным (оперативно-ремонтным) персоналом самостоятельно на закрепленном за ним участке в течение одной смены работ по перечню, оформленному в соответствии с параграфом «Выполнение работ по распоряжению и в порядке текущей эксплуатации» настоящей главы.

***Лица, ответственные за безопасность работ,
их права и обязанности***

Ответственными за безопасность работ являются:

- а) лицо, выдающее наряд, отдающее распоряжение;
- б) допускающий — ответственное лицо из оперативного персонала;
- в) ответственный руководитель работ ;
- в) ответственный руководитель работ;
- д) наблюдающий;
- е) члены бригады.

Лицо, выдающее наряд, отдающее распоряжение, устанавливает необходимость и объем работы, отвечает за возможность безопасного ее выполнения, достаточность квалификации ответственного руководителя, производителя работ или наблюдающего, а также членов бригады.

Право выдачи нарядов и распоряжений предоставляется лицам из электротехнического персонала предприятия, уполномоченным на это распоряжением лица, ответственного за электрохозяйство предприятия (организации).

Указанные лица должны иметь группу по электробезопасности не ниже V в электроустановках напряжением выше 1000 В, и не ниже IV в установках напряжением до 1000 В.

Право давать распоряжения на производство ряда работ, перечень которых определяется лицом, ответственным за электрохозяйство предприятия,

предоставляется также лицам из оперативного персонала с группой не ниже IV.

Допускающий — ответственное лицо из оперативного персонала — несет ответственность:

а) за правильность выполнения необходимых для допуска и производства работ мер безопасности, их достаточность и соответствие характеру и месту работы;

б) за правильность допуска к работе, приемку рабочего места по окончании работы с оформлением в нарядах или журналах.

При возникновении сомнения в возможности безопасного выполнения работы по данному наряду, распоряжению или в достаточности и правильности указанных в наряде мер по подготовке рабочего места эта подготовка должна быть прекращена.

Допускающий должен иметь группу по электробезопасности не ниже IV при работе в электроустановках напряжением выше 1000 В и не ниже III — в установках до 1000 В.

Ответственный руководитель, принимая рабочее место от допускающего или осуществляя допуск, отвечает наравне с допускающим за правильную подготовку рабочего места и достаточность выполненных мер безопасности, необходимых для производства работы, в том числе и за достаточность мер, предусмотренных в графе наряда «Отдельные указания».

Ответственному руководителю запрещается принимать непосредственное участие в работе по нарядам, кроме случаев, когда он совмещает обязанности ответственного руководителя и производителя работ.

Ответственными руководителями назначаются лица из электротехнического персонала, имеющие группу по электробезопасности V. Необходимость назначения ответственного руководителя определяется выдающим наряд.

Назначение ответственного руководителя не требуется при работах по наряду в электроустановках напряжением до 1000 В.

Производитель работ, принимая рабочее место от допускающего, отвечает за правильность его подготовки и за выполнение необходимых для производства работы мер безопасности.

Производитель работ обязан проинструктировать бригаду о мерах безопасности, которые необходимо соблюдать при работе, обеспечить их выполнение членами бригады.

Производитель работ соблюдает сам и отвечает за их соблюдение членами его бригады, следит за исправностью инструмента, такелажа и другой ремонтной оснастки. Производитель работ обязан также следить за тем, чтобы установленные на месте работы ограждения, плакаты, заземления не снимались и не переставлялись.



Рисунок 2.3. Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ.

Производитель работ, выполняемых по наряду в электроустановках напряжением выше 1000 В, должен иметь группу по электробезопасности не ниже IV, в установках до 1000 В — группу не ниже III. Производитель работ, выполняемых по распоряжению во всех электроустановках, должен иметь группу не ниже III.

Наблюдающий назначается для надзора за бригадами строительных рабочих, разнорабочих, такелажников и других лиц из неэлектротехнического персонала при выполнении ими работы в электроустановках по нарядам или распоряжениям.

Наблюдающий за электротехническим персоналом, в том числе командированным, назначается в случае проведения работ в электроустановках при особо опасных условиях, определяемых лицом, ответственным за электрохозяйство предприятия, где эти работы производятся.

Наблюдающий контролирует наличие установленных на месте работы заземлений, ограждений, плакатов, запирающих устройств и отвечает за безопасность членов бригады от поражения электрическим током электроустановки.

Ответственным за безопасность, связанную с технологией работы, является лицо, возглавляющее бригаду, которое должно входить в ее состав, постоянно находиться на рабочем месте.

Наблюдающему запрещается совмещать надзор с выполнением каких-либо работ и оставлять бригаду без надзора во время работы.

Наблюдающими назначаются лица с группой не ниже III.

Список лиц, которые могут назначаться ответственными руководителями и производителями работ по нарядам и распоряжениям и наблюдающими, устанавливается распоряжением лица, ответственного за электрохозяйство.

Каждый член бригады обязан выполнять настоящие Правила и инструктивные указания, полученные при допуске к работе и во время работы, а также требования местных инструкций по охране труда.

Письменным распоряжением (приказом) руководства предприятия должно быть оформлено предоставление его работникам прав: выдающего наряд, распоряжение; руководителя работ; допускающего (из оперативно-ремонтного персонала), наблюдающего, а также права единоличного осмотра электроустановок.

Допускается одному лицу совмещать обязанности двух лиц из числа следующих:

- а) выдающего наряд;
- б) ответственного руководителя;

в) производителя работ.

Это лицо должно иметь группу по электробезопасности не ниже той, которая требуется для лиц, обязанности которых оно совмещает. При работах по наряду в электроустановках напряжением выше 1000 В без постоянного обслуживающего персонала лицам из оперативно-ремонтного персонала допускается совмещать обязанности допускающего и ответственного руководителя работ.

В электроустановках напряжением до 1000 В разрешается совмещение обязанностей производителя работ и допускающего или допускающего и члена бригады.

На ВЛ допускается совмещение руководителем или производителем работ из ремонтного персонала обязанностей допускающего в тех случаях, когда для подготовки рабочего места требуется только проверить отсутствие напряжения и установить переносные заземления на месте работ без оперирования коммутационными аппаратами.

2.7.1. Порядок выдачи и оформления наряда

Наряд на работу выписывается в двух экземплярах. Он заполняется под копиру при соблюдении четкости и ясности записей в обоих экземплярах. Исправления и перечеркивания написанного текста не допускаются. Допускается передача наряда по телефону лицом, выдающим наряд, старшему лицу из оперативного персонала данного объекта или ответственному руководителю. При этом наряд заполняется в трех экземплярах: один экземпляр заполняет лицо, выдающее наряд, а два — лицо, принимающее его по телефону. При работах в электроустановках без постоянного оперативного персонала и при совмещении лицом из оперативного или оперативно-ремонтного персонала обязанностей допускающего и ответственного руководителя выписываются два экземпляра наряда, один из которых передается производителю работ, другой остается у лица, выдавшего наряд (табл. 2.8).

При передаче наряда по телефону, лицо, выдающее наряд, диктует текст (в форме телефонограммы), а лицо, принимающее текст, заполняет

бланки наряда с обратной проверкой. При этом вместо подписи лица, выдающего наряд, указывается его фамилия, подтверждаемая подписью принимающего текст. Допуск к работе по наряду, переданному по телефону, производится в общем порядке. Наряд выписывается на одного производителя работ (наблюдающего) с одной бригадой. На руки производителю работ выдается только один наряд.

Таблица 2.8

Форма наряда-допуска и указания по его заполнению

Предприятие _____ Подразделение _____		Лицевая сторона наряда Для работ в электроустановках
Наряд-допуск № _____		
Ответственному руководителю работ _____ Допускающему _____, производителю работ _____ Наблюдающему _____ с членами бригады _____ поручается _____ Работу начать: дата _____ время _____ Работу закончить: дата _____ время _____		
Работу выполнить: со снятием напряжения, без снятия напряжения на токоведущих частях и вблизи них; вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением (нужное подчеркивается).		

На однотипные работы, выполняемые без снятия напряжения одной бригадой, может быть выдан один общий наряд для поочередного производства их на нескольких присоединениях, в одном или разных РУ, в разных помещениях подстанции. Оформление перевода с одного рабочего места на другое требуется только при переходе из одного РУ в другое, с одного этажа РУ на другой.

Число нарядов, выдаваемых одновременно на одного ответственного руководителя, определяет в каждом случае лицо, выдающее наряд. Наряд

выдается оперативному персоналу непосредственно перед началом подготовки рабочего места. Не разрешается выдавать наряд производителю работ накануне проведения работ.

В электроустановках, где напряжение снято со всех токоведущих частей, в том числе и с выводов ВЛ и кабельных линий (КЛ), и заперт вход в соседние электроустановки (сборки и щиты до 1000 В могут оставаться под напряжением), допускается выдавать один наряд для одновременной работы на всех присоединениях.

При расширении рабочего места или изменении числа рабочих мест должен выдаваться новый наряд.

Состав бригады определяет лицо, выдающее наряд.

Состав бригады по численности и квалификации, а также квалификация производителя работ (наблюдающего) определяются с учетом условий выполнения работ и исходя из возможности обеспечения необходимого надзора за членами бригады со стороны производителя работ (наблюдающего).

Продлять наряд может работник, выдавший данный наряд, или другой работник, имеющий право выдачи наряда на работы в данной электроустановке.

Разрешение на продление наряда может быть передано по телефону, радио или с нарочным допускающему, руководителю или производителю работ, который в этом случае за своей подписью указывает в наряде фамилию и инициалы работника, продлившего наряд.

Наряды, работы по которым полностью закончены, должны храниться в течение 30 суток, после чего они могут быть уничтожены. Если при выполнении работ по нарядам имели место аварии и электротравмы, то эти наряды хранятся в архиве предприятия.

При работе по наряду бригада состоит не менее из двух человек: производителя работ и члена бригады. В бригаду, руководимую производителем работ, на каждого ее члена с группой по электробезопасности III может

быть включен один человек из электротехнического или электротехнологического персонала с группой I, но общее число членов бригады с группой I должно быть не более двух.

Оперативный персонал во время дежурства по разрешению вышестоящего лица из оперативного персонала может быть привлечен к участию в работе ремонтной бригады без включения в наряд с записью в оперативном журнале.

Допуск бригады к работе по наряду

Перед допуском к работе руководитель работ и производитель работ совместно с допускающим проверяют выполнение технических мероприятий по подготовке рабочего места (табл. 2.9).

Таблица 2.9

Меры по подготовке рабочих мест

Наименование электроустановок, в которых нужно произвести отключения и наложить заземления	Что должно быть отключено и где заземлено
Отдельные указания _____	
Наряд выдал: дата _____ время _____ подпись _____ фамилия _____	
Наряд продлил по: дата _____ время _____	
Подпись _____ Фамилия _____ Дата _____ Время _____	

После проверки подготовки рабочих мест и инструктажа бригады ответственный руководитель работ должен расписаться в предназначенной для этого строке на оборотной стороне наряда (только при первичном допуске).

В случае, когда руководитель работ не назначается, подготовку рабочего места проверяет производитель работ, который расписывается в наряде. Изменять предусмотренные нарядом меры по подготовке рабочих мест за-

прещается. После проверки выполнения технических мероприятий производится допуск бригады, который заключается в том, что допускающий:

а) проверяет соответствие состава бригады и квалификации включенных в нее лиц записи в наряде. Если допускающий не знает фамилий и группы по электробезопасности лиц, включенных в состав бригады, проверка производится по именованным удостоверениям;

б) прочитывает по наряду фамилии ответственного руководителя, производителя работ, членов бригады и содержание порученной работы; объясняет бригаде, откуда снято напряжение, где наложены заземления, какие части ремонтируемого и соседних присоединений остались под напряжением и какие особые условия производства работ должны соблюдаться; указывает бригаде границы рабочего места; убеждается, что все изложенное им бригадой понято;

в) доказывает бригаде, что напряжение отсутствует: в установках напряжением выше 35 кВ — показом наложенных заземлений; в установках напряжением 35 кВ и ниже там, где заземления не видны с места работы, — прикосновением к токоведущим частям рукой после предварительной проверки отсутствия напряжения указателем напряжения или штангой.

При наличии заземлений, наложенных непосредственно у места работы, прикосновения к токоведущим частям не требуется;

г) сдает рабочее место производителю работ, что с указанием даты и времени в обоих бланках наряда оформляется подписями допускающего и производителя работ в таблице 2.10, 2.11 «Ежедневный допуск к работе и ее окончание» [6].

Таблица 2.10

Разрешение на допуск

Разрешение на подготовку рабочих мест и на допуск к работе получил	Дата, время	От кого (должность, фамилия)	Допускающий (подпись)

				Оборотная сторона наряда	
Рабочие места подготовлены. Под напряжением остались: _____					
Допускающий _____ (подпись)					
Ответственный руководитель работ _____ (подпись)					

Допуск к работам по нарядам производится непосредственно на рабочем месте. Один экземпляр наряда, по которому сделан допуск, должен находиться у производителя работ, второй экземпляр на время выполнения работ — у допускающего из числа оперативного персонала. При перерывах в работе, уход с работы и т. п. наряд должен храниться в папке действующих нарядов.

Время допуска бригады и окончания работ с указанием номера наряда и содержания работы заносится в оперативный журнал. Если при получении наряда у оперативного персонала или производителя работ возникают какие-либо сомнения, они обязаны потребовать разъяснения у ответственного руководителя или лица, выдавшего наряд.

Таблица 2.11

Ежедневный допуск к работе и ее окончание

Бригада проинструктирована и допущена на подготовленное рабочее место				Работа закончена, бригада удалена		
Наименование рабочих мест	Дата, время	Подписи		Дата, время	О снятии заземлений, наложен-	Производитель (подпись)
		допускаю-	производи-			

		щего	теля работ	мя	ных брига- дой, сооб- щено (ко- му)	
1	2	3	4	5	6	7

Оперативный персонал не имеет права без ведома руководителя работ и производителя работ вносить такие изменения в схему установки, которые меняют условия производства работ в отношении техники безопасности, за исключением указаний согласно ПТБ №1400.

На подстанциях и в распределительных пунктах без постоянного оперативного персонала рабочие места для работ по наряду подготавливаются в первый день выездным оперативным или оперативно ремонтным персоналом, который допускает бригаду к работе в обычном порядке.

Право вторичного допуска к работам в последующие дни по этим же нарядам предоставляется ответственным руководителям, а при их отсутствии — производителям работ.

Включение электроустановки после полного окончания работ

Включать электроустановку можно только после получения на это разрешения (распоряжения) работника, выдавшего разрешение на подготовку рабочих мест и на допуск, или работника, его сменившего.

Разрешение (распоряжение) на включение электроустановки в работу может быть выдано только после получения сообщений от всех допускающих и производителей работ, которым было дано разрешение на подготовку рабочих мест и на допуск на данной электроустановке, о полном окончании работ, выполнении необходимых требований и возможности включения электроустановки.

Лицо из дежурного или оперативно-ремонтного персонала, получившее разрешение (распоряжение) на включение электроустановки после полного окончания работ, должно перед включением снять временные ограждения, переносные плакаты и заземления, установленные при подго-

товке рабочих мест дежурным или оперативно-ремонтным персоналом, восстановить постоянные ограждения.

Допускающему из оперативно-ремонтного персонала может быть предоставлено право после окончания работы на электроустановке включить ее без получения разрешения или распоряжения работника, выдавшего разрешение на подготовку рабочих мест и на допуск, или работника, его сменившего.



Рисунок 2.4. Включение электроустановки после полного окончания работ

Предоставление права на такое включение должно быть записано в строке наряда «Отдельные указания» и подтверждено при выдаче допускающему разрешения на подготовку рабочих мест и допуск. Оформлять в наряде такое подтверждение не требуется.

Право на такое включение может быть дано только в том случае, если к работам на данной электроустановке или ее участке не допущены другие бригады.

В аварийных случаях дежурный персонал или допускающий могут включить в работу выведенное в ремонт электрооборудование или электроустановку в отсутствие бригады до полного окончания работ при условии, что до прибытия производителя работ или возвращения им наряда на рабочих местах расставлены люди, обязанные предупредить производителя работ о том, что электроустановка включена и возобновление работ запрещается.

2.7.2. Надзор во время работы, изменение состава бригады

С момента допуска бригады к работам надзор за ней в целях предупреждения нарушений требований техники безопасности возлагается на производителя работ или наблюдающего, которые должны так организовать свою работу, чтобы вести контроль за членами бригады, находясь по возможности на том участке, где выполняется опасная работа.

Наблюдающему запрещается совмещать надзор с выполнением другой работы.

Производителю работ и членам бригады необходимо помнить, что вследствие окончания работы другой бригадой или из-за изменения схем электроустановки ее участки, находящиеся за пределами предусмотренного нарядом рабочего места, в любой момент могут оказаться под напряжением и поэтому приближаться к ним запрещается.

Допускается с разрешения производителя работ кратковременная отлучка одного или нескольких членов бригады. Количество членов бригады, оставшихся на рабочем месте, должно быть не менее 2-х, включая производителя работ. Возвратившиеся члены бригады могут приступить к работе только с разрешения производителя работ.

До возвращения отлучившихся производитель работ (наблюдающий) не имеет права покидать рабочее место. Члены бригады с группой III выходить и возвращаться на рабочее место могут самостоятельно, а с группой I-II — только в сопровождении члена бригады с группой III.

Оставаться в закрытых или открытых РУ одному производителю работ или членам бригады без производителя работ не разрешается, за исключением случаев:

а) при необходимости по условиям производства работы (например, регулировка выключателей или разъединителей, приводы которых вынесены в другое помещение, проверка, ремонт или монтаж вторичных цепей, прокладка кабелей, испытания оборудования, проверка защит и т. п.) одновременного пребывания одного или нескольких лиц с группой по электробез-

опасности не ниже III из состава бригады в разных помещениях, на разных рабочих местах одного присоединения.

Членов бригады, находящихся отдельно от производителя работ, последний должен привести на их рабочее место и дать необходимые указания по технике безопасности;

б) при производстве работ одной бригадой на разных присоединениях (проверка дифференциальной защиты шин, цепей блокировки разъединителей с выключателями, проверка и регулировка устройств автоматического включения резерва (АВР) и т. п.).

На такие работы может быть выписан один наряд для одновременного производства их на разных присоединениях или, в зависимости от характера работ, наряд с переводом с одного присоединения на другое с оформлением перевода в общем порядке.

В РУ, с которых снято напряжение, можно оставаться на рабочем месте и продолжать работу одному лицу из состава бригады.

При необходимости отлучки производитель работ (наблюдающий), если на это время его не могут заменить ответственный руководитель или лицо, выдавшее данный наряд, или лицо из оперативного персонала, обязан вывести бригаду из распределительного устройства и запереть за собой дверь; оформить перерыв в наряде.

В случае подмены производителя работ ответственным руководителем или лицом, выдавшим наряд, производитель работ должен на время своей отлучки передать ему наряд.

Ответственный руководитель работ и оперативный персонал должны периодически проверять соблюдение работающими правил техники безопасности. При обнаружении нарушения правил техники безопасности или выявления других обстоятельств, угрожающих безопасности работающих, у производителя работ отбирается наряд и бригада удаляется с места работы.

По устранении обнаруженных нарушений и неполадок бригада вновь может быть в общем порядке допущена оперативным персоналом к работе в присутствии руководителя работ с оформлением допуска в наряде.

Изменения в составе бригады должно оформлять в наряде лицо, выдавшее наряд, а в его отсутствие — лицо, имеющее право выдачи наряда по данной электроустановке. Сведения об этих изменениях при необходимости могут быть переданы по телефону.

2.8. Производство работ по предотвращению аварий и ликвидации их последствий

Восстановительные работы в аварийных случаях, а также кратковременные, не терпящие отлагательства, работы по устранению таких неисправностей оборудования, которые могут привести к аварии, разрешается производить без наряда с последующей записью в оперативный журнал:

а) оперативному персоналу (в установках напряжением выше 1000 В — не менее чем двум лицам);

б) ремонтному персоналу под наблюдением оперативного, если выписка и оформление наряда вызовут задержку ликвидации последствий аварии;

в) ремонтному персоналу под наблюдением и ответственностью обслуживающего данную электроустановку административно-технического персонала с группой по электробезопасности не ниже V (в установках напряжением до 1000 В — не ниже IV) в случае занятости оперативного персонала, а также в отсутствие постоянного обслуживающего персонала.

При отсутствии на подстанции лиц из административного электро-технического персонала, имеющих право выдачи наряда или распоряжения, право выдачи наряда или распоряжения на работу по предотвращению аварии и ликвидации ее последствий предоставляется оперативному персоналу всех подстанций и оперативно-выездных бригад с группой по электробезопасности не ниже IV.

Во всех случаях при работах должны выполняться все технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ.

Участие оперативного персонала в ликвидации последствий аварий (непосредственное, путем наблюдения за работающими при работах без наряда) разрешается с ведома вышестоящего оперативного персонала. При отсутствии связи с вышестоящим персоналом такого разрешения не требуется.



Рисунок 2.5. Производство работ по предотвращению аварий и ликвидации их последствий.

При производстве в электроустановках предприятий всякого рода аварийных работ дежурными бригадами городских сетей или районных энергетических управлений, например измерений и испытаний аварийно поврежденных кабелей, необходимы выдача наряда и оформление допуска к работам в соответствии с требованиями настоящих Правил. В этих случаях в целях быстрой ликвидации аварии при отсутствии в данный момент на подстанции предприятия лиц, имеющих право выдачи наряда, выдавать его имеет право дежурный или оперативно-ремонтный персонал предприятия по указанию лица, ответственного за электрохозяйство установки (цеха, предприятия).

2.9. Электроинструмент, ручные электрические машины

и ручные электрические светильники

Электроинструмент и ручные электрические машины должны иметь сертификат соответствия и удовлетворять требованиям ПТБ №1400 (рис. 2.6) [6].

К работе с электроинструментом и ручными электрическими машинами класса 1 в помещениях с повышенной опасностью поражения электрическим током и вне помещений может допускаться персонал, имеющий группу по электробезопасности не ниже II.



Рисунок 2.6. Работа с ручными электроинструментами

К работе с электроинструментом и ручными электрическими машинами класса 1 в помещениях с повышенной опасностью поражения электрическим током и вне помещений может допускаться персонал, имеющий группу по электробезопасности не ниже II.

Подключение вспомогательного оборудования (трансформаторов, преобразователей частоты, защитно-отключающих устройств и т. п.) к сети и отсоединение его производится электротехническим персоналом с группой не ниже III.

Электроинструмент выпускается следующих классов:

I— электроинструмент, у которого все детали, находящиеся под напряжением, имеют изоляцию и штепсельная вилка имеет заземляющий контакт. У электроинструмента класса I все находящиеся под напряжением детали могут быть с основной, а отдельные детали — с двойной или усиленной изоляцией;

II — электроинструмент, у которого все детали, находящиеся под напряжением, имеют двойную или усиленную изоляцию. Этот электроинструмент не имеет устройств для заземления рис.2.2.

Номинальное напряжение электроинструмента классов I и II должно быть не более: 220 V — для электроинструмента постоянного тока, 380 V — для электроинструмента переменного тока;

III — электроинструмент на номинальное напряжение не выше 42 V, у которого ни внутренние, ни внешние цепи не находятся под другим напряжением. Электроинструмент класса III предназначен для питания от безопасного сверхнизкого напряжения.



Рисунок 2.7. Классы электрофицированного инструмента

При каждой выдаче электроинструмента проверяются:

- комплектность и надежность крепления деталей;
- исправность кабеля и штепсельной вилки, целостность изоляционных деталей корпуса, рукоятки и крышек щеткодержателей, наличие защитных кожухов и их исправность (внешним осмотром);
- четкость работы выключателя;
- работа на холостом ходу.

У электроинструмента класса I, кроме того, проверяется исправность цепи заземления между его корпусом и заземляющим контактом штепсельной

вилки и выдаются средства индивидуальной защиты (диэлектрические перчатки, галоши, ковры) или разделительный трансформатор, или преобразователь с отдельными обмотками, или защитно-отключающее устройство.

Электроинструмент, не соответствующий хотя бы одному из перечисленных требований или с просроченной датой периодической проверки, выдавать для работы запрещается. Перед началом работы необходимо проверить:

- соответствие напряжения и частоты тока в электрической сети напряжению и частоте тока электродвигателя электроинструмента, указанным на табличке;
- надежность закрепления рабочего исполнительного инструмента: сверл, абразивных кругов, дисковых пил, ключей-насадок и др.

Электроинструмент и вспомогательное оборудование к нему (трансформаторы, преобразователи частоты, защитно-отключающие устройства, кабели-удлинители) подвергаются периодической проверке не реже 1 раза в 6 мес.

В периодическую проверку электроинструмента и вспомогательного оборудования входят:

- внешний осмотр;
- проверка работы на холостом ходу не менее 5 min;
- измерение сопротивления изоляции мегомметром на напряжении 500 V в течение 1 min при включенном выключателе, при этом сопротивление изоляции должно быть не менее 0,5 MΩ;
- проверка исправности цепи заземления (для электроинструмента класса I).

У электроинструмента измеряется сопротивление обмоток и токоведущего кабеля относительно корпуса и наружных металлических деталей; у трансформаторов — между первичной и вторичной обмотками и между каждой из обмоток и корпусом.

В зависимости от категории помещения по степени опасности поражения электрическим током должны применяться электроинструмент и ручные электрические машины следующих классов:

класса I — при эксплуатации в условиях производства (за исключением подготовки и производства строительного-монтажных работ). При работе с электроинструментом и ручными электрическими машинами класса I следует пользоваться средствами индивидуальной защиты. Допускается работать электроинструментом и ручными электрическими машинами; класса I без применения средств индивидуальной защиты, если машина или инструмент, и при этом только один, получает питание от разделительного трансформатора, автономной двигатель-генераторной установки, преобразователя частоты с отдельными обмотками или через защитно-отключающее устройство;

классов II и III — при эксплуатации в условиях производства во всех случаях, а при подготовке и производстве строительного-монтажных работ в помещениях — в условиях повышенной опасности и вне помещений. При использовании машинами классов II и III разрешается работать без применения средств индивидуальной защиты, за исключением подготовки и производства строительного-монтажных работ, когда при работе с электрическими машинами и инструментом класса II необходимо использовать указанные средства;

класса III — при наличии особо неблагоприятных условий работы (в сосудах, аппаратах и других металлических емкостях с ограниченной возможностью перемещения и выхода оператора), а также в особо опасных условиях при подготовке и производстве строительного-монтажных работ.

При подготовке и производстве строительного-монтажных работ допускается пользоваться в этих условиях ручными электрическими машинами и инструментом класса III только с применением средств индивидуальной защиты.

При проведении работ в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных применяются ручные электрические светильники напряжением не выше 42 В.

При работах в особо неблагоприятных условиях должны использоваться ручные светильники напряжением не выше 12 В.

В качестве источника питания светильников напряжением до 42 В применяются понижающие трансформаторы, машинные преобразователи, генераторы, аккумуляторные батареи. Не допускается использовать для указанных целей автотрансформаторы.

Перед началом работ с ручными электрическими машинами, ручными светильниками и электроинструментом следует производить:

- проверку комплектности и надежности крепления деталей;
- проверку внешним осмотром исправности кабеля (шнура), его защитной трубки и штепсельной вилки;
- целости изоляционных деталей корпуса, рукоятки и крышек щеткодержателей; наличия защитных кожухов и их исправности;
- проверку четкости работы выключателя;
- проверку работы на холостом ходу;
- у машин класса I, кроме того, проверку исправности цепи заземления (между корпусом машины и заземляющим контактом штепсельной вилки).

Ручные электрические машины, ручные светильники, электроинструмент и вспомогательное оборудование к ним, имеющие дефекты, выдавать для работы запрещается.

При пользовании электроинструментом, ручными электрическими машинами и ручными светильниками их провода или кабели должны по возможности подвешиваться.

Непосредственное соприкосновение проводов и кабелей с металлическими, горячими, влажными и масляными поверхностями или предметами не допускается.

При обнаружении каких-либо неисправностей работа с ручными электрическими машинами или ручными электрическими светильниками немедленно прекращается.

Для контроля за сохранностью и исправностью ручные электрические машины, электроинструмент, ручные светильники и вспомогательное оборудование к ним подвергаются периодической проверке и испытаниям в сроки, установленные «Правилами и нормами испытания электрооборудования». Периодические испытания машин, инструментов и светильников проводят специально закрепленный персонал с группой по электробезопасности не ниже III.

При прекращении подачи тока во время работы с электроинструментом или при перерыве в работе электроинструмент отсоединяется от электросети.

Лицам, пользующимся электроинструментом и ручными электрическими машинами, запрещается:

а) передавать ручные электрические машины и электроинструмент хотя бы на непродолжительное время другим лицам;

б) разбирать ручные электрические машины и электроинструмент и производить самим какой-либо ремонт (как самого электроинструмента или ручной электрической машины, так и проводов штепсельных соединений и т. п.);

в) держаться за провод ручной электрической машины или электроинструмента или касаться вращающегося режущего инструмента;

г) удалять руками стружку или опилки во время работы до полной остановки ручной электрической машины;

д) работать с приставных лестниц. Для выполнения этих работ должны устраиваться прочные леса или подмости;

е) вносить внутрь барабанов котлов, металлических резервуаров и т. п. переносные трансформаторы и преобразователи частоты;

ж) оставлять ручные электрические машины и электроинструмент без надзора и включенными в электросеть.

На корпусах электроинструмента указываются инвентарные номера и даты следующих проверок, а на понижающих и разделительных трансформаторах, преобразователях частоты и защитно-отключающих устройствах — инвентарные номера и даты следующих измерений сопротивления изоляции.

Хранятся электроинструменты и вспомогательное оборудование к нему в сухом помещении, оборудованном специальными стеллажами, полками, ящиками, обеспечивающими его сохранность. Кроме того, выполняются требования к условиям хранения, указанные в паспорте электроинструмента. Склаживать электроинструмент без упаковки в два ряда и более запрещено. При транспортировке электроинструмента в пределах предприятия применяются меры предосторожности, исключающие его повреждение. Запрещается перевозить электроинструмент вместе с металлическими деталями и изделиями.

Светильники переносные ручные электрические

Переносные ручные электрические светильники («светильники») имеют рефлектор, защитную сетку, крючок для подвески и шланговый провод с вилкой; сетка укреплена на рукоятке винтами или хомутами. Патрон встроен в корпус светильника так, чтобы токоведущие части патрона и цоколя лампы были недоступны для прикосновения (рис.2.8.).

Вилки напряжением 12 и 42 V не подходят к розеткам 127 и 220 V. Штепсельные розетки напряжением 12 и 42 V отличаются от розеток сети 127 и 220 V.

Для питания светильников в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных применяется напряжение не выше 42 V. При наличии особо неблагоприятных условий, а именно когда опасность поражения электрическим током усугубляется теснотой, неудобным положением работающего, соприкосновением с большими металлическими, хорошо заземленными поверхностями (например, работа в барабанах, газоходах и топках котлов или в

туннелях), для питания ручных светильников применяется напряжение не выше 12 V.

Вносить внутрь барабанов, газоходов и топок котлов, тоннелей и т. п. переносной понижающий трансформатор запрещено. Заземление корпуса и вторичная обмотка понижающего трансформатора, а также измерение сопротивления изоляции и испытание ее электрической прочности соответствует требованиям «Правила устройства электроустановок». Использование автотрансформаторов, дроссельных катушек и реостатов для понижения напряжения запрещено.



Рисунок 2.8. Светильники переносные ручные электрические.

Для подключения к электросети светильников применяется провод с медными жилами сечением 0,75 — 1,5 mm² с пластмассовой или резиновой изоляцией в поливинилхлоридной или резиновой оболочке, соответствующий требованиям государственного стандарта «Провода и шнуры соединительные на напряжение до 450 V. Технические условия». Провод на месте ввода в светильник защищен от истираний и перегибов.

Провод светильника не должен касаться влажных, горячих и масляных поверхностей. Если во время работы обнаружится неисправность электролампы, провода или трансформатора, необходимо заменить их исправными, предварительно отключив от электросети. Установка ламп мощностью больше допустимой для данного типа светильников запрещена. Снятие рассеивателей светильников, экранирующих и защитных решеток, запрещено.

Светильники хранятся в сухом помещении. При выдаче светильников лица, выдающие и принимающие их, обязаны удостовериться в исправности ламп, патронов, штепсельных вилок, проводов и т. п. Ремонт светильников выполняет электротехнический персонал. Измерение сопротивления изоляций у светильников, находящихся в эксплуатации производится периодически не реже 1 раз в 6 мес.

2.10. Работы в электроустановках, связанные с подъемом на высоту

Работы на высоте 1 м и более от поверхности грунта или перекрытий относятся к работам, выполняемым на высоте. При производстве этих работ должны быть приняты меры, предотвращающие падение работающих с высоты.

Работы, выполняемые на высоте более 5 м от поверхности грунта, перекрытия или рабочего настила, лесов, подмостей, при которых основным средством предохранения от падения с высоты служит предохранительный пояс, считаются верхолазными.

Состояние здоровья лиц, допускаемых к верхолазным работам, должно отвечать медицинским требованиям, установленным для рабочих, занятых на этих работах.

О разрешении на выполнение верхолазных работ делается специальная запись в удостоверении о проверке знаний в Таблице «Свидетельство на право проведения специальных работ» (рис.2.9).

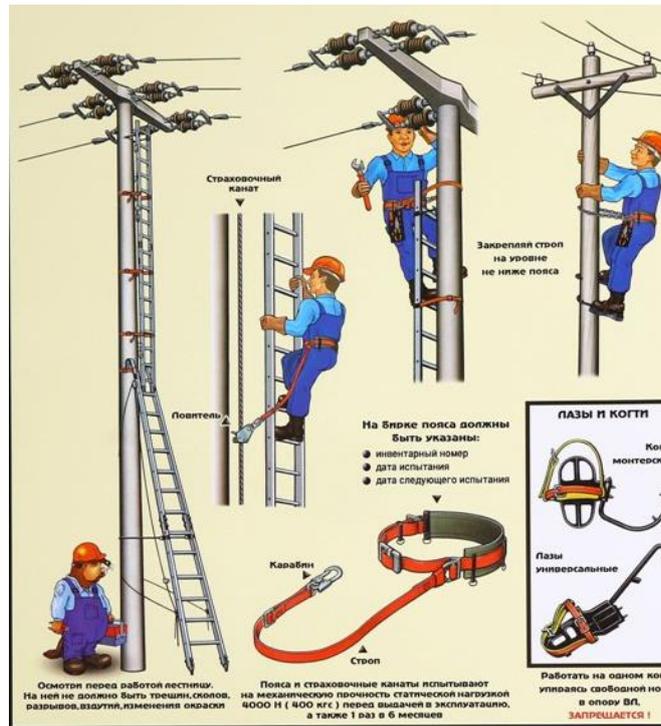


Рисунок 2.9. Выполнение верхолазных работ.

При работах, когда не представляется возможным закрепить строп предохранительного пояса за конструкцию, опору, следует пользоваться страховочным канатом, предварительно закрепленным за конструкцию, деталь опоры и т. п. Выполнять эту работу должны два лица, второе лицо по мере необходимости медленно опускает или натягивает страховочный канат.

При работе на конструкциях, под которыми расположены находящиеся под напряжением токоведущие части, ремонтные приспособления, и инструмент во избежание их падения привязываются. Применять в этих случаях монтерские предохранительные пояса со стропами из металлической цепи запрещается.

Подавать детали на конструкции или оборудование следует с помощью «бесконечного» каната. Стоящий внизу работник должен удерживать канат для предотвращения его раскачивания и приближения к токоведущим частям.

Персонал, работающий на порталах, конструкциях, опорах и т. п., должен пользоваться одеждой, не стесняющей движения. Личный инструмент должен находиться в сумке.

Лица, осуществляющие наблюдение за членами бригады, выполняющими верхолазные работы или работы на высоте, могут размещаться на земле.

Обслуживание осветительных устройств, расположенных на потолке машинных залов и цехов предприятий, с тележки мостового крана должны производить не менее чем два лица, одно из которых с группой по электробезопасности не ниже III. Второе лицо должно находиться вблизи работающего и следить за соблюдением им необходимых мер безопасности. При выполнении работы ремонтным персоналом должен быть выдан наряд.

Устройство временных подмостей, лестниц и т. п. на тележке запрещается. Работать следует непосредственно с настила тележки или с установленных на настиле стационарных подмостей.

С троллейных проводов перед подъемом на тележку должно быть снято напряжение. При работе следует пользоваться предохранительным поясом.

Передвигать мост или тележку крана крановщик может только по команде производителя работ. При передвижении мостового крана работающие лица должны размещаться в кабине или на настиле моста. Когда люди находятся на тележке, передвижение моста и тележки запрещается.

2.11. Электросварочные работы

Электросварочные работы должны выполняться в соответствии с требованиями ПБИ, государственного стандарта «ССБТ. Работы электросварочные. Требования безопасности», «Правил техники безопасности и производственной санитарии при электросварочных работах». Электротехнические устройства, входящие в состав электросварочного оборудования, должны соответствовать требованиям государственного стандарта «ССБТ. Устройства электросварочные и для плазменной обработки. Требования безопасности» и «Правил устройства электроустановок».

Для электросварочных установок и сварочных постов, предназначенных для постоянных электросварочных работ в зданиях вне сборочно-

сварочных цехов и участков, должны быть предусмотрены специальные вентилируемые помещения со стенами из несгораемых материалов.

В помещениях для электросварочных установок должны быть предусмотрены достаточные по ширине проходы, обеспечивающие удобство и безопасность производства сварочных работ и доставки изделий к месту сварки и обратно, но не менее 0,8 м.

Площадь отдельного помещения для электросварочных установок должна быть не менее 10 м², причем площадь, свободная от оборудования и материалов, должна составлять не менее 3 м² на каждый сварочный пост.

Высота стенок кабины должна быть не менее 2 м, зазор между стенками и полом — 50 мм, а при сварке в среде защитных газов — 300 мм.

Проходы между однопостовыми источниками сварочного тока — преобразователями установок сварки (резки, наплавки) плавлением — должны быть шириной не менее 0,8 м, между многопостовыми — не менее 1,5 м, расстояние от одно- и многопостовых источников сварочного тока до стены должно быть не менее 0,5 м.

Проходы между группами сварочных трансформаторов должны иметь ширину не менее 1 м. Расстояние между сварочными трансформаторами, стоящими рядом в одной группе, должно быть не менее 0,1 м, между сварочным трансформатором и ацетиленовым генератором — не менее 3 м.

Регулятор сварочного тока может размещаться рядом со сварочным трансформатором или над ним. Установка сварочного трансформатора над регулятором тока запрещается.

Подсоединение сварочных установок к электрической сети производится только через коммутационные аппараты. Непосредственное питание сварочной дуги от силовой, осветительной и контактной сети не допускается. Схема присоединения нескольких источников сварочного тока при работе на одну сварочную дугу должна исключать возможность возникновения между изделием и электродом напряжения, превышающего наибольшее напряжение холостого хода одного из источников сварочного тока.

Напряжение холостого хода источников тока для дуговой сварки при номинальном напряжении сети не должно превышать:

- 80 V эффективного значения — для источников переменного тока ручной дуговой и полуавтоматической сварки;
- 140 V эффективного значения — для источников переменного тока автоматической дуговой сварки;
- 100 V среднего значения — для источников постоянного тока.

Одно- и многопостовые сварочные установки должны быть защищены предохранителями или автоматическими выключателями со стороны, питающей сети. Установки для ручной сварки должны быть снабжены указателем значения сварочного тока (амперметром или шкалой на регуляторе тока). Многопостовые сварочные агрегаты кроме защиты со стороны питающей сети должны иметь автоматический выключатель в общем проводе сварочной цепи и предохранители на каждом проводе к сварочному посту.

Для предотвращения загорания электропроводов и сварочного оборудования должны быть правильно выбраны: сечения кабелей по значению тока, изоляция кабелей по рабочему напряжению и плавкие вставки предохранителей по предельно допустимому номинальному току.

Присоединение к сети и отключение от нее сварочных установок должен производить электротехнический персонал предприятия, эксплуатирующий эту электросеть.

передвижные источники сварочного тока на время их перемещения должны быть отключены от сети.

Электросварочная установка на все время работы должна быть заземлена медным проводом сечением не менее 6 mm или стальным прутком (полосой) сечением не менее 12 mm². Заземление осуществляется через специальный болт, имеющийся на корпусе установки. Помимо заземления основного электросварочного оборудования в сварочных установках надлежит непосредственно заземлять тот зажим вторичной обмотки сварочного транс-

форматора, к которому присоединяется проводник, идущий к изделию (обратный провод).

Использование нулевого рабочего или фазного провода двухжильного питающего кабеля для заземления сварочного трансформатора запрещается.

Для питания однофазного сварочного трансформатора должен применяться трехжильный гибкий шланговый кабель, третья жила которого должна быть, присоединена заземляющему болту корпуса сварочного трансформатора и к заземляющей шине пункта питания помимо коммутационного аппарата.

Для питания трехфазного трансформатора должен применяться четырехжильный кабель, четвертая жила которого используется для заземления.

Заземляющая шина пункта питания должна быть соединена либо с нулевым защитным проводом питающей линии в установках с глухозаземленной нейтралью, либо с заземлителем в установках с изолированной нейтралью.

Зажим (полюс) сварочного трансформатора, присоединяемый к свариваемой детали, должен быть соединен с помощью заземляющего проводника с заземляющим болтом на корпусе сварочного трансформатора (рис. 2.10).

Сварочные кабели следует соединять путем опрессовки, сварки или пайки. Подключение кабелей к сварочному оборудованию должно осуществляться опрессованными или припаянными кабельными наконечниками. Длина первичной цепи между пунктом питания и передвижной сварочной установкой должна быть не более 10 м. Заземление передвижных или электросварочных установок должно выполняться до их подключения к сети и сохраняться до отключения от сети.

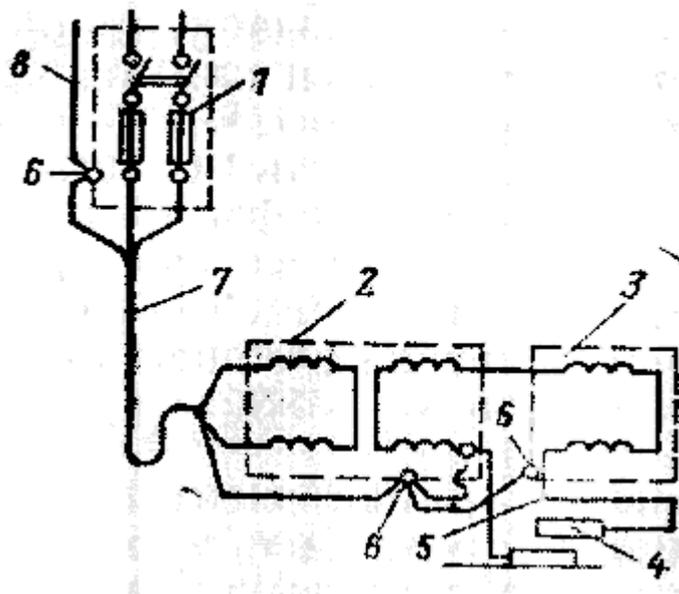


Рисунок 2.10. Схема подключения сварочного трансформатора:

1 — пункт питания; 2 — сварочный трансформатор; 3 — регулятор; 4 — электрододержатель; 5 — шланговый одножильный провод; 6 — заземляющий болт; 7 — питающий шланговый трехжильный провод с заземляющей жилой; 8 — нулевой провод сети

В качестве обратного провода, соединяющего свариваемое изделие с источником сварочного тока, могут служить стальные шины любого профиля, сварочные плиты, стеллажи и сама свариваемая конструкция (металлоконструкции и обеспаренные и обезвоженные трубопроводы в пределах котлов и турбин, на которых ведутся сварочные работы) при условии, что их сечение обеспечивает безопасное по условиям нагрева протекание сварочного тока. Соединение отдельных элементов, применяемых в качестве обратного провода, должно выполняться с помощью болтов, струбцин или зажимов. Использовать в качестве обратного провода внутренние железнодорожные пути, сети заземления или зануления, а также провода и шины первичной коммутации распределительных устройств, металлические конструкции зданий, коммуникации и технологическое оборудование запрещается. Как исключение допускается использование для этой цели при монтажных и ремонтных работах металлических строительных конструкций зданий (в том числе подкрановых путей) при условии, что вся цепь обратного провода

находится в пределах видимости и может быть проверена от источника питания до места сварочных работ.

Сварка должна производиться с применением двух проводов. Использование заземляющих проводников распределительных устройств в качестве обратного провода для сварочных установок может привести к ответвлению тока на металлические оболочки близлежащих контрольных кабелей, их повреждению и ложной работе релейной защиты. Ложная работа релейной защиты может быть обусловлена и появлением разности потенциалов между заземленными точками цепей релейных защит при работе сварочных установок.

При применении передвижных источников сварочного тока и выполнении работ в пожароопасных помещениях обратный провод должен быть изолирован так же, как прямой. Подавать напряжение к свариваемому изделию через систему последовательно соединенных металлических стержней, рельсов или любых других предметов запрещается. Если свариваемый предмет не имеет металлического контакта с заземленным столом, заземлению подлежит сам свариваемый предмет.

Перед началом электросварочных работ необходимо осмотром проверить исправность изоляции сварочных проводов и электрододержателей, а также плотность соединений всех контактов. Провода, подключенные к сварочным аппаратам, распределительным щитам и другому оборудованию, а также в местах сварочных работ, должны быть надежно изолированы и в необходимых местах защищены от действия высокой температуры, механических повреждений и химических воздействий. При повреждении изоляции проводов они должны быть заменены или заключены в резиновый шланг. Допускается изоляция поврежденных участков проводов методом вулканизации с использованием сырой резины.

Расстояние от сварочных проводов до горячих трубопроводов и баллонов с кислородом должно быть не менее 0,5 м, до баллонов и трубопроводов с горючими газами — не менее 1 м.

Рукоятки электрододержателей должны быть изготовлены из негорячего диэлектрического и теплоизолирующего материала. Пользование электрододержателями, у которых нарушена изоляция рукоятки, запрещается. Электрододержатели должны соответствовать государственному стандарту «Электрододержатели для ручной дуговой сварки. Технические условия». Применение самодельных электрододержателей запрещается.

Токопроводящие части электрододержателя должны быть изолированы, кроме того, должна быть обеспечена защита от случайного соприкосновения с ними рук сварщика или свариваемого изделия.

Разница температур наружной поверхности рукоятки на участке, охватываемом рукой сварщика, и окружающего воздуха при номинальном режиме работы электрододержателя должна быть не более 40° С.

Допускается применять для сварки постоянным током электрододержатели с электрической изоляцией только рукоятки. При этом ее конструкция должна исключать возможность образования токопроводящих мостиков между внешней поверхностью рукоятки и деталями электрододержателя, находящимися под напряжением, и непосредственного контакта с токоведущими деталями при обхвате рукоятки. На электрододержателе должна быть предупреждающая надпись: «Применять только для постоянного тока».

Ремонт сварочных установок должен выполняться только после снятия напряжения. Осмотр и чистка сварочной установки и ее пусковой аппаратуры должны производиться не реже 1 раза в месяц. Сопротивление изоляции обмоток сварочных трансформаторов и преобразователей тока должно измеряться после всех видов ремонтов, но не реже 1 раза в 12 мес.

Сопротивление изоляции обмоток трансформатора относительно корпуса и между обмотками должно быть не менее 0,5 МΩ.

Испытательное напряжение должно соответствовать значениям, указанным в таблице 2.10 При вводе в эксплуатацию и после капитального ремонта изоляция сварочного трансформатора должна быть испытана повышенным напряжением 50 Hz в течение 1 min.

Результаты измерений сопротивления изоляции и испытаний изоляции сварочных трансформаторов и преобразователей тока лица, проводившее измерения или испытания, заносятся в «Журнал учета, проверки и испытаний электроинструмента и вспомогательного оборудования к нему». На корпусе сварочного трансформатора или преобразователя должны быть указаны инвентарный номер, дата следующего измерения сопротивления изоляции и принадлежность цеху (участку и т. п.).

При работе с подручным или в составе бригады сварщик перед зажиганием дуги обязан предупредить окружающих. При ручной сварке внутри емкостей и сварке крупногабаритных изделий следует применять переносные портативные местные отсасывающие устройства, снабженные приспособлениями для быстрого и надежного крепления вблизи зоны сварки.

Таблица 2. 12

Место приложения испытательного напряжения	Испытательное напряжение, V, при напряжении питающей сети трансформаторов, V	
	до 380	свыше 380
Между первичной обмоткой и корпусом	1800	2250
Между вторичной обмоткой и корпусом	1800	1800
Между первичной и вторичной обмотками	3600	4050

Работа в замкнутых или ограниченных пространствах должна производиться в соответствии с требованиями ПБИ. Один из наблюдающих должен иметь группу по электробезопасности II или выше. Наблюдающие должны находиться снаружи свариваемой емкости. Сварка в замкнутых и труднодоступных пространствах {замкнутыми пространствами (помещениями) считаются пространства, ограниченные поверхностями, имеющие люки (лазы) размерами, препятствующими свободному и быстрому проходу через них работающих и затрудняющими естественный воздухообмен; труднодоступными пространствами (помещениями) следует считать такие, в которых вви-

ду малых размеров затруднено выполнение работ, а естественный воздухообмен недостаточен} должна производиться при выполнении следующих условий:

- наличии люков для прокладки коммуникаций и эвакуации работающих;
- непрерывной работе системы местной вытяжной вентиляции и устройств (воздухоприемников и др.), удаляющих вредные вещества, содержащиеся в воздухе, до предельно допустимых концентраций и поддерживающих содержание кислорода менее 20% по объему;
- наличии в сварочном оборудовании устройства прекращения подачи защитного газа при отключении напряжения в сварочной цепи;
- наличии ограничителя напряжения холостого хода при ручной дуговой сварке первичным током. Ограничитель, выполненный в виде приставки, должен быть заземлен отдельным проводником.

Производство электросварочных работ во время дождя и снегопада при отсутствии навесов над электросварочным оборудованием и рабочим местом электросварщика запрещается.

При электросварочных работах в производственных помещениях рабочие места сварщиков должны быть отделены от смежных рабочих мест и проходов несгораемыми экранами (ширмами, щитами) высотой не менее 1,8 м.

При сварке на открытом воздухе такие ограждения следует ставить в случае одновременной работы нескольких сварщиков вблизи друг от друга и на участках интенсивного движения людей.

Электросварщики, работающие на высоте, должны иметь специальные сумки для электродов и ящики для сбора огарков. Разбрасывать огарки запрещается. При электросварочных работах в сырых местах сварщик должен находиться на настиле из сухих досок или на диэлектрическом ковре. При любых отлучках с места работы сварщик обязан отключить сварочный аппа-

рат. При электросварочных работах сварщик и его подручные должны пользоваться индивидуальными средствами защиты:

- защитной каской из токонепроводящих материалов. Каска должна удобно сочетаться со щитком, служащим для защиты лица и глаз. Защитные щитки должны соответствовать требованиям государственного стандарта «ССБТ. Средства индивидуальной защиты. Щитки защитные для электросварщиков. Технические условия»;
- защитными очками с бесцветными стеклами для предохранения глаз от осколков и горячего шлака при зачистках сварных швов молотком или зубилом;
- рукавицами, рукавицами с крагами или перчатками из искростойких материалов с низкой электропроводностью.

Персонал должен быть проинструктирован о вредном влиянии на зрение и кожу ультрафиолетовых и инфракрасных лучей, выделяющих при электросварке.

Лица, выполняющие электросварку или присутствующие при ней, при появлении боли в глазах должны немедленно обратиться к врачу.

При сварочных работах в условиях повышенной опасности поражения электрическим током (сварка в резервуарах и др.) электросварщики кроме спецодежды должны обеспечиваться диэлектрическими перчатками, галошами или коврами и при прикосновении с холодным металлом — наколенниками и наплечниками.

2.12. Вывешивание плакатов безопасности, ограждение рабочего места

Плакаты и знаки безопасности применяются для запрещения действия с коммутационными аппаратами, при ошибочном включении которых может быть подано напряжение на место работ, для предупреждения об опасности

приближения к токоведущим частям, находящимся под напряжением, для разрешения определенных действий только при выполнении конкретных требований безопасности труда и указания местонахождения различных объектов и устройств и т. п.

На приводах разъединителей, отделителей и выключателей нагрузки, на ключах и кнопках дистанционного управления, на коммутационной аппаратуре до 1000 В (автоматы, рубильники, выключатели), при включении которых может быть подано напряжение на рабочее место, должны быть вывешены плакаты «Не включать! Работают люди» рис.2. 11 .

На присоединениях до 1000 В, не имеющих автоматов, выключателей или рубильников, плакаты вывешиваются у снятых предохранителей.

У разъединителей, управляемых оперативной штангой, плакаты вывешиваются на ограждениях, а у однополюсных разъединителей — на приводе каждого разъединителя.

На задвижках, закрывающих доступ воздуха в пневматические приводы разъединителей, вывешивается плакат «Не открывать! Работают люди».

На приводах разъединителей, которыми отключена для работ ВЛ или КЛ, независимо от числа работающих бригад должен быть вывешен один плакат «Не включать! Работа на линии». Этот плакат вывешивается и снимается по указанию работника, который дает распоряжение на подготовку рабочих мест и ведет учет числа работающих на линии бригад.



Рисунок 2.11. Плакаты по электробезопасности

Для временного ограждения токоведущих частей, оставшихся под напряжением, могут применяться щиты, ширмы, экраны и т. п., изготовленные из дерева или других изоляционных материалов.

При установке временных ограждений без снятия напряжения расстояние от них до токоведущих частей должно быть не менее указанного в таблице 2.13. В электроустановках 6 — 10 кВ это расстояние при необходимости может быть уменьшено до 0,35 м.

На временные ограждения должны быть нанесены надписи «Стойте! Напряжение» или укреплены соответствующие плакаты безопасности.

В электроустановках 6 — 15 кВ в тех случаях, когда нельзя оградить токоведущие части щитами, допускается применение изолирующих накладок, помещаемых между отключенными и находящимися под напряжением токоведущими частями (например, между контактами отключенного разъединителя). Эти изолирующие накладки могут касаться токоведущих частей, находящихся под напряжением.

**Допустимые расстояния до токоведущих частей, находящихся
под напряжением, м**

Напряжение, кВ	Расстояние от людей и применяемых ими инструментов и приспособлений, от временных ограждений	Расстояние от механизмов и грузоподъемных машин в рабочем и транспортном положениях, от стропов, грузозахватных приспособлений и грузов
До 1:		
на ВЛ	0,6	1,0
в остальных электроустановках	Не нормируется (без прикосновения)	1,0
6 — 35	0,6	1,0
110	1,0	1,5
220	2,0	2,5
500	3,5	4,5

Примечание. Здесь и в тексте настоящих Правил электроустановки напряжением 3 кВ приравниваются к электроустановкам напряжением 6 кВ, напряжением 20 кВ — к 35 кВ, 60 кВ — к 110 кВ.

Устанавливать и снимать накладки должны два человека с группами IV и III (один из них из дежурного или оперативно-ремонтного персонала), пользуясь диэлектрическими перчатками и изолирующими штангами либо клещами.

На ограждениях камер, шкафах и панелях, граничащих с рабочим местом, должны быть вывешены плакаты «Стой! Напряжение».

В ОРУ при работах, проводимых с земли, и на оборудовании, установленном на фундаментах и отдельных конструкциях, рабочее место должно быть ограждено (с оставлением прохода) канатом, веревкой или шнуром из растительных либо синтетических волокон с вывешенными на них плакатами «Стой! Напряжение», обращенными внутрь огражденного пространства.

Разрешается пользоваться для подвески каната конструкциями, не включенными в зону рабочего места, при условии, что они остаются вне огражденного пространства.

При снятии напряжения со всего ОРУ, за исключением линейных разъединителей, последние должны быть ограждены канатом с плакатами «Стой! Напряжение», обращенными наружу огражденного пространства. В ОРУ при работе во вторичных цепях по распоряжению ограждать рабочее место не требуется.

В электроустановках, кроме ВЛ и КЛ, на подготовленных рабочих местах должен быть вывешен плакат «Работать здесь».

В ОРУ на участках конструкций, по которым можно пройти от рабочего места к граничащим с ним участкам, находящимся под напряжением, должны быть установлены хорошо видимые плакаты «Стой! Напряжение». Эти плакаты может устанавливать работник с группой III из ремонтного персонала под руководством допускающего.

На конструкциях, граничащих с той, по которой разрешается подниматься, внизу должен быть вывешен плакат «Не влезай! Убьет».

На стационарных лестницах и конструкциях, по которым разрешено подниматься для проведения работ, должен быть вывешен плакат «Влезать здесь!».

Запрещается убирать или переставлять до полного окончания работы плакаты и ограждения, установленные при подготовке рабочих мест.

Постоянные плакаты и знаки рекомендуется изготавливать из электроизоляционных материалов (текстолита, гетинакса, полистирола и др.), а на бетонные и металлические поверхности (опоры ВЛ, двери камер и т. п.) — наносить красками с помощью трафаретов. Допускается установка металлических плакатов и знаков. Переносные плакаты следует изготавливать из электроизоляционных материалов (пластмассы, картона). Для открытых электроустановок допускается применение переносных плакатов и знаков из металла.

Перечень, размеры, форма, места и условия применения плакатов и знаков приведены в [5].

Примеры решения задач.

Задача 1. Сравнить опасность электропоражения персонала при прикосновении к поврежденной (пробой фазы на корпус) заземленной электроустановке при питании ее от трёхфазной четырехпроводной сети с заземленной нейтралью и от трёхфазной сети с изолированной нейтралью при следующих условиях: напряжение в сети $U = 380/220$ В, сопротивление заземления нейтрали $r_0 = 4$ Ом, сопротивление изоляции фазных проводов по отношению к земле $R = 500$ кОм, сопротивление заземления установки $R_3 = 4$ Ом. Сделать вывод об эффективности защитного заземления в сетях с различным режимом нейтрали заземленной и изолированной от земли.

Решение

1. Представим указанные условия схематично (рис.2.12).

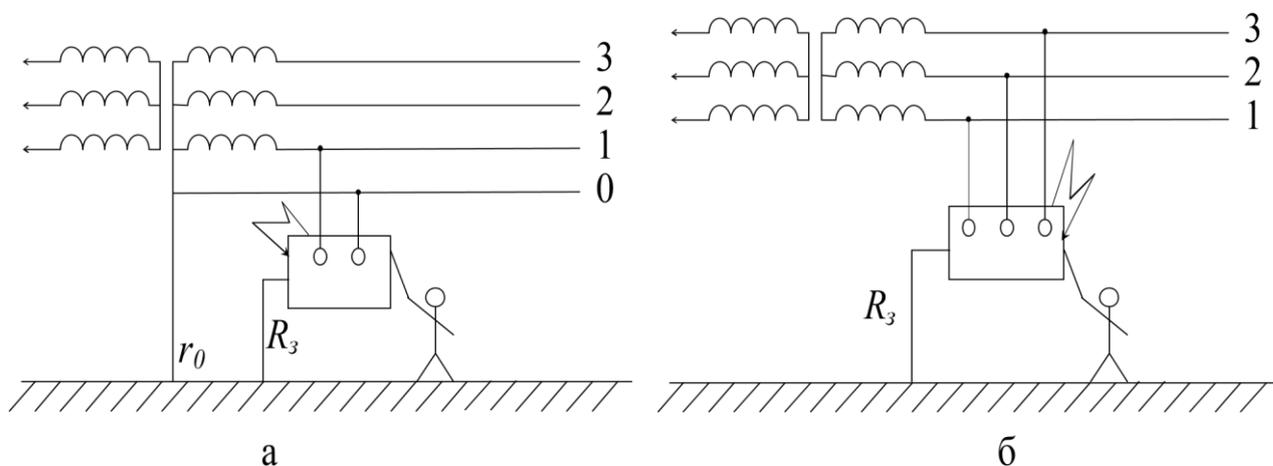


Рисунок 2.12. Схема включения человека в электрическую цепь для различных цепей

2. Для сравнения степени опасности однофазного прикосновения в указанных случаях (а, б) необходимо знать значения тока, протекающего через человека, либо значения напряжений прикосновения, которые соответственно равны:

для случая «а»

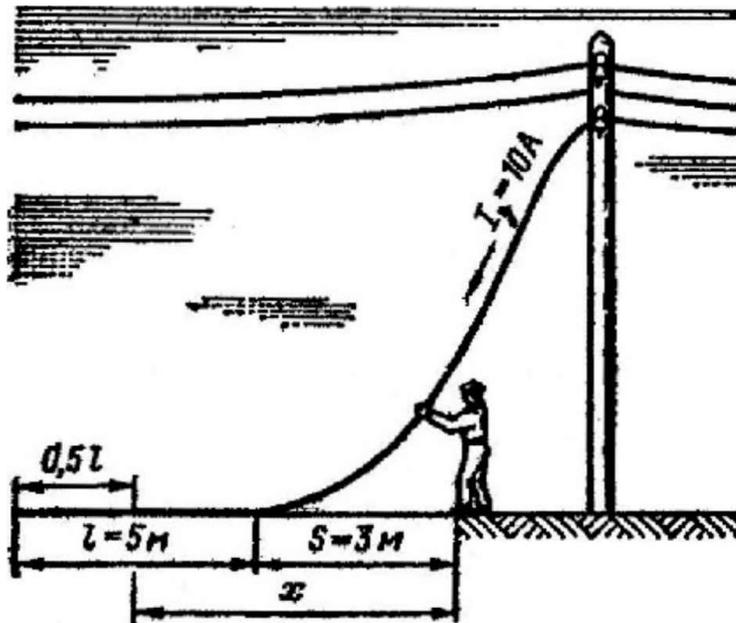
$$U_{np} = I_3 R_3 = \frac{U_{\phi}}{R_3 + r_0} R_3 = \frac{220}{4+4} \cdot 4 = 110 \text{ В};$$

для случая «б»

$$U_{np} = I_3 R_3 = \frac{3U_{\phi}}{3R_3 + Z} R_3 = \frac{3 \cdot 220}{3+4+500 \cdot 10^{-3}} \cdot 4 = 5,3 \cdot 10^{-3} \text{ В};$$

Как видно из результатов расчёта, защитное заземление эффективно в сетях с изолированной нейтралью.

Задача 2. Опасность поражения током в различных электрических цепях. Определить U_{np} , если длина участка провода, лежащего на земле $l = 5$ м; расстояние от человека до этого участка $S = 3$ м; диаметр провода $2r = 1$ см; ток замыкания на землю $I_3 = 10$ А; удельное сопротивление грунта $\rho = 10^2$ Ом х м; сопротивление тела человека $R_h = 10^3$ Ом.



Решение: Рассматривая провод, лежащий на земле, как протяжённый заземлитель круглого сечения, определим потенциал провода по формуле

$$\varphi_3 = (I_3 \times \rho) / (\pi \times l) \times \ln(l / r),$$

Подставляя значения в формулу получим:

$$\varphi_3 = (10 \times 10^2) / (3,14 \times 5) \ln(5 / 0,05) = 440 \text{ В}.$$

Потенциал на поверхности земли в том месте, где стоит человек рассчитаем по формуле :

$$\varphi_3 = (I_3 \times \rho) / (2\pi \times l) \times \ln[(2x + l) / (2x - l)],$$

Подставляя значения в формулу (1.2.) получим:

$$\varphi_{oc} = (10 \times 10^2) / (6,28 \times 5) \times \ln\{[2 \times (2,5 + 3) + 5] / [2 \times (2,5 + 3) - 5]\} = 30 \text{ В.}$$

Коэффициент напряжения прикосновения по формуле:

$$\alpha_2 = 1 / [1 + (1,5 \times 10^2) / 10^3] = 0,87$$

$$\alpha_2 = 1 / [1 / (1,5 \times \rho + R_h)]$$

$$U_{np} = (\varphi_3 - \varphi_{oc}) \cdot \alpha_2$$

Искомое напряжение прикосновения:

$$U_{np} = (440 - 30) \times 0,87 = 360 \text{ В}$$

Кейс - Стади

Электромонтер, 21 год, при приемке стационарной сети в подвальном помещении пользовался переносной лампой, питаемой напряжением 12 В. Лампа была подвешена вместе с проводом на перилах железной лестницы. Пострадавший взялся правой рукой за бухту кабеля с лампой, чтобы унести вверх, а левой рукой коснулся металлической лестницы и в этот момент вскрикнул и упал. Привести его в чувство не удалось. Опытным путем установлено сопротивление цепи рука-нога пострадавшего - 16-27 кОм, ток 1,2-4,5 мА.

Контрольные вопросы.

1. Как определяются факторы электротравматизма?
2. Как и кем производится опрос пострадавшего?
3. В чем заключается установление причин ЭТ?
4. Что является анализатором условий электротравматизма?
5. Как разрабатывается программа анализа производственного электротравматизма?
6. Где вывешивается плакат по электробезопасности?

ГЛАВА III. ЗАЩИТНОЕ ЗАЗЕМЛЕНИЕ И ЗАНУЛЕНИЕ

3.1. Защитное заземление.

Назначение, принцип действия и область применения

Защитное заземление - это соединение корпуса оборудования с землёй через малое по величине сопротивление (4 - 10 Ом). При пробое фазы на корпус сравниваются потенциалы оборудования $\varphi_{об}$ и основания $\varphi_{осн}$, а $U_{пр}$ и ток через человека становятся меньше. Применяется в основном в сетях с ИИТ до 1000 В. (рис.3.1).

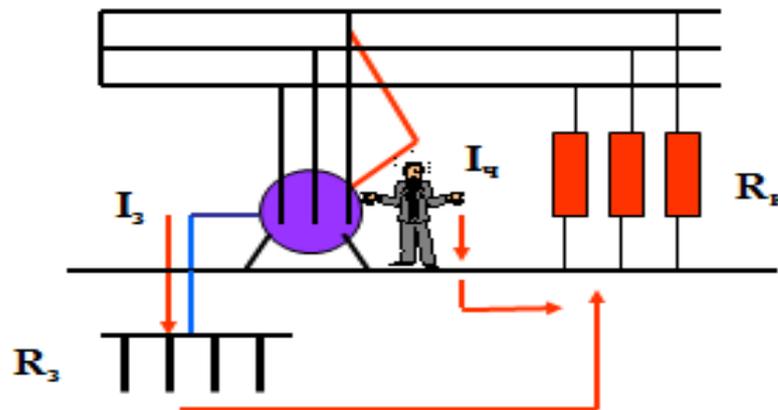


Рисунок 3.1 Схема защитного заземления.

где $R_з$ – сопротивление рабочего защитного заземлений, Ом

$$U_{пр} = \varphi_{об} - \varphi_{осн}$$

В параллельных ветвях токи обратно пропорциональны сопротивлениям

$$I_ч = I_з \cdot \frac{R_з}{R},$$

где R - суммарное сопротивление человека, обуви и пола, Ом.

Назначение защитного заземления — устранение опасности поражения током в случае прикосновения к корпусу электроустановки и другим нетоковедущим металлическим частям, оказавшимся под напряжением вследствие замыкания на корпус и по другим причинам.

Защитное заземление следует отличать от рабочего заземления и заземления молниезащиты.

Рабочее заземление – преднамеренное соединение с землей отдельных точек электрической цепи, например нейтральных точек обмоток генераторов, силовых и измерительных трансформаторов, дугогасящих аппаратов, реакторов поперечной компенсации в дальних линиях электропередачи, а также фазы при использовании земли в качестве фазного или обратного провала. Рабочее заземление предназначено для обеспечения надлежащей работы электроустановки в нормальных или аварийных условиях и осуществляется непосредственно или через специальные аппараты - пробивные предохранители, разрядники, резисторы и т. п.

Заземление молниезащиты – преднамеренное соединение с землей молниеприемников и разрядников в целях отвода от них токов молнии в землю.

Принцип действия защитного заземления — снижение до безопасных значений напряжений прикосновения и шага, обусловленных замыканием на корпус и другими причинами. Это достигается путем уменьшения потенциала заземленного оборудования, а также путем выравнивания потенциалов основания, на котором стоит человек, и заземленного оборудования.

Область применения защитного заземления:

- сети напряжением до 1000 В переменного тока трехфазные трехпроводные с сети напряжением до 1000 В переменного тока трехфазные трехпроводные с изолированной нейтралью, однофазные двухпроводные, изолированные от земли, а также постоянного тока двухпроводные с изолированной средней точкой обмоток источника тока;
- сети напряжением выше 1000 В переменного и постоянного тока с любым режимом нейтральной или средней точки обмоток источников тока (рис. 3.2).

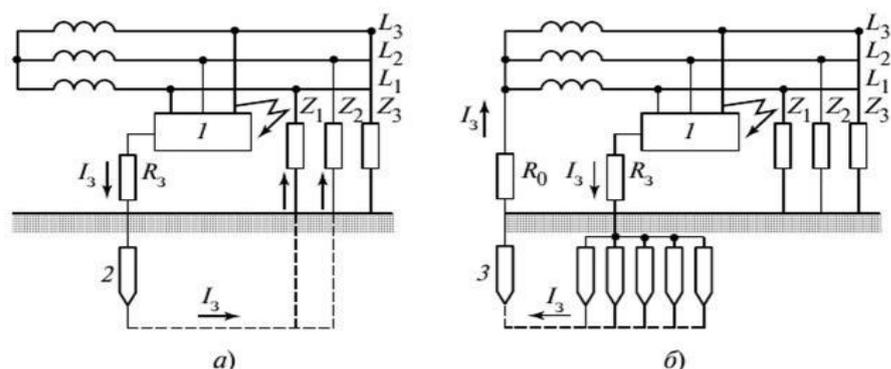


Рисунок 3.2. Принципиальные схемы защитного заземления в сетях трехфазного тока:

а – в сети с изолированной нейтралью до 1000 В и выше; б– сети с заземленной нейтралью выше 1000 В ; 1 – заземленное оборудование ; 2 – заземлитель защитного заземления ; 3 – заземлитель рабочего заземления; R_0 , R_3 – сопротивление рабочего защитного заземлений.

Защитное заземление является наиболее простой и в то же время весьма эффективной мерой защиты от поражения током при появлении напряжения на металлических нетоковедущих частях.

Типы заземляющих устройств

Заземляющим устройством называется совокупность проводников (электродов), соединенных между собой и находящихся в непосредственном соприкосновении с землей, и заземляющих проводников, соединяющих заземляемые части электроустановки с заземлителем.

В зависимости от места размещения заземлителя относительно заземляемого оборудования различают два типа заземляющих устройств: выносное и контурное.

Выносное (сосредоточенное) заземляющее устройство (рис.3.3) характеризуется тем, что заземлитель его вынесен за пределы площадки, на которой размещено заземляемое оборудование, или сосредоточен на некоторой части этой площадки.

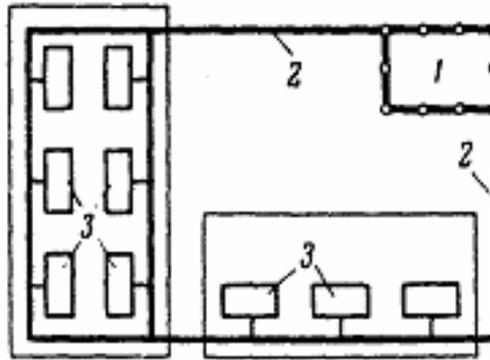


Рисунок 3.3. Выносное заземляющее устройство:

1 – заземлитель, 2 – заземляющие проводники (магистраль),
3 – заземляемое оборудование.

Существенный недостаток выносного заземляющего устройства – удаленность заземлителя от защищаемого оборудования, вследствие чего на всей или на части защищаемой территории коэффициент прикосновения $\alpha_1 = 1$. Поэтому заземляющие устройства этого типа применяются лишь при малых токах замыкания на землю, в частности в установках до 1000 В, где потенциал заземлителя не превышает значения допустимого напряжения прикосновения $U_{пр, доп}$, В (с учетом коэффициента напряжения прикосновения, учитывающего падение напряжения в сопротивлении растеканию основания, на котором стоит человек α_2):

$$\varphi_3 = r_3 \leq U_{пр, доп} / \alpha_2.$$

Кроме того, при большом расстоянии до заземлителя может значительно возрасти сопротивление заземляющего устройства в целом за счет сопротивления соединительного, т. е. заземляющего, проводника.

Достоинством выносного заземляющего устройства является возможность выбора места размещения электродов заземлителя с наименьшим сопротивлением грунта (сырое, глинистое, в низинах и т. п.). Необходимость в устройстве выносного заземления может возникнуть в следующих случаях: при невозможности по каким-либо причинам разместить заземлитель на защищаемой территории; при высоком сопротивлении земли на данной территории (например, песчаный или скалистый грунт) и наличии вне кой терри-

тории мест со значительно лучшей проводимостью земли; при рассредоточенном расположении заземляемого оборудования (например, в горных выработках) и т. п.

Контурное заземляющее устройство характеризуется тем, что электроды его заземлителя размещаются по контуру (периметру) площадки, на которой находится заземляемое оборудование, а также внутри этой площадки. Часто электроды распределяются на площадке по возможности равномерно, и поэтому контурное заземляющее устройство называется также распределенным. Безопасность при распределенном заземляющем устройстве может быть обеспечена не только уменьшением потенциала заземлителя, а и выравниванием потенциала на защищаемой территории до такого значения, чтобы максимальные напряжения прикосновения шага не превышали допустимых (рис.3.4).

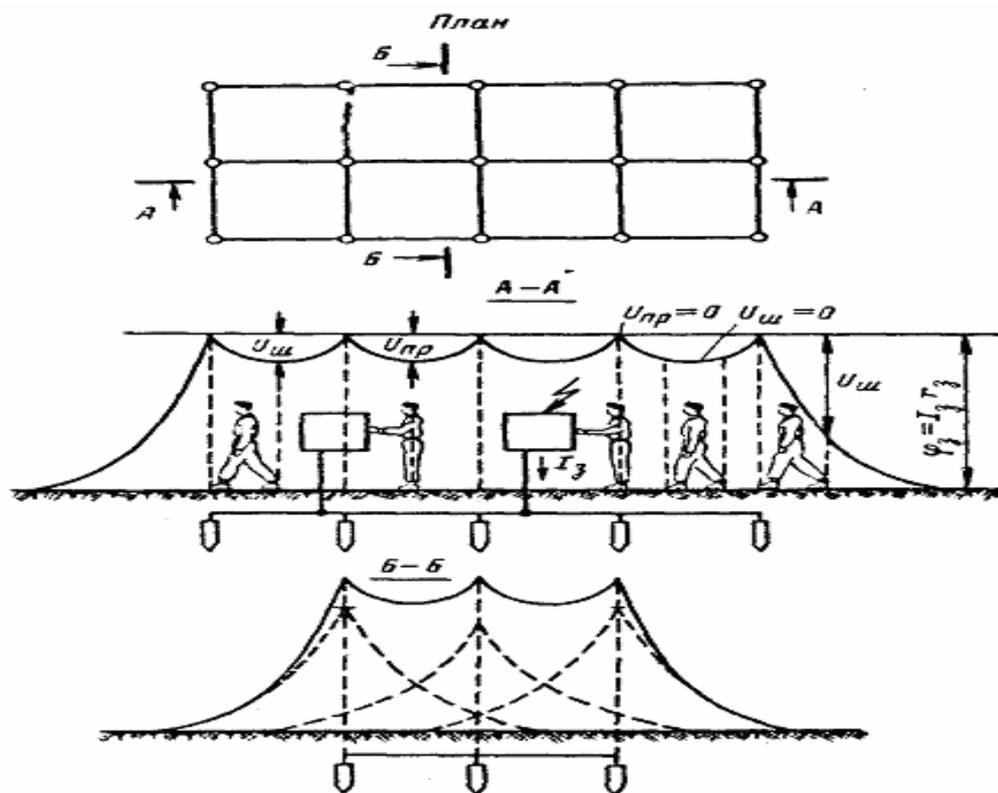


Рисунок 3.4. Контурное заземляющее устройство:

$U_{пр}$, $U_{ш}$ – напряжения прикосновения и шага; φ_3 – потенциал заземлителя; I_3 – ток, стекающий в землю через заземлитель; r_3 – сопротивление заземлителя растеканию тока

Это достигается путем соответствующего размещения одиночных заземлителей на защищаемой территории. В качестве примера на рисунке 3.4 показано распределение потенциала в момент замыкания фазы на заземленный корпус на открытой подстанции, имеющей контурное заземление. Как видно из рисунка, изменение потенциала в пределах площадки, на которой размещены электроды заземлителя, происходит плавно; при этом напряжение прикосновения U_{np} и напряжение шага $U_{ш}$ имеют небольшие значения по сравнению с потенциалом заземлителя φ_3 . Однако за пределами контура по его краям наблюдается крутой спад φ_3 . Чтобы исключить в этих местах опасные напряжения шага, которые особенно высоки при больших токах замыкания на землю, по краям контура за его пределами, в первую очередь в местах проходов и проездов, укладывают в землю на различной глубине дополнительные стальные полосы, соединенные с заземлителем.

Внутри помещений выравнивание потенциала происходит естественным путем благодаря металлическим конструкциям, трубопроводам, кабелям и подобным им проводящим предметам, связанным с разветвленной сетью заземления. Арматура железобетонных зданий также оказывает благоприятное влияние на выравнивание потенциала.

3.1.2. Заземление токоведущих частей в электроустановках подстанций и в распределительных устройствах

В электроустановках напряжением выше 1000 В заземления накладываются на токоведущие части всех фаз, полюсов отключенного для производства работ участка данной электроустановки со всех сторон, откуда может быть подано напряжение, за исключением отключенных для производства работ сборных шин, на которые достаточно наложить одно заземление.

При работах в **распределительных устройствах (РУ)** накладывать заземления на противоположных концах питающих данное устройство линий не требуется, кроме случаев, когда при производстве работ необходимо снимать заземление с вводов линий. Наложённые заземления могут быть отделены от токоведущих частей, на которых непосредственно производится ра-

бота, отключенными выключателями, разъединителями, отделителями или выключателями нагрузки, снятыми предохранителями, демонтированными шинами или проводами.

На токоведущие части непосредственно на рабочем месте заземление дополнительно накладывается в тех случаях, когда эти части могут оказаться под наведенным напряжением (потенциалом), могущим вызвать поражение током, или на них может быть подано напряжением выше 42 В переменного и 110 В постоянного тока от постороннего источника (сварочный аппарат, осветительные сети и т. п.).

Переносные заземления, наложенные на токоведущие части, должны быть отделены от токоведущих частей, находящихся под напряжением, видимым разрывом. Заземления следует накладывать в местах, очищенных от краски.

В ЗРУ переносные заземления накладываются на токоведущие части в установленных для этого местах. Эти места очищаются от краски и окаймляются черными полосами.

В ЗРУ и ОРУ места присоединения переносных заземлений к магистрали заземления или к заземленным конструкциям должны быть очищены от краски и приспособлены для закрепления.

В электроустановках, конструкция которых такова, что наложение заземления опасно или невозможно (например, в некоторых распределительных ящиках, КРУ отдельных типов и т. п.), при подготовке рабочего места должны быть приняты дополнительные меры безопасности, препятствующие ошибочной подаче напряжения на место работы: приводы и отключенные аппараты запираются на замок; ножи или верхние контакты разъединителей, рубильников, автоматов и т. п. ограждаются резиновыми колпаками или жесткими накладками из изоляционного материала; предохранители, включенные последовательно с коммутационными аппаратами, снимаются и т. п.

Эти технические мероприятия должны быть указаны в местной инструкции по эксплуатации. При невозможности принятия указанных допол-

нительных мер должны быть отсоединены концы питающей линии в РУ, на щите, сборке или непосредственно на месте работы.

Список таких электроустановок определяется и утверждается лицом, ответственным за электрохозяйство.

Наложение заземлений не требуется при работе на электрооборудовании, если от него со всех сторон отсоединены шины, провода и кабели, по которым может быть подано напряжение; если на него не может быть подано напряжение путем обратной трансформации или от постороннего источника и при условии, что на этом оборудовании не наводится напряжение. Концы отсоединенных кабелей при этом должны быть замкнуты накоротко и заземлены.

В электроустановках напряжением до 1000 В при работах со снятием напряжения на сборных шинах РУ, щитов, сборок на эти шины (за исключением шин, выполненных изолированным проводом) накладывается заземление. Необходимость и возможность наложения заземления на присоединениях этих РУ, щитов, сборок и на оборудование, получающее от них питание, определяет лицо, выдающее наряд, распоряжение согласно ПБП:

В электроустановках напряжением выше 1000 В:

- включать заземляющие ножи разрешается одному лицу с группой не ниже IV из оперативного или оперативно-ремонтного персонала;
- накладывать переносные заземления должны два лица из оперативного или оперативно-ремонтного персонала с группами по электробезопасности не ниже IV и III. Второе лицо с группой не ниже III может быть из ремонтного персонала, при этом оно должно пройти инструктаж и быть ознакомлено со схемой электроустановки;
- отключать заземляющие ножи и снимать переносные заземления может одно лицо с группой не ниже III из оперативного или оперативно-ремонтного персонала.

В электроустановках напряжением до 1000 В все операции по наложению и снятию заземлений разрешается выполнять одному лицу с группой

по электробезопасности не ниже III из оперативного или оперативно-ремонтного персонала.

Допускается временное снятие заземлений, наложенных при подготовке рабочего места, если это требуется по характеру выполняемых работ (измерение сопротивления изоляции и т. п.). При этом место работы подготавливается в полном соответствии с требованиями настоящих Правил и лишь на время производства работы снимаются те заземления, при наличии которых работа не может быть выполнена.

Временное снятие и повторное наложение заземлений производится оперативным персоналом или под его наблюдением членом бригады с группой по электробезопасности не ниже III.

В электроустановках напряжением выше 1000 В без местного оперативного персонала временное снятие и повторное наложение заземления при отсутствии допускающего может производить ответственный руководитель или производитель работ или под его наблюдением член бригады с группой не ниже III.

При выдаче наряда разрешение на временное снятие заземлений, вносится в строку «Отдельные указания» с записью о том, где и для какой цели требуется эта операция.

3.1.3. Заземление воздушных линий электропередачи

ВЛ напряжением выше 1000 В заземляются во всех РУ и у секционирующих коммутационных аппаратов, где отключена линия.

Допускается:

ВЛ напряжением 35 кВ и выше с отпайками не заземлять на отпаечных подстанциях при условии, что линия заземлена с двух концов, а на этих подстанциях заземления наложены за отключенными линейными разъединителями (со стороны подстанции);

ВЛ напряжением 6—20 кВ заземлять только в одном РУ или у одного секционирующего аппарата либо на ближайшей к этому устройству или секционирующему аппарату опоре, имеющей заземляющее устройство. В

остальных РУ этого напряжения и у секционирующих коммутационных аппаратов в местах, где воздушная линия отключена, допускается ее не заземлять при условии, что на воздушную линию будут наложены заземления между рабочим местом и этим РУ или секционирующими коммутационными аппаратами. Заземления накладываются на опорах, имеющих заземляющие устройства. Для ВЛ напряжением до 1000 В достаточно наложить заземление только на рабочем месте.

При пофазном ремонте ВЛ заземлять в РУ провод отключенной фазы запрещается. Дополнительно к заземлениям, указанным в пункте 40, на рабочем месте каждой бригады заземляются провода, а при необходимости и тросы. На отключенной и заземленной воздушной линии напряжением 35 кВ и выше при производстве работ на проводе одной фазы или поочередно на проводах каждой фазы допускается заземлять на рабочем месте провод только той фазы, на которой выполняется работа. При этом запрещается приближаться к проводам остальных незаземленных фаз на расстояние менее ПТБ.

При прочих работах на ВЛ напряжением 35 кВ и выше, а также при всех работах на ВЛ напряжением ниже 35 кВ на рабочем месте заземляются провода всех фаз.

На одноцепных ВЛ заземление на рабочем месте необходимо накладывать на опоре, на которой производится работа, или на соседней. Допускается наложение заземлений с двух сторон участка ВЛ, на котором работает бригада, при условии, что расстояние между заземлениями не превышает 2 км.

При выполнении работы на проводах ВЛ в пролете пересечения с другой ВЛ, находящейся под напряжением, заземление необходимо накладывать на опоре, где производится работа.

Если в этом пролете подвешиваются или заменяются провода либо тросы, то с обеих сторон от места пересечения заземляются как подвешиваемый, так и заменяемый провод, трос.

При работе на изолированном от опоры молниезащитном тросе или на конструкциях опоры, когда требуется приближение к этому тросу на расстояние менее 1,0 м, трос заземляется. Заземление накладывается с опоры в сторону пролета, где трос изолирован, или на этом пролете.

Если на этом пролете предусмотрена плавка гололеда, перед началом работы трос должен быть отключен и заземлен с тех сторон, откуда на него может быть подано напряжение.

Перед разрывом электрической цепи на рабочем месте (рассоединение проводов, тросов, отключение секционирующего разъединителя) заземление накладывается по обе стороны разрыва.

Переносные заземления следует присоединять:

на металлических опорах — к их элементам;

на железобетонных и деревянных опорах с заземляющими спусками — к этим спускам после проверки их целостности.

На железобетонных опорах допускается присоединять переносное заземление к арматуре или к металлическим элементам опоры, имеющим металлическую связь с арматурой.

В электросетях напряжением до 1000 В с заземленной нейтралью при наличии повторного заземления нулевого провода допускается присоединить переносные заземления к нулевому проводу.

Места присоединения переносных заземлений к заземляющей проводке или к конструкциям должны быть очищены от краски.

На всех ВЛ переносное заземление на рабочем месте можно присоединить к специальному заземлителю, погруженному в грунт на глубину не менее 0,5 м, или в зависимости от местных условий к заземлителям других типов.

На ВЛ напряжением до 1000 В при работах, выполняемых с опор либо с телескопической вышки без изолирующего звена, заземление накладывается как на провода ремонтируемой линии, так и на все подвешенные на

этих опорах провода, в том числе на провода радиотрансляции и телемеханики.

На ВЛ при подвеске проводов на разных уровнях заземление накладывается снизу вверх, начиная с нижнего провода, а при горизонтальной подвеске — начиная с ближайшего провода.

При выполняемых с опор работ на проводах (тросах) ВЛ, проходящей в зоне наведенного напряжения, или на отключенной цепи многоцепной ВЛ, остальные цепи которой находятся под напряжением, заземления накладываются на каждой опоре, где производится работа^{1*}.

В зоне наведенного напряжения при работе на проводах (тросах), выполняемых с не имеющей изолирующего звена телескопической вышки или другого механизма для подъема людей, их рабочие площадки соединяются посредством переносного заземления с проводом (тросом), а сама вышка или механизм заземляются. Провод (трос) при этом должен быть заземлен на ближней опоре.

На ВЛ накладывать переносные заземления и включать установленные на опорах заземляющие ножи должны лица из оперативного и оперативно-ремонтного персонала, одно из которых — производитель работ с группой по электробезопасности не ниже IV на ВЛ напряжением выше 1000 В и с группой не ниже III на ВЛ напряжением до 1000 В, а второе лицо — член бригады, имеющий группу не ниже III. Снимать переносные заземления допускается двум лицам, имеющим группу не ниже III.

При наложении и снятии заземлений одно из двух лиц, выполняющих эти операции, в том числе и производитель работ, может оставаться на земле. Отключать заземляющие ножи разрешается одному лицу с группой электробезопасности не ниже III из оперативного или оперативно-ремонтного персонала.

¹ * Зона наведенного напряжения — зона вдоль ВЛ переменного тока 110 кВ и выше в виде участка земли и воздушного пространства, ограниченная по обе стороны вертикальными плоскостями, отстоящими от оси ВЛ на расстоянии менее: 100 м — для ВЛ 110 кВ; 150 м — для ВЛ 150—220 кВ; 200 м — для ВЛ 330—500 кВ.

3.1.4. Заземлители

Различают заземлители искусственные, предназначенные исключительно для целей заземления, и естественные— находящиеся в земле металлические предметы иного назначения.

Для искусственных заземлителей применяют обычно вертикальные и горизонтальные электроды.

В качестве вертикальных электродов используют стальные трубы диаметром 5 — 6 см с толщиной стенки и менее 3,5 мм и угловую сталь с толщиной полки не менее 4мм (обычно это угловая сталь размером от 40 x 40 до 60 x 60 мм) отрезками длиной 2,5 — 3,0 м. Широкое применение находят также прутковая сталь диаметром не менее 10 мм, длиной до 10 м, а иногда и более. Для связи вертикальных электродов и в качестве самостоятельного горизонтального электрода применяют полосовую сталь сечением не менее 4x12 мм и сталь круглого сечения диаметром не менее 6 мм.

Размещение электродов выполняют в соответствии с проектом. Заземлители не следует размещать вблизи горячих трубопроводов и других объектов, вызывающих высыхание почвы, а также в местах, где возможна пропитка грунта нефтью, маслами и т. п., поскольку в таких местах сопротивление грунта резко возрастает.

В случае опасности усиленной коррозии заземлителей необходимо применять электроды увеличенного сечения либо оцинкованные или омедненные. В некоторых (довольно редких) случаях целесообразно выполнить электрическую защиту заземлителей от коррозии.

Для установки вертикальных заземлителей предварительно роют траншею глубиной 0,7 — 0,8 м, после чего трубы или уголки забивают механизмами — копрами, гидропрессами и т. п. (рис.3.5).

Стальные стержни диаметром 10—12 мм, длиной 4 — 4,5 м ввертывают в землю с помощью специальных приспособлений. Верхние концы погружен-

ных в землю вертикальных электродов соединяют стальной полосой на сварке. При этом полосу устанавливают на ребро, так как в таком положении удобнее приварить к вертикальным электродам и она имеет лучший контакт с землей.

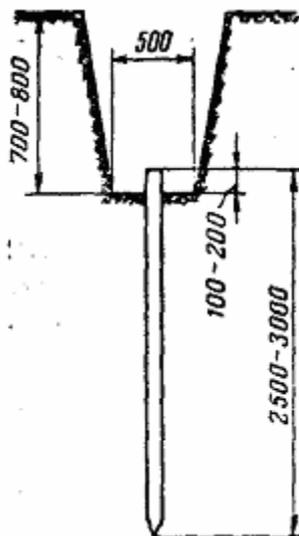


Рисунок 3.5 Установка стержневого электрода

В таких же траншеях прокладывают и горизонтальные электроды. В этом случае электроды из полосовой стали также рекомендуется ставить на ребро. Траншеи засыпают землей, очищенной от щебня и строительного мусора, с последующей тщательной трамбовкой, что снижает сопротивление растеканию заземлителя, а, следовательно, дает экономию металла.

Искусственные заземлители могут быть выполнены также из электропроводящего бетона. В качестве естественных заземлителей могут использоваться проложенные в земле водопроводные и другие металлические трубы (за исключением трубопроводов горючих жидкостей, горючих или взрывоопасных газов), обсадные трубы артезианских колодцев, скважин, шурфов и т. п.; металлические и железобетонные конструкции зданий и сооружений, имеющие соединения с землей; свинцовые оболочки кабелей, проложенных в земле; металлические шпунты гидротехнических сооружений и т. п.

В качестве естественных заземлителей подстанции и распределительных устройств (РУ) рекомендуется использовать заземлители опор отходя-

щих воздушных линий электропередачи, соединенные с помощью грозозащитных тросов линий с заземляющим устройством подстанции или РУ.

В последние годы в качестве естественных заземлителей начали использовать железобетонные фундаментные элементы опор воздушных линий электропередачи.

Хранение и учет заземлений

Комплекты переносных заземлений должны быть пронумерованы и храниться в отведенных для этого местах. Специальные места для развески или укладки переносных заземлений должны быть снабжены номерами в соответствии с номерами, имеющимися на этих комплектах.

Наложение и снятие переносных заземлений, включение и отключение заземляющих ножей должно отражаться на оперативной или мнемонической схеме, в оперативном журнале и в наряде.

Все переносные заземления должны учитываться по номерам с указанием мест их нахождения.

3.2 Зануление. Назначение, принцип действия и область применения

Зануление - это соединение корпуса оборудования с нулевым защитным проводником. При пробое фазы на корпус возникает большой ток короткого замыкания, срабатывают автоматические выключатели (АВ) или сгорают плавкие вставки предохранителей (ПР) и установка отключается. Применяется в сетях с ЗНТ до 1000В.

Принципиальная схема зануления в сети трехфазного тока показана на рисунке 3.6.

Проводник, обеспечивающий указанные соединения зануляемых частей с глухозаземленной нейтральной точкой, выводом и средней точкой обмоток источников тока, называется нулевым защитным проводником.

Нулевой защитный проводник следует отличать от так называемого нулевого рабочего проводника, который также соединен с глухозаземленной нейтральной точкой, выводом и средней точкой обмоток источников тока, но

предназначен для питания током электроприемников, т. е. является частью цепи рабочего тока и по нему проходит рабочий ток.

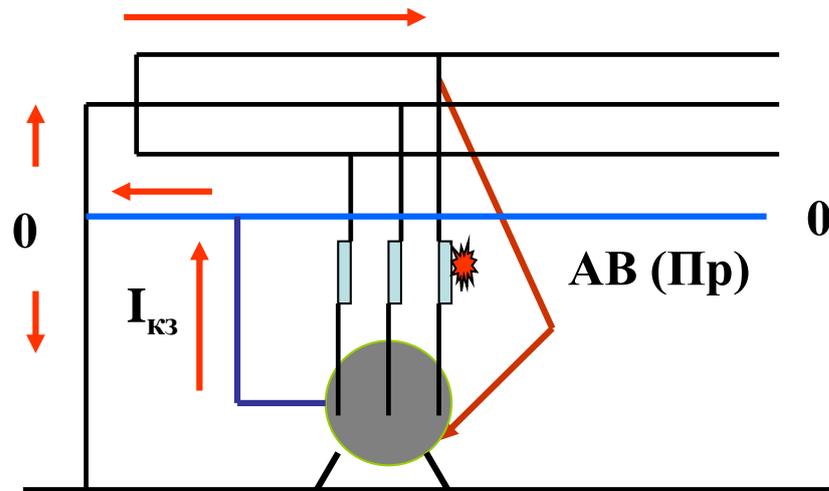


Рисунок 3.6. Принципиальная схема зануления в сети трехфазного тока

Условие срабатывания защиты:

$$I_{кз} \geq I_{ном} \cdot K ,$$

где $I_{ном}$ - номинальный ток срабатывания защиты;

K - коэффициент кратности тока.

Нулевой рабочий проводник должен, как правило, иметь изоляцию, равноценную изоляции фазных проводников; сечение его должно быть рассчитано на длительное прохождение рабочего тока.

Например, для целей освещения в квартиру вводятся два провода — один фазный, по которому ток подается к светильникам, а второй нулевой рабочий, по которому ток возвращается в наружную сеть. Эти провода одинаковы: они имеют равноценные изоляцию и проводимость.

Нулевой рабочий проводник рекомендуется использовать одновременно и как нулевой защитный, т. е. для зануления приемников энергии (за исключением приемников однофазного и постоянного тока). В этом случае нулевой рабочий проводник должен удовлетворять требованиям, предъявляемым к нулевым рабочим и защитным проводникам.

Назначение зануления — устранение опасности поражения током в случае прикосновения к корпусу электроустановки и другим металлическим

нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением относительно земли вследствие замыкания на корпус и по другим причинам.

Принцип действия зануления — превращение замыкания на корпус в однофазное короткое замыкание (т. е. замыкание между фазным и нулевым защитным проводниками) с целью вызвать большой ток, способный обеспечить срабатывание защиты и тем самым автоматически отключить поврежденную электроустановку от питающей сети. Такой защитой являются: плавкие предохранители или автоматы максимального тока, устанавливаемые для защиты от токов короткого замыкания: магнитные пускатели со встроенной тепловой защитой: контакторы в сочетании с тепловыми реле, осуществляющие защиту от перегрузки: автоматы с комбинированными расцепителями, осуществляющие защиту одновременно от токов короткого замыкания и перегрузки.

Кроме того, поскольку зануленные корпуса (или другие нетоковедущие металлические части) заземлены через нулевой защитный проводник, то в аварийный период, т. е. с момента возникновения замыкания на корпус и до автоматического отключения поврежденной электроустановки от сети, проявляется защитное свойство этого заземления, как при защитном заземлении. Иначе говоря, заземление корпусов через нулевой проводник снижает в аварийный период их напряжение относительно земли.

Таким образом, зануление осуществляет два защитных действия — быстрое автоматическое отключение поврежденной установки от питающей сети и снижение напряжения зануленных металлических нетоковедущих частей, оказавшихся под напряжением, относительно земли.

При этом отключение осуществляется лишь при замыкании на корпус, а снижение напряжения — во всех случаях возникновения напряжения на зануленных металлических нетоковедущих частях, в том числе при замыкании на корпус, электростатическом и электромагнитном влияниях соседних цепей, выносе потенциала от других электроустановок и т. п.

Область применения — трехфазные четырехпроводные сети до 1000В с глухозаземленной нейтралью, в том числе наиболее распространенные сети напряжением 380/220В, а также сети 220/127 и 660/380В. Зануление применяется и в трехпроводных сетях постоянного тока с глухозаземленной средней точкой обмотки источника энергии, а также в однофазных двухпроводных сетях переменного тока с глухозаземленным выводом обмотки источника тока.

При выборе в качестве технического способа обеспечения электробезопасности зануления необходимо произвести его расчёт. Расчёт зануления производится с целью определения условий, при которых оно надежно и быстро отключит повреждённую электроустановку от сети и одновременно обеспечит безопасность прикосновения человека к зануленным частям установки в аварийный период (при замыкании фазы на корпус электроустановки или нулевой защитный проводник). В связи с этим для определения зануления необходимо рассчитать:

- отключающую способность;
- заземление нейтрали, исходя из условий безопасности при замыкании фазы на землю;
- повторные заземлители нулевого защитного проводника для обеспечения безопасности при замыкании фазы на корпус электроустановки.

Расчёт на отключающую способность заключается в расчёте тока короткого замыкания $I_{кз}$, величина которого определяется проводимостью фазных и нулевых защитных проводников и достаточна для срабатывания устройства отключения установки (предохранитель, электромагнитный расцепитель и т.п.) от сети, т.е.

$$I_{кз} \geq k \cdot I_n, \quad (3.1)$$

где k – коэффициент кратности номинального тока: $k = 3$ для плавкой вставки предохранителя ($k = 4$ во взрывоопасных зонах); $k = 1,4$ для автоматических выключателей с номинальным током более 100 А;

I_n – номинальный ток срабатывания устройства защиты (плавкой вставки предохранителя или электромагнитного расцепителя), который определяется исходя из потребляемой мощности установки:

$$I_n = k_n \frac{N_y}{U}, \quad (3.2)$$

где $k_n = 1,1$ – коэффициент надежности;

U – напряжение питания установки.

В таблице 3.1 приведены значения номинальных токов некоторых типовых предохранителей для сетей с напряжением 220 и 380 В.

Таблица 3.1

Значения I_n для некоторых типов предохранителей

Тип предохранителя	Номинальный ток плавкой вставки, А	Тип предохранителя	Номинальный ток плавкой вставки, А
НПИ15	6, 10, 15	ПН2-250	80, 100, 120, 150
НПН 60М	20, 25, 35, 45, 60	ПН2-400	200, 250, 300, 350, 400
ПН2-100	30, 40, 50, 60, 80, 100	–	–

Ток однофазного короткого замыкания без учёта тока, протекающего через землю, величина которого незначительна, может быть определен по формуле

$$I_{кз} = \frac{U_{\phi A}}{\left(\frac{Z_m}{3}\right) + Z_n} \quad (3.3.)$$

где Z_m и Z_n – модули полного сопротивления обмоток источника питания (трансформатора, генератора) и полного сопротивления петли «фаза-нуль», Ом. Причём

$$Z_n = \sqrt{(R_{\phi} + R_{нз})^2 + (x_{\phi} + x_{нз} + x_n)^2},$$

где R_{ϕ} и $R_{нз}$ – активные сопротивления фазного и нулевого защитных проводников, Ом; x_{ϕ} и $x_{нз}$ – внутренние индуктивные сопротивления фазного и нулевого защитных проводников, Ом; x_n , Ом – внешнее индуктивное сопротивление петли «фаза-нуль».

Активное сопротивление петли «фаза-нуль» ($R_{\phi}+R_{нз}$) для проводников из цветных металлов определяют по формуле

$$R_{\phi} + R_{нз} = \sum_{i=1}^n \frac{\rho_i \cdot l_i}{S_i},$$

где ρ_i – удельное сопротивление материала 1-го участка проводника (для меди $\rho = 0,0175$ Ом·мм²/м, для алюминия $\rho = 0,028$ Ом·мм²/м); l_i , м – длина 1-го участка проводника, имеющего одинаковое поперечное сечение S_i , мм², и выполненного из одного материала; n – число первых участков, образующих цепь «фаза-нуль».

Внешнее индуктивное сопротивление x_n , а также активное сопротивление R фазного и нулевого защитных проводников из цветных металлов можно определить по погонному сопротивлению R и x_n и длине l , т.е.

$$R = R^l \mu x_n = x_n^l \cdot l.$$

В таблице 3.1 приведены значения погонного активного и внешнего индуктивного сопротивлений фазных и нулевых защитных проводников.

Внешнее индуктивное сопротивление x_n двухпроводной линии с проводами круглого сечения одинакового диаметра d (м) можно определить по формуле

$$x_n = 2f\mu l \left(\frac{2D}{d} \right),$$

где f , Гц – частота тока; l , м – длина линии;

D , м – расстояние между проводами линии;

μ – абсолютная магнитная проницаемость среды:

$$\mu = \mu_1 + \mu_0,$$

где μ_l – относительная магнитная проницаемость среды; μ_0 – магнитная постоянная.

Таблица 3.2

Погонное активное и внешнее индуктивное сопротивления фазных и нулевых защитных проводников при частоте тока 50 Гц (Ом/км)

Площадь сечения, м ²	Активное сопротивление проводников или жил кабеля при 20°С		Индуктивное сопротивление алюминиевых и сталеалюминевых проводов воздушных линий при среднем расстоянии между проводами, мм					Индуктивное сопротивление проводов и кабелей	
	медных	алюминевых и сталеалюминевых	800	1000	1500	2000	2500	провод проложен открыто	провод в трубах или кабель
10	1,64	3,14	–	–	–	–	–	0,31	0,07
16	1,2	1,96	0,374	0,389	0,411	0,48	0,442	0,29	0,07
25	0,74	1,27	0,362	0,376	0,398	0,407	0,417	0,27	0,06
35	0,54	0,91	0,349	0,364	0,388	0,404	0,412	0,26	0,06
50	0,39	0,63	0,339	0,354	0,377	0,395	0,409	0,25	0,06
70	0,28	0,45	0,329	0,343	0,367	0,385	0,399	0,24	0,06
95	0,2	0,33	0,318	0,332	0,355	0,374	0,389	0,23	0,06
120	0,158	0,27	0,315	0,325	0,349	0,368	0,382	0,22	0,06
150	0,123	0,21	0,311	0,315	0,344	0,36	0,374	0,21	0,06

Для линий длиной 1 км, проложенных в воздушной среде, при частоте тока 50 Гц,

$$x_n^l = 0,1256 \ln \left(\frac{2D}{d} \right), \text{ Ом/км.}$$

В приближенных расчетах x_n принимают равным 0,3 Ом/км для внутренней проводки и 0,6 Ом/км для воздушных линий.

Активное R_c и внутреннее индуктивное x_n сопротивления 1 км стальных проводников, в частности нулевого защитного проводника, при некоторых значениях плотности тока частотой 50 Гц приведены в таблице 3.2.. Предварительно необходимо выбрать профиль и сечение проводника, знать его длину и ожидаемое значение тока однофазного короткого замыкания $I_{кз}$. Сечение выбирают при условии, чтобы плотность тока $I_{кз} = 0,5 - 2,0$ А/мм².

Внутреннее индуктивное погонное сопротивление медных и алюминиевых проводников сравнительно мало (около 0,0156 Ом/км), поэтому им можно пренебречь.

После расчета тока однофазного короткого замыкания проверяют выполнение условия

$$I_{кз} \geq kI_n$$

для выбранного средства автоматической защиты. Если это условие не выполняется, то необходимо увеличить сечение проводников, и в первую очередь нулевого защитного проводника.

Таблица 3.3.

Погонное активное и внутреннее индуктивное сопротивление стальных проводников при частоте тока 50 Гц (Ом/км)

Размеры сечения, мм	Сечение, мм ²	R_c	X_c	R_c	X_c	R_c	X_c	R_c	X_c		
		При ожидаемой плотности тока в проводнике, А/мм ²									
		0,5		1,0		1,5		2,0			
Полоса прямоугольного сечения											

20x4	80	5,24	3,14	4,20	2,52	3,48	2,09	2,97	1,78
30x4	120	1,66	2,20	2,91	1,75	2,38	1,43	2,04	1,22
30x5	150	3,38	2,03	2,56	1,54	2,08	1,25	–	–
40x4	160	2,80	1,68	2,24	1,34	1,81	1,09	1,54	0,92
50x4	200	2,28	1,37	1,79	1,07	1,45	0,87	1,24	0,74
Проводник круглого сечения									
5	19,63	17,0	10,2	14,4	8,65	12,4	7,45	10,7	6,4
6	28,27	13,7	8,20	11,2	6,70	9,4	5,65	8,0	4,8
8	50,27	9,60	5,75	7,5	4,50	6,4	3,46	5,3	3,2
10	78,54	7,20	4,32	5,4	3,24	4,2	2,52	–	–
12	113,1	5,60	3,36	4,0	2,40	–	–	–	–
14	150,9	4,55	2,73	3,2	1,92	–	–	–	–

Расчёт заземления нейтрали источника питания и повторных заземлений нулевого провода выполняется аналогично расчету защитного заземления электроустановок. При этом сопротивление заземляющего устройства, к которому присоединяются нейтрали источников питания (трансформаторов), а также каждого повторного заземлителя, не должно превышать значений, указанных в таблице 3.3. Эти сопротивления должны обеспечиваться использованием естественных заземлений и повторных заземлений нулевого проводника воздушных линий напряжением до 1 кВ при числе отходящих линий не менее двух.

При размещении электроустановок, подлежащих занулению вне зданий, расстояние электроустановки до ближайшего заземлителя повторного зазем-

ления нулевого провода воздушной линии или до заземлителя нейтрали должно быть не более 100 м.

Таблица 3.4.

Сопровитвления нейтрали источника питания и повторных заземлений нулевого провода отходящих воздушных линий

Напряжение, В	Сопровитвление заземления нейтрали трансформатора, Ом		Сопровитвление повторного заземления нулевого прово- да, Ом	
	Эквивалентное (с учётом использо- вания естествен- ных заземлителей и повторных за- землений нулевого провода)	В том числе только ис- кусственных заземлителей	Эквивалентное сопровитвление всех повтор- ных заземле- ний	В том числе сопровитвле- ние каждого повторного заземления
660/380	2	15	5	15
380/220	4	30	10	30
220/ 127	8	60	20	60

Контроль исправности зануления

По окончании монтажных и ремонтных работ, а также в процессе эксплуатации системы зануления необходимо проверять соответствие зануления требованиям «Правил устройства электроустановок». Для этого следует: измерять сопровитвления заземления нейтрали и повторных заземлений нулевого проводника; проверять состояние элементов заземляющих устройств, целостность зануляющей сети, в том числе наличие цепи между нулевым защитным проводником и зануленным оборудованием; измерять сопровитвление петли фаза — нуль. Согласно указаниям ГОСТ 12.1.038-82 [7] необходимо также измерять напряжение прикосновения и ток, протекающий через тело человека.

3.3. Устройство защитного отключения (УЗО)

Защитное отключение. В зависимости от входного сигнала (уставки) устройства защитного отключения (УЗО) делятся на типы, реагирующие на напряжение корпуса относительно земли; ток замыкания на землю; напряжение нулевой последовательности; ток нулевой последовательности; оперативный ток и т.д.

УЗО, предназначенные для отключения электроустановок при прикосновении человека к частям, находящимся под напряжением, должны иметь такие характеристики, чтобы при их использовании ток, протекающий через человека I_h (или U_{np}), и продолжительность воздействия тока τ в интервале до 1 с не превышали допустимых значений (табл.3.5). Исходя из этого условия, требуемое время срабатывания τ_c УЗО может быть определено либо по графику (рис. 3.7), либо по данным таблицы 3.6.

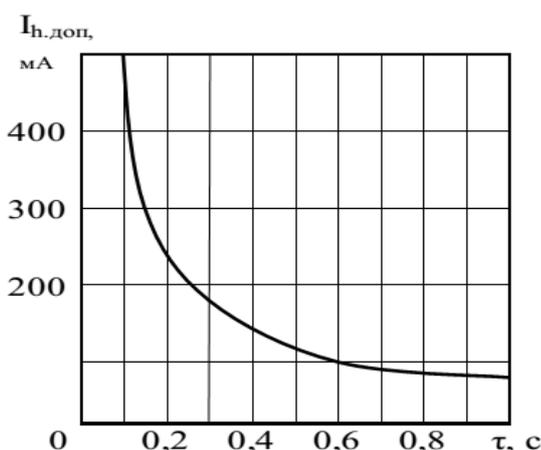


Рисунок 3.7 График зависимости $I_{h, доп.}$ от продолжительности воздействия тока

Выбор уставки производится исходя из условий обеспечения безопасности с помощью расчётных зависимостей, связывающих входной сигнал УЗО с параметрами электрической сети и тела человека. Рассчитанные величины уставок следует скорректировать до рекомендуемых значений.

Для сетей с глухозаземлённой нейтралью стандартные значения уставок составляют 0,002, 0,006, 0,01, 0,02, 0,03, 0,1, 0,3, 0,5, 1 А (для селективных УЗО ещё 2 и 5 А).

Для сетей с изолированной нейтралью при выборе уставки следует пользоваться следующими рекомендациями. Для селективных УЗО рекомендуются следующие значения уставок: при напряжении сети до 1000 В – 0,025 А и свыше 1000 В – 0,3, 0,5, 0,75, 1,5 А.

Таблица 3.5

Напряжения U_{np} и токи I_n , проходящие через человека при аварийном режиме работы электроустановки

Род и частота тока	Нормируемая величина	Наибольшие допустимые значения при продолжительности воздействия, с											
		0,01 -0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	более 1,0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Переменный, 50 Гц	U_{np}^{don}	650	500	250	165	125	100	85	70	65	55	50	42
	$>^B Adorn_{mA}$	650	500	250	165	125	100	85	70	65	55	50	6
Переменный, 400 Гц	U_{np}^{don}	650	500	500	330	250	200	170	140	130	110	100	42
	$>^B Adorn_{mA}$	650	500	500	330	250	200	170	140	30	110	100	8
Постоянный	U_{np}^{don}	650	500	400	350	300	250	240	230	220	210	200	50
	$>^B Adorn_{mA}$	650	500	400	350	300	250	240	23	22	210	20	15
									0	0		0	

В устройствах, реагирующих на ток нулевой последовательности, датчиком является трансформатор тока нулевой последовательности (ТТНП). Наибольшее распространение получила конструкция датчика с магнитопроводом тороидальной формы. Первичными обмотками трансформатора служат фазные проводники, пропущенные через окно магнитопровода; вторичная обмотка равномерно расположена на магнитопроводе и нагружена на входное сопротивление преобразователя.

Таблица 3.6

Рабочие параметры некоторых типов УЗО

Тип УЗО	Напряжение сети, В	Переменный ток, Гц	Нейтраль	Мощность защищаемой установки, кВт	Ток нагрузки, А	Чувствительность (по току утечки фазы на землю), мА	Время срабатывания защиты, с
УА-КИ-380	220/380	50	Изолированная	–	–	–	–
УА-КИ-660	380/660	50	– // –	–	–	–	–
С-881	220	50	Заземленная	0,6	–	10	–
С-899	220	200	– // –	–	–	20	0,02
С-901	220/380	50	– // –	1,1/2,2	–	10	–
С-904	220/380	50	– // –	–	–	0,8	–
ИЭ-9801	220/380	50	– // –	2,2	–	1,0	0,05
ИЭ-9802	220/380	50	– // –	2,2/4	–	150	0,05
ИЭ-9806	220/380	200	– // –	2,2	–	30	0,05
ИЭ-9807	220/380	50	– // –	–	16 – 40	10	0,1
ЗО-УП-25	220/380	50	– // –	–	25	10	0,05
РУД-024	220/380	50	– // –	–	25	20	0,025

При замыкании на заземленный корпус входной ток ТТНП:

$$I_{вх} = \frac{I_h R_h}{R_3 \alpha_1 \alpha_2} = \frac{U}{R_3 \alpha_1 \alpha_2}.$$

Уставка УЗО в этом случае должна удовлетворять соотношению

$$I_y = \frac{U_{пр.доп}}{R_3 \alpha_1 \alpha_2}$$

или

$$I_y \leq \frac{I_{h,доп} R_h}{R_3 \alpha_1 \alpha_2},$$

где $U_{пр.доп}$ и $I_{h,доп}$ – предельно допустимые напряжения прикосновения и ток через тело человека в зависимости от времени его воздействия (табл. 3.1).

В худшем по условиям поражения случае $\alpha_1 = \alpha_2 = 1$, тогда

$$I_y = \frac{U_{пр.доп}}{|Z_p + R_3|} \quad \text{или} \quad I_y = \frac{I_{h,доп} R_h}{R_3 \alpha_1 \alpha_2}$$

Эти соотношения позволяют определить уставку и быстродействие УЗО по заданному сопротивлению R_3 или по известным характеристикам УЗО найти необходимое сопротивление заземляющего устройства. При замыкании фазы на зануленный корпус ток уставки:

$$I_y \leq I_{кз}.$$

Совместное применение зануления и защитного отключения позволяет снизить требования к сопротивлению петли «фаза-нуль» и к коэффициенту фазности номинального тока автомата защиты.

Устройства с уставкой 10 мА обеспечивают высокую вероятность защиты как при прямом, так и при косвенном прикосновении человека к токоведущим частям. Устройства с уставкой 300, 500 и 1000 мА эффективны только при замыкании на заземлённый (или занулённый) корпус.

В таблице 3.7. приведены характеристики выпускаемых промышленностью УЗО, реагирующих на ток нулевой последовательности.

Таблица 3.7.

Характеристика УЗО, реагирующих на ток нулевой последовательности ($f = 50\text{Гц}$)

Наименование УЗО	Напряжение сети, В	Характеристики об- служиваемой установки		Уставка защиты (при одно- фазной утечке на землю), мА	Время сраба- тывания за- щиты, с, не более
		Мощность, кВт, не более	Номинальный ток, А		
ИЭ-9813	380/220	–	10	10	0,05
ИЭ-9814	380/220	–	10	10	0,05
ЗОУП-25	380/220	–	25	10	0,05 – 0,1
ЗОУП-25П4	220/200	5	–	10	0,05
АЕ-2443	380/220	–	63	30, 100	0,1
РУД-05	380/220	–	100	30, 100	0,06
РУД-05-УЗ	380/220	–	100,250	30, 100, 300	0,06

Рекомендуемая схема включения УЗО представлена на рис. 3.8. Такое подключение трёхфазной нагрузки N_1 позволяет максимально использовать эффективность УЗО и дает возможность подключать в зоне защиты однофазные нагрузки N_2 . Фазные и нулевой рабочий проводники образуют первичную обмотку ТТНП.

При такой схеме проявляются одновременно защитные свойства зануления и защитного отключения.

УЗО на токе нулевой последовательности используется в сетях любого напряжения с различным режимом нейтрали с целью защиты человека как в случае прикосновения к корпусу электроустановки, оказавшемуся под напряжением, так и при прикосновении непосредственно к фазе сети.

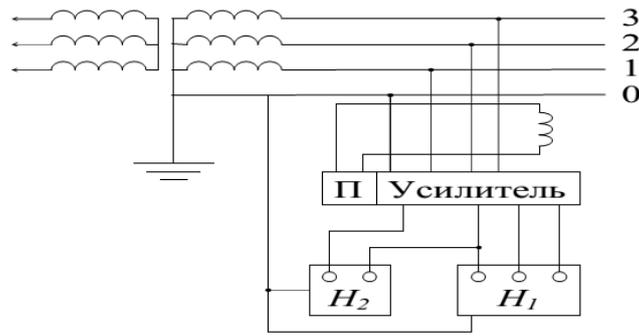


Рисунок 3.8 Рекомендуемая схема включения УЗО:

H_1 – трёхфазный потребитель; H_2 – однофазный потребитель

Устройства, реагирующие на потенциал корпуса, рекомендуется применять в сетях всех напряжений независимо от режима нейтрали, когда система защитного заземления или зануления малонадежна или недостаточно эффективна.

При пробое фазы на корпус срабатывает реле напряжения (РН), настроенное на определённую уставку, и установка отключается контактором (К) (рис.3.9.)

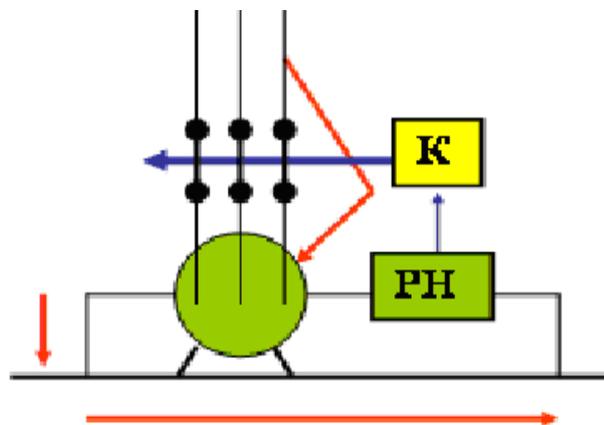


Рисунок 3.9. Принципиальная схема УЗО

Расчет УЗО выполняется в следующей последовательности:

1. Определяется уставка $\varphi_{уст}$, т.е. производится расчет допустимого значения потенциала на корпусе относительно земли, при котором напряжение прикосновения не превысит допустимое:

$$\varphi_{уст} \leq \frac{U_{пр.доп}}{\alpha_1 \alpha_2},$$

где α_1 и α_2 – коэффициенты напряжения прикосновения.

2. Рассчитывается напряжение срабатывания U_{cp} РН, которое должно быть меньше $\varphi_{уст}$ и $U_{пр.доп}$:

$$U_{cp} = \frac{U_{пр.доп} Z_p}{\alpha_1 \alpha_2 (Z_p + r_B)} \quad (3.4)$$

где Z_p — полное сопротивление реле.

При известных данных РН (U_{cp} , Z_p) для $U_{пр.доп}$ из этого же соотношения можно рассчитать сопротивление вспомогательного заземления.

По величине U_{cp} выбирают тип реле, представленной в таблице 3.8.

Таблица 3.8.

Некоторые типы реле напряжений

Тип реле	Напряжение срабатывания, В	Первый диапазон		Второй диапазон	
		Длительно допустимое напряжение, В	Полное сопротивление обмотки реле, Ом	Напряжение срабатывания, В	Полное сопротивление обмотки реле, Ом
РН53/60	15 – 60	33	660	30 – 60(66)	1400
РЧ53/60Д	15 – 60	110	1620	30 – 60(220)	4680
РН53/200	50 – 200	220	7120	100 –	15980
РН53/400	100 – 400	110	24700	200 –	57200

Устройство, реагирующее на ток замыкания на землю (рис. 3.10), рекомендуется применять в установках, корпуса которых изолированы от земли и между которыми нет электрической связи. Это – ручной электрифицированный инструмент, передвижные установки и т.д. Напряжение питающей сети и режим нейтрали могут быть любыми.

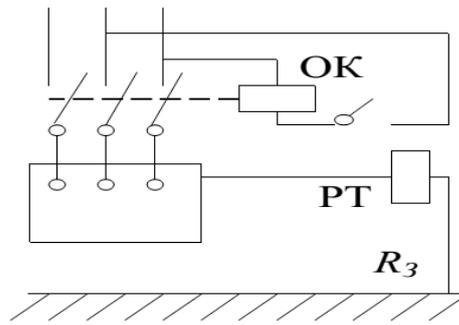


Рисунок 3.10. Принципиальная схема УЗО, реагирующего на ток замыкания на землю:

$R_з$ – заземление корпуса; ОК – отключающая катушка автоматического выключателя; РТ – реле тока

При расчёте данного типа УЗО вначале, исходя из условий безопасности, рассчитывают уставку, т.е. допустимое значение тока, проходящего через заземляющий проводник:

$$I_y = \frac{U_{\text{пр.доп}}}{Z_p + R_з}$$

Уставка реле для схемы с включением обмотки реле в рассечку зануляющего проводника

$$I_y = K_з I_{кз}, \quad (3.5.)$$

где $K_з = (0,5 - 0,7)$ – коэффициент запаса;

$I_{кз}$ – максимальный ток короткого замыкания.

Затем определяют ток срабатывания РТ, который должен быть равен току уставки $I_{уст}$ (т.е. $I_{ср} = I_{уст}$), и выбирают тип реле по таблице 3.8.

Устройства, реагирующие на оперативный ток (рис.3.11), можно применять в сетях напряжением до 1000 В с изолированной нейтралью. При этом корпуса защищаемого оборудования могут быть как заземлены, так и изолированы от земли.

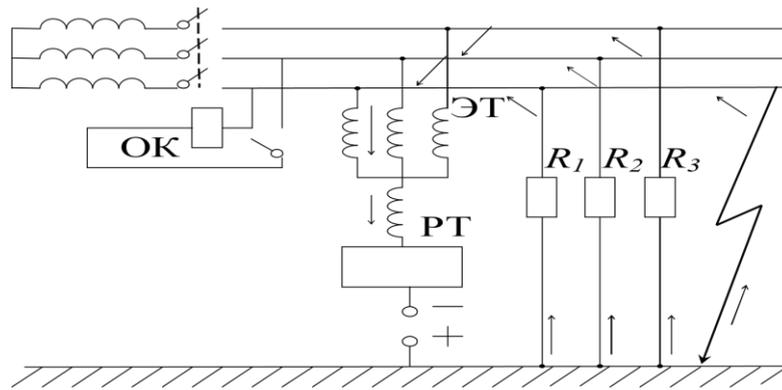


Рисунок 3.11. Принципиальная схема УЗО, реагирующего на оперативный постоянный ток: ОК – отключающая катушка; РТ – реле с малым током срабатывания; ЭТ – трёхфазный дроссель (для получения нулевой точки)

В данном УЗО уставкой является эквивалентное R_3 , зависящее от активного сопротивления изоляции проводов (R_1, R_2, R_3) и замыкания на землю r_{3M} :

$$R_{уст} \geq R_3,$$

откуда
$$R_3 = \frac{Rr_{3M}}{R+r_{3M}},$$

где R – активное сопротивление изоляции фазных проводов по отношению к земле:

$$R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}};$$

$$R_{уст} \geq \frac{RR_h}{R + R_h}.$$

Уставка не зависит от степени несимметрии сопротивлений изоляции фаз. Ток срабатывания РТ определяется зависимостью:

$$I_{ср} \geq \frac{U_{ист}}{R_{РТ} + R_{уст}},$$

где $U_{ист}$, В – напряжение источника постоянного тока;

$R_{РТ}$ – сопротивление реле тока.

Наиболее часто применяются следующие УЗО, представленные в таблице 3.7): вентильные (УАКИ-380, УАКИ-660); на токе нулевой последовательности (С-881, С-901, ИЭ9801, РУД-024 и ЗОУП-25); комбинированные на постоянном токе и токе замыкания на землю (С-904, ИЭ-9802); на напряжении нулевой последовательности и постоянном оперативном токе (С-899, ИЭ-9806).

Защитное отключение рекомендуется применять в качестве основной дополнительной меры защиты, если электробезопасность не может быть обеспечена путём устройства защитного заземления или зануления, а также в случаях, когда устройство заземления или зануления трудновыполнимо или экономически нецелесообразно.

Устройства защитного отключения могут применяться в сетях любого напряжения с любым режимом нейтрали. Чаще всего УЗО используются в электроустановках напряжением до 1 кВ, когда высока вероятность случайного контакта людей с токоведущими частями, в передвижных электроустановках, в электрифицированном инструменте и др.

Расчёт защитного заземления

Расчёт защитного заземления может выполняться по допустимому сопротивлению заземляющего устройства R_3 или по допустимым напряжениям прикосновения и шага $U_{пр}$ и $U_{ш}$.

Допустимые значения сопротивления заземляющих устройств согласно “Правил устройства электроустановок” следующие:

- Для установок до 1000 В

$R_3 = 4 \text{ Ом}$ - если суммарная мощность источников тока, питающих сеть более 100 кВт.

$R_3 = 10 \text{ Ом}$ - во всех остальных случаях.

- Для установок выше 1000 В

$R_3 = \frac{250}{I_3} \leq 10 \text{ Ом}$ - в сетях с номинальным напряжением 6, 35 кВ с изолированной нейтралью при малых токах заземления (менее 500 А) при условии ис-

пользовании заземляющих устройств только для электроустановок напряжением выше 1000 В.

$$R_3 = \frac{125}{I_3} \leq 10 \text{ Ом} \quad \text{- то же в сетях с номинальным напряжением 6, 35 кВ с}$$

изолированной нейтралью и малыми токами заземления, но с использованием заземляющих устройств одновременно и для электроустановок напряжением до 1000 В.

$R_3 = 0,5 \text{ Ом}$ - в сетях напряжением 110 кВ и выше с эффективно заземлённой нейтралью при больших токах замыкания (более 500 А).

Ток замыкания на землю I_3 в установках напряжением более 1000 В без компенсации ёмкостных токов определяется из выражения

$$I_3 = \frac{U}{350} (35l_{К.Л.} + l_{В.Л.}), \text{ А} \quad (3.6)$$

где U – линейное напряжение сети, кВ;

$l_{К.Л.}$ - длина кабельных линий, км;

$l_{В.Л.}$ - длина воздушных линий, км.

В установках напряжением более 1000 В без компенсации ёмкостных составляющих ток замыкания на землю принимается равным

$$I_3 = 1,25 \cdot I_{НОМ}, \text{ А}$$

$I_{НОМ}$ - номинальный ток потребителей сети.

Порядок расчёта одиночных искусственных заземлений

1. Определить допустимое сопротивление заземляющего устройства - R_3 (см. выше).

2. Принять тип заземлителя, который может быть выполнен из стальных стержней диаметром $d = 12 \div 20 \text{ мм}$ и длиной $l = 5 \div 10 \text{ м}$, из стальных труб $d = 25 \div 50 \text{ мм}$ и $l = 2,5 \div 5 \text{ м}$, из стальной полосы шириной $b = 20 \div 40 \text{ мм}$ и длиной 15, 25, 50 м. Расстояние между одиночными

вертикальными заземлителями принимается $a = 1 \div 5$ м, глубина заложения заземлителей принимается $H_0 = 0,5 \div 0,8$ м.

3. Определить величину удельного сопротивления грунта $\rho_{ГР}$ по табл. 3.9.

4. Определить общее сопротивление одиночных заземлителей.

- для вертикальных заглублённых в грунте по формуле:

$$R_{OB} = \frac{\rho_{ГР}}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4H+l}{4H-l} \right), \text{ Ом}, \quad (3.7)$$

где l , d и H – длина, диаметр и глубина заложения середины электрода от поверхности грунта, м, определяемая по формуле $H = H_0 + \frac{1}{2}l$, м.

- для горизонтальных полос, заглубленных в грунте, по формуле

$$R_{OB} = \frac{\rho_{ГР}}{2\pi l} \ln \frac{2l^2}{b \cdot H_0}, \text{ Ом}, \quad (3.8)$$

где l , b и H_0 - длина, ширина и глубина заложения полосы в грунте, м, показанные на рисунке 3.12.

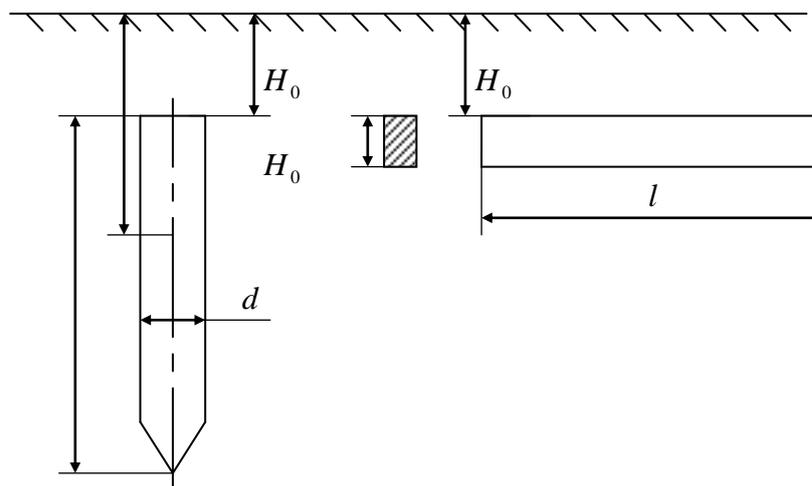


Рисунок 3.12. Схема расположения электродов защитного заземления в грунте

Если общее сопротивление R_{OB} меньше или равно допустимому сопротивлению R , то принимаем один заземлитель. Если общее

сопротивление R_{OB} больше допустимого сопротивления R , то необходимо принять несколько заземлителей.

5. Определить количество заземлителей по формуле

- для вертикальных заземлителей, заглубленных в грунте

$$n = \frac{R_{OB}}{R \cdot \eta_B}, \text{ шт} \quad (3.9)$$

где η_B - коэффициент использования вертикальных заземлителей, определяемый из таблицы 3.10

- для горизонтальных полосовых заземлителей, заглубленных в грунте

$$n = \frac{R_{OB}}{R \cdot \eta_G}, \text{ шт} \quad (3.10)$$

где η_G - коэффициент использования уложенных полос, определяемый из таблицы 3.11.

6. Определить сопротивление соединительной полосы заземлителей в грунте по формуле

$$R_{ПОЛ} = \frac{\rho_{гр}}{2\pi l_{ПОЛ}} \ln \frac{2l_{ПОЛ}^2}{b \cdot H_0}, \text{ Ом} \quad (3.11)$$

Здесь $l_{ПОЛ}$, b и H_0 - см. рис.3.12

$l_{ПОЛ} = 1,05 \cdot a \cdot (n - 1)$ - при расположении заземлителей в ряд

a - расстояние между заземлителями

n - количество заземлителей, принимаемое из расчёта.

7. Определить общее сопротивление заземляющего устройства (заземлителей и соединительных полос) по формуле

$$R_{общ} = \frac{R_{OB} \cdot R_{ПОЛ}}{R_{OB} \cdot \eta_{ПОЛ} + R_{ПОЛ} \cdot \eta_{B,G} \cdot n}, \text{ Ом} \quad (3.12)$$

где $\eta_{ПОЛ}$ - коэффициент использования соединительной полосы.

$\eta_{B,Г}$ - коэффициент использования заземлителей. При вертикальных заземлителях принимается из таблицы 3.10, при горизонтальных полосовых заземлителях из таблицы 3.11.

Если полученное значение полного сопротивления защитного заземления значительно меньше (в два и более раз) допустимого сопротивления $R_{П} \ll R$ необходимо уменьшить количество заземлителей, или изменить их размеры, или выбрать грунт с большим удельным сопротивлением.

Таблица 3.9.

Приближённые значения удельных электрических сопротивлений различных грунтов и воды

Грунт, вода	Возможные пределы колебаний, Ом.м
Глина	8 – 70
Суглинок	40 - 150
Песок	400 – 700
Супесок	150 – 400
Торф	10 – 20
Чернозём	9 – 63
Садовая земля	30 – 60
Каменистый	500 – 800
Скалистый	$10^4 - 10^7$
Вода: морская	0,2 – 1
речная	10 - 100

**Коэффициенты использования η_e вертикальных электродов без учета
влияния полосы связи и их количества n**

$a l$	При размещении в ряд			При размещении по контуру		
	η_e	n	$\eta_e n$	η_e	n	$\eta_e n$
1	0,85	2,0	1,70	0,69	4,0	2,76
	0,78	3,0	2,34	0,61	6,0	3,66
	0,73	4,0	2,92	0,55	10	5,50
	0,70	5,0	3,50	0,47	20	9,40
	0,65	6,0	3,90	0,41	40	16,4
	0,59	10	5,90	0,39	60	23,4
	0,54	15	8,10	0,36	100	36,0
	0,48	20	9,60	–	–	–
2	0,91	2,0	1,82	0,78	4,0	3,12
	0,87	3,0	2,61	0,73	6,0	4,38
	0,83	4,0	3,32	0,68	10	6,80
	0,81	5,0	4,05	0,63	20	12,6
	0,77	6,0	4,62	0,58	40	23,2
	0,74	10	7,40	0,55	60	33,0
	0,70	15	10,50	0,52	100	52,0
	0,67	20	13,40	–	–	–
3	0,94	2,0	1,88	0,85	4,0	3,4
	0,91	3,0	2,73	0,80	6,0	4,8
	0,89	4,0	3,56	0,76	10	7,6
	0,87	5,0	4,35	0,71	20	14,2
	0,85	6,0	5,10	0,66	40	26,4
	0,81	10	8,10	0,64	60	38,4
	0,78	15	11,70	0,62		62,0
	0,76	20	15,20	–		–

Коэффициенты использования η_2 горизонтального полосового электрода, соединяющего вертикальные электроды

$a \ l$	Количество вертикальных электродов											
	2	4	6	8	10	20	30	40	50	60	70	100
при расположении электродов в ряд												
1	0,85	0,77	0,72	0,67	0,62	0,42	0,31	–	–	–	–	–
2	0,94	0,89	0,84	0,79	0,75	0,56	0,46	–	–	–	–	–
3	0,96	0,92	0,88	0,85	0,82	0,68	0,58	–	–	–	–	–
при расположении электродов по контуру												
1	–	0,45	0,40	0,36	0,34	0,27	0,24	0,22	0,21	0,20	0,20	0,19
2	–	0,55	0,48	0,43	0,40	0,32	0,30	0,29	0,28	0,27	0,26	0,23
3	–	0,70	0,64	0,60	0,56	0,45	0,41	0,39	0,37	0,36	0,35	0,33

Расчёт защитного отключения

Необходимо подобрать типовое реле в УЗО, работающем на токе замыкания на землю, и используемое для обеспечения электробезопасности персонала в установке, питающейся от трёхфазной четырёхпроводной сети с заземлённой нейтралью. Представим схему УЗО на токе замыкания на землю в указанных условиях (рис. 3.13).

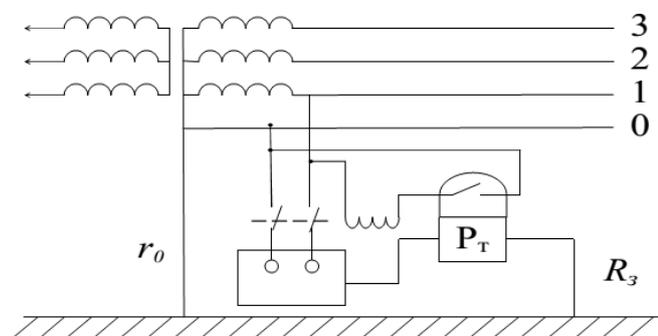


Рисунок 3.13. Схема УЗО на токе замыкания на землю в указанных условиях:

$$U = 380/220 \text{ В}; Z_p = 32 \text{ Ом}; R_3 = 10 \text{ Ом}$$

Для подбора типового реле тока необходимо знать ток срабатывания реле (табл. 3.4), который, равен току уставки, т.е. $I_{сп} = I_{уст}$.

Ток уставки

$$I_y = \frac{U_{np.дон}}{Z_p + R_3},$$

где $U_{np.дон}$ – предельно допустимое напряжение прикосновения. При продолжительном воздействии тока (более 1 с) оно не должно превышать 42 В (табл. 1.5); $Z_p = 32 \text{ Ом}$ – полное сопротивление обмотки реле;

$R_3 = 10 \text{ Ом}$ – сопротивление заземления. Тогда

$$I_y = \frac{42}{42} = 1 \text{ А.}$$

Таблица 3.12

Некоторые типы реле тока

Тип реле	Ток срабатывания реле при соединении катушек реле, А		Тип реле	Ток срабатывания реле при соединении обмоток, А	
	последовательно	параллельно		последовательно	параллельно
РТ40/0,2	0,05 – 1	0,1 – 0,2	РТ40/2	5 – 10	10 – 20
РТ40/0,6	0,15 – 0,3	0,3 – 0,6	РТ40/5	12,5 – 25,0	25 – 50
РТ40/2	0,5 – 1	1 – 2	РТ40/10	25 – 50	50 – 100
РТ40/6	1,5 – 3	3 – 6	РТ40/2	50 – 100	100 – 200
РТ40/10	2,5 – 3	5 – 10	–	–	–

Согласно табл.3.4, подходящим для заданных условий будет реле типа РТ40/2 при параллельном соединении обмоток.

Задача. Определить необходимость проектирования искусственного заземлителя заземляющего устройства, если известно, что для защитного заземления можно использовать железобетонный фундамент корпуса раз-

мерами 5x10 м, в котором будет эксплуатироваться установка, питающаяся от трехфазной сети с изолированной нейтралью. $U = 220/127$ В;

$P_c = 100$ кВт·А; мощность установки $N_u \approx 5$ кВт. Известно, что верхний слой грунта, с которым контактирует фундамент – пористый известняк толщиной 1,5 м; нижний слой состоит из мела.

Решение.

1. Согласно методике расчёта заземляющего устройства, вначале необходимо определить значение допустимого сопротивления защитного заземления $R_{з.дон}$, которое должно быть не более 4 Ом, так как напряжение в сети до 1000 В, а мощность сети более 100 кВт·А.

2. Так как на территории проектируемого заземляющего устройства в качестве естественного заземлителя по условиям задачи можно использовать железобетонный фундамент корпуса, то необходимо рассчитать его сопротивление растеканию тока и сравнить с требуемым ($R_{з.дон}$).

Сопротивление растеканию тока железобетонных фундаментов рассчитывается по формуле

$$R_{cp} = \frac{0,5 \rho_{\text{э}}}{\sqrt{S}},$$

где $S, \text{ м}^2$ – площадь, ограниченная периметром здания на уровне поверхности земли.

Согласно условию, $S = 5 \cdot 10 = 50 \text{ м}^2$; $\rho_{\text{э}}, \text{ Ом} \cdot \text{ м}$ – удельное эквивалентное

$$\rho_{\text{э}} = \rho_{1p} \left[1 - \exp \left(-\alpha h \sqrt{S} \right) \right] + \rho_{2p} \left[1 - \exp \left(-\frac{\beta \sqrt{S}}{h} \right) \right],$$

электрическое сопротивление земли:

здесь ρ_{1p} и ρ_{2p} – соответственно удельное электрическое сопротивление верхнего и нижнего слоев земли: $\rho_{1p} = 180 \text{ Ом} \cdot \text{ м}$ (с учётом коэффициента сезонности – табл. 3.12) и $\rho_{2p} = 60 \text{ Ом} \cdot \text{ м}$ (табл. 3. 9); h – толщина верхнего слоя земли, согласно условию, 1,5 м; α, β – коэффициенты. Так как $\rho_{1p} > \rho_{2p}$, то $\alpha = 3,6$, а $\beta = 0,1$.

Коэффициент сезонности Ψ для однородной земли

Климатическая зона	Влажность земли во время измерения ее сопротивления		
	повышенная	нормальная	малая
1	2	3	4
Вертикальный электрод длиной 3 м			
I	1,9	1,7	1,5
II	1,7	1,5	1,3
III	1,5	1,3	1,2
IV	1,3	1,1	1,0
Вертикальный электрод длиной 5 м			
I	1,5	1,4	1,3
II	1,4	1,3	1,2
III	1,3	1,2	1,1
IV	1,2	1,1	1,0
Горизонтальный электрод длиной 10 м			
I	9,3	5,5	4,1
II	5,9	3,5	2,6
III	4,2	2,5	2,0
IV	2,5	1,5	1,1

Подставив в формулу эти значения, найдем $\rho_{\text{э}}$:

$$\rho_{\text{э}} = 96,1 \left[1 - \exp \left(-3,6 \cdot 1,5 \sqrt{50} \right) \right] + 60 \left[1 - \exp \left(-\frac{0,1 \sqrt{50}}{1,5} \right) \right] = 97,4.$$

Теперь можно определить $R_{\text{ср}}$:

$$R_{\text{ср}} = \frac{0,5 \cdot 97,4}{\sqrt{50}} = 6,89 \text{ Ом}.$$

Так как требуемое сопротивление заземляющего устройства $R_{\text{з.дон}} < 4$ Ом, а естественный заземлитель обеспечит сопротивление растеканию тока лишь 6,9 Ом, то необходимо устройство ещё и искусственного заземли-

теля, сопротивление которого должно быть не больше значения, которое следует определить из соотношения

$$\frac{1}{R_{зy}} = \frac{1}{R_{ест}} + \frac{1}{R_{иск}} \leq R_{з.доп} ,$$

$$\text{т.е.} \quad \frac{1}{4} = \frac{1}{6,9} + \frac{1}{R_{иск}} \leq R_{з.доп} .$$

Отсюда $R_{иск} \approx 0,9$ Ом.

Таким образом, искусственный заземлитель должен обеспечивать сопротивление не более 9 Ом.

Контрольные вопросы.

1. Перечислите технические средства защиты от поражения электрическим током.
2. Какое оборудование подвергается защитному заземлению?
3. В чем принцип защитного зануления?
4. От чего зависят значения удельных электрических сопротивлений грунтов?
5. В каком документе определены значения сопротивления заземляющих устройств?
6. Какие виды воздействия оказывает электрический ток проходя через организм человека?
7. Назовите виды поражения электрическим током. Дайте их характеристику.
8. Какие факторы влияют на степень поражения человека электрическим током?
9. Дайте определения заземленной и изолированной нейтрали.

ГЛАВА IV. СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ЭЛЕКТРО-УСТАНОВКАХ

Средства защиты по характеру их применения подразделяются на две категории: средства коллективной защиты, средства индивидуальной защиты (ГОСТ 12.4.011-75).[9] Части конструкции электроустановки (постоянные ограждения, стационарные заземляющие ножи и т. п.), выполняющие защитные функции, в понятие средств защиты не входят.

Средства защиты можно условно разделить на 4 группы:

- изолирующие;
- ограждающие;
- экранирующие;
- предохранительные.

Первые три группы предназначены для защиты персонала от поражения электрическим током и вредного воздействия электрического поля и называются электрозащитными средствами (рис. 4.1).



Рисунок 4.1.Изолирующие электрозащитные средства

К электрозащитным средствам относятся:

- изолирующие штанги (оперативные, для наложения заземления, измерительные), изолирующие клещи (для операций с предохранителями) и электроизмерительные, указатели напряжения, указатели напряжения для фазировки и т. д.;
- изолирующие устройства и приспособления для ремонтных работ под напряжением выше 1000 В и слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками для работы в электроустановках напряжением до 1000 В;

- диэлектрические перчатки, боты, галоши, ковры, изолирующие накладки и подставки;
- индивидуальные экранирующие комплекты;
- переносные заземления;
- оградительные устройства и диэлектрические колпаки;
- плакаты и знаки безопасности.

Кроме перечисленных электрозащитных средств при работах в электроустановках можно применять такие средства индивидуальной защиты, как очки, каски, противогазы, рукавицы, предохранительные монтерские пояса и страховочные канаты.

К основным электрозащитным средствам для работы в электроустановках напряжением выше 1000 В относятся:

изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, указатели напряжения, указатели напряжения для фазировки;

изолирующие устройства и приспособления для работ на ВЛ с непосредственным прикосновением электромонтера к токоведущим частям (изолирующие лестницы, площадки, изолирующие тяги, канаты, корзины телескопических вышек, кабины для работы у провода и др.).

Изолирующие части основных средств защиты выполняются из электроизоляционных материалов с устойчивыми диэлектрическими свойствами (из фарфора, бумажно-бакелитовых труб, эбонита, гетинакса, древеснослоистых пластиков, пластических и стеклоэпоксидных материалов и т. д.).

Материалы, поглощающие влагу (бумажно-бакелитовые трубы, дерево и др.), должны быть покрыты влагостойким лаком и иметь гладкую поверхность без трещин, расслоений и царапин.

К дополнительным электрозащитным средствам, применяемым в электроустановках напряжением выше 1000 В, относятся:

- диэлектрические перчатки;
- диэлектрические боты;
- диэлектрические ковры;

- индивидуальные экранирующие комплекты;
- изолирующие подставки и накладки;
- диэлектрические колпаки;
- переносные заземления;
- оградительные устройства;
- плакаты и знаки безопасности.

К основным электрозащитным средствам, применяемым в электроустановках напряжением до 1000 В, относятся:

- изолирующие штанги;
- изолирующие и электроизмерительные клещи;
- указатели напряжения;
- диэлектрические перчатки;
- слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками.

К дополнительным электрозащитным средствам в электроустановках напряжением до 1000 В относятся:

- диэлектрические галоши;
- диэлектрические ковры;
- переносные заземления;
- изолирующие подставки и накладки;
- оградительные устройства;
- плакаты и знаки безопасности.

Выбор необходимых средств защиты при оперативных переключениях и других работах регламентируется Правилами, «ПТБ при эксплуатации электроустановок», «Нормами и правилами по охране труда при работах на подстанциях и воздушных линиях электропередачи напряжением 500 кВ переменного тока промышленной частоты» и другими соответствующими нормативно-техническими документами, а также определяется местными условиями на основании требований этих документов.

При использовании основных средств защиты достаточно применения одного дополнительного, за исключением случаев освобождения пострадавшего от тока в электроустановках, когда для защиты от напряжения шага необходимо применять также боты или галоши.

Средство защиты рассчитано на применение при наибольшем допустимом рабочем напряжении (класс напряжения) электроустановки [7].

Контроль за состоянием средств защиты и их учет

Все находящиеся в эксплуатации электротехнические средства и предохранительные пояса, за исключением ковров, подставок, плакатов и знаков безопасности, нумерация которых необязательна, должны быть пронумерованы. Нумерация устанавливается по электростанции, электросети, подстанции отдельно для каждого вида средства защиты. Инвентарный номер наносят непосредственно на средства защиты.

Если средство защиты состоит из нескольких частей (указатели напряжения, изолирующие штанги и т. п.), общий для него номер необходимо ставить на каждой части. Допускается использование заводских номеров, если они одинаковы на каждой части.

В цехах электростанции, на подстанции (при централизованном обслуживании — в службе, на участке), в лаборатории, на участках строительномонтажных организаций и т. п. необходимо вести журналы учета и содержания средств защиты, в которых указывают наименование, инвентарные номера, местонахождение, даты периодических испытаний и осмотров. Журнал следует заполнять в соответствии с рекомендуемой формой (табл. 4.1) и 1 раз в 6 мес. проверять лицу административно-технического персонала, ответственному за состояние средств защиты. Средства защиты, находящиеся в индивидуальном пользовании, также должны быть зарегистрированы в журнале учета и содержания средств защиты с указанием даты выдачи и с подписью лица, получившего их. После изготовления средства защиты необходимо подвергать приемосдаточным (каждый образец), периодическим и типовым испытаниям (ГОСТ 16504-81). При эксплуатации средства защиты

следует подвергать периодическим и внеочередным (проводимым после ремонта) испытаниям.

Таблица 4.1

Журнал учета и содержания средств защиты

(наименование средств защиты)						
Инвентарный номер	Дата испытания	Дата следующего испытания	Дата и результат периодического осмотра	Дата следующего осмотра	Место нахождения	Примечание

Средства защиты, кроме изолирующих подставок, диэлектрических ковров, переносных заземлений, ограждений, плакатов и знаков, полученные для эксплуатации от заводов-изготовителей или со складов, должны быть проверены по нормам эксплуатационных испытаний.

На выдержавшие испытания средства защиты, кроме инструмента с изолирующими рукоятками и указателей напряжения до 1000 В, необходимо ставить штамп, имеющий одну из следующих форм:

Штамп для электрозащитных средств: № _____
Годно до _____ кВ
Дата следующего испытания « ____ » _____ 202__ г.

(наименование лаборатории)

Штамп должен быть выбит, нанесен прочной несмываемой краской или наклеен на изолирующей части около ограничительного кольца электрозащитных средств либо у края резиновых изделий и предохранительных приспособлений. На средствах защиты, состоящих из нескольких частей, штамп ставят только на одной части. На средствах защиты, признанных непригодными, старый штамп должен быть перечеркнут красной краской.

В лаборатории, испытывающей средства защиты, записывают результаты электрических и механических испытаний в журнал произвольной формы. При наличии большого количества средств защиты из диэлектрической резины результаты их испытаний можно оформлять в отдельном журнале (табл. 4.2.).

Таблица 4.2

Журнал испытания средств защиты из диэлектрической резины перчаток, бот, галош и изолирующих накладок (форма, рекомендуемая для лабораторий)

Наименования средств защиты	Инвентарный номер	Предприятие — владелец средства защиты	Испытано повышенным напряжением, кВ		Ток, протекающий через изделие, мА	Результат испытания	Дата следующего испытания	Испытания проводил (подпись)
			переменного тока	Постоянного тока				

На средства защиты, принадлежащие сторонним организациям, также ставят штамп и, кроме того, заказчику выдают протоколы испытаний (табл. 4.3).

Таблица 4.3

Форма протокола испытаний средств защиты (рекомендуемая)

(наименование лаборатории)
Протокол № _____
от « ____ » _____ 200 ____ г.
(наименование средств защиты)
№ _____
в количестве _____ шт., принадлежащие _____,

4.1. Правила пользования средствами защиты

Электрозащитными средствами следует пользоваться по их прямому назначению в электроустановках напряжением не выше того, на которое они

рассчитаны. Основные электрозащитные средства рассчитаны на применение в закрытых электроустановках, а в открытых электроустановках и на ВЛ — только в сухую погоду. На открытом воздухе в сырую погоду могут быть применены только средства защиты, предназначенные для работы в этих условиях. Изготавливают, испытывают средства защиты и пользуются ими в соответствии с ГОСТами, техническими условиями и инструкциями.

Перед употреблением средства защиты персонал обязан проверить его исправность, отсутствие внешних повреждений, очистить и обтереть от пыли, проверить по штампу срок годности. У диэлектрических перчаток перед употреблением проверяется наличие проколов путем скручивания их в сторону пальцев. Запрещено использование средств защиты, по истечению срока годности.

4.1.1 Электрозащитные средства

Изолирующая часть средств защиты для работы в электроустановках напряжением выше 1000 В со стороны рукоятки ограничивается кольцом или упором из электроизоляционного материала. Наружный диаметр ограничительного кольца должен превышать наружный диаметр рукоятки не менее чем на 10 мм. Отмечать границу между изолирующей частью и рукояткой только пояском краски запрещается. Ограничительное кольцо относится к изолирующей части. У средств защиты для работы в электроустановках напряжением до 1000 В высота упора должна соответствовать приведенной в технических условиях. При работе со средствами защиты запрещается прикасаться к их изолирующей части за ограничительным кольцом или упором.

Конструкция средств защиты из электроизоляционных трубок должна предотвращать попадание внутрь пыли и влаги. К изолирующим пылесосным штангам это требование не относится.

Конструкция и размеры рабочей части штанг и указателей напряжения должны исключать возможность междуфазного замыкания и замыкания на заземленные части.

При повреждении лакового покрова или других неисправностях изолирующих средств защиты их применение запрещается.

В электроустановках напряжением выше 1000 В изолирующими штангами (кроме измерительных), для наложения заземления, для очистки изоляции от пыли, изолирующими клещами и электроизмерительными указателями напряжения следует пользоваться в диэлектрических перчатках. При работах с измерительными штангами применение диэлектрических перчаток обязательно.

Изолирующие оперативные штанги и штанги для наложения заземления:

Общие технические требования к изолирующим оперативным штангам и штангам для наложения заземления изложены в ГОСТ 20494-75.

Изолирующие штанги предназначены для оперативной работы, измерений (проверки изоляции и соединителей на линиях электропередачи и подстанциях), установки деталей разрядников и т. д. Изолирующие штанги могут быть универсальными со сменными головками (рабочими частями) для выполнения различных операций.

Изолирующая штанга состоит из рабочей, изолирующей частей и рукоятки. Конструкция рабочей части определяется ее назначением. Рабочей частью измерительной штанги является измерительное устройство. Рукоятка выполнена со штангой как одно целое или как отдельное звено. Штанги с дугогасящим устройством предназначены для заземления отключенных проводов ВЛ напряжением 110 кВ и выше при пофазном ремонте. Кроме того, штанги служат также для гашения дугового разряда, возникающего при заземлении фазы. Штанги должны удовлетворять требованиям, предъявляемым к штангам для наложения заземления.

Штанга с дугогасящим устройством состоит из рабочей части с дугогасящим устройством и захватом (пантографическим или другой конструкции), изолирующей части, рукоятки и заземляющего проводника со струбциной. Размеры изолирующей части и рукоятки приведены в табл.4.4.

Сечение заземляющего проводника по условиям механической прочности должно быть не менее 25 мм². На штанге с дугогасящим устройством необходимо обозначить рабочее напряжение линий, для которых она предназначена, и номинальный ток дугогасящего устройства. Размеры изолирующих штанг должны иметь не менее указанных в табл. 4.1, штанги для наложения заземлений — не менее указанных в табл. 4.1. В штангах на напряжение до 15 кВ с фарфоровыми изоляторами и удлинителями из электроизоляционного материала в минимальную длину изолирующей части (табл. 4.5) входит длина изолятора и части удлинителя от изолятора до рукоятки.

Таблица 4.4

Минимальные размеры штанг для наложения заземления

Штанги	Длина, мм	
	Изолирующей части	рукоятки
Для наложения заземления в электроустановках до 1000 В	Не нормируется, определяется удобством пользования	
Для наложения заземления в РУ 2 — 500 кВ и на провода ВЛ до 35 кВ включительно	По табл. 4.2.	
Выполненные целиком из электроизоляционных материалов для наложения заземления на провода ВЛ 110-220 кВ, в том числе штанги с дугогасящим устройством	1400	По табл. 4.2.
Составные с металлическими звеньями для наложения заземления на	1000	По табл. 4.2.

Таблица 4.5

Минимальные размеры изолирующих штанг

Номинальное напряжение электроустановки, кВ	Длина, мм	
	изолирующей части	рукоятки
До 1 включительно	Не нормируется, определяется удобством пользования	
От 2 до 15 включительно	700	300
Свыше 15 до 35 включительно	1100	400
Свыше 35 до 110 включительно	1400	600
150	2000	800
220	2500	800
До 500 включительно	4000	1000

Конструкция рабочей части штанги исключает ее соскальзывание при операциях с разъединителями. Общая длина изолирующих штанг и для наложения заземлений обеспечивает свободное пользование ими с пола, с земли, а на ВЛ — и с опор. Общая длина изолирующих штанг определяется условиями работы с ними. Эти штанги могут быть составлены из нескольких звеньев, для соединения которых между собой допускается использовать детали из электроизоляционных материалов или металла. Допускается применение телескопической конструкции. Соединительные металлические части, общая длина которых составляет не более 5% общей длины изолирующей части, не исключаются при определении длины последней согласно табл. 4.4.

Масса штанг, если с ними работает один человек, должна быть такой, чтобы наибольшее усилие на одну руку (поддерживающую у ограничительного кольца) не превышало для измерительных штанг 80 Н (8 кгс), для остальных (в том числе для наложения заземления) 160 Н (16 кгс). При большем усилии требуются участие второго человека и применение поддерживающего устройства.[3]

Изолирующие полые штанги для очистки изоляции под напряжением с помощью пылесоса продуваются перед началом и периодически в процессе работы.

Измерительные штанги при пользовании ими не заземляются, за исключением тех случаев, когда принцип устройства штанги требует этого.

Изолирующие устройства и приспособления для работ на ВЛ 110 кВ и выше с непосредственным прикосновением электромонтера к токоведущим частям

Изолирующие устройства и приспособления предназначены для изоляции человека от заземленных частей (земли) и частей, имеющих иной, чем провод, потенциал, при работах на ВЛ 110 кВ и выше с непосредственным прикосновением к токоведущим частям (проводу, арматуре).

К изолирующим устройствам относятся штанги, лестницы, тяги, канаты, изготовленные из электроизоляционных материалов (бакелита, стеклопластика и др.).

К приспособлениям относятся корзины подъемников, кабины для работы у провода, тележки для передвижения по проводам, дополнительные элементы стяжных устройств, домкраты, блоки и пр. Приспособления могут быть выполнены из электроизоляционных материалов или металлическими.

Перед прикосновением человека к токоведущим частям индивидуальный экранирующий комплект следует соединить с этими частями посредством специальной штанги (для выравнивания потенциала). Сечение соединительного проводника должно быть не менее 4 мм^2 . Приблизиться к проводу с последующим прикосновением к нему можно с помощью изолирующих лестниц или кабины, подвешиваемой на изолирующих штангах либо канатах. Изолирующую лестницу можно комплектовать из отдельных секций. Верхняя часть ее снабжается зажимом для крепления к траверсе и шарниром, обеспечивающим свободное отклонение лестницы в одной или двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Изолирующие тяги предназначены для восприятия веса проводов и изолирующих подвесок. В случае применения кабин

для приближения к проводу изолирующие туги можно использовать для восприятия веса кабины с электромонтером. Изолирующие канаты предназначены для подъема приспособлений, оттяжки и перемещения в рабочее положение лестниц и кабин, страховки монтера при нахождении его на проводе, лестнице и в кабине. Изолирующие канаты выполняются из синтетических волокон без примеси натурального волокна (например, из полипропилена). На всех изолирующих устройствах и приспособлениях, кроме изолирующих канатов, должны быть отчетливо видны обозначения класса напряжения, допускаемая грузоподъемность и очередной срок испытания. Если лестница выполнена из отдельных секций, обозначения наносят на каждую секцию. На изолирующих канатах или на бирке, прикрепленной к канатам, должна быть отчетливо видимая надпись «Только для работ под напряжением».

Изолирующие клещи

Изолирующие клещи применяют для операций с предохранителями, установки и снятия изолирующих накладок, перегородок и для других аналогичных работ. (Вместо изолирующих клещей при необходимости следует применять изолирующие штанги с универсальной головкой). Клещи состоят из рабочей (губок клещей), изолирующей частей и рукоятки (рукояток). Размеры приведены в таблице 4.6

Таблица 4.6.

Минимальные размеры изолирующих клещей

Номинальное напряжение электроустановки, кВ, включительно	Длина, мм	
	изолирующей части	рукоятки
До 1	Не нормируется, определяется удобством пользования	
От 6 до 10	450	150
Свыше 10 до 35	750	200

Электроизмерительные клещи

Общие технические требования к электроизмерительным клещам приведены в ГОСТ9071-79 *. [10]

Электроизмерительные клещи предназначены для измерения тока, напряжения и мощности в электрических цепях без нарушения их целостности.

Клещи для работы в электроустановках напряжением до 10 кВ состоят из рабочей, изолирующей частей и рукоятки. Рабочую часть клещей составляют разъемный магнитопровод, обмотка и съемный или встроенный измерительный прибор. Изолирующая часть и рукоятка должны быть выполнены из электроизоляционного материала. Минимальная длина изолирующей части 380, рукоятки 130 мм.

При пользовании клещами для измерения в цепях напряжением выше 1000 В запрещается применять выносные приборы, а также переключать пределы измерения, не снимая клещей с токоведущих частей. При измерениях клещи следует держать на весу.

Клещи для электроустановок напряжением до 1000 В состоят из рабочей части (разъемного магнитопровода, обмотки и измерительного прибора) и корпуса, являющегося одновременно изолирующей частью с упором и рукояткой.

Общие технические требования к указателям напряжения до и выше 1000 В приведены в ГОСТ 20493-75*. Указатели напряжения являются переносными приборами, предназначенными для определения наличия или отсутствия напряжения, принцип их работы основан на свечении газоразрядной индикаторной лампы при протекании через нее емкостного тока.

Указатель напряжения состоит из рабочей, изолирующей частей и рукоятки. В рабочую часть входит контакт-наконечник, газоразрядная лампа и конденсаторы. Изолирующая часть расположена между рабочей частью и рукояткой и может быть выполнена из нескольких элементов. Допускается применение телескопической конструкции.

Размеры указателей напряжения должны быть не менее приведенных в табл.4.7

Указатели напряжения выше 1000 В бесконтактного типа

Работа указателя основана на принципе электростатической индукции. Сигнальным элементом является лампа накаливания. Указатель предназначен для проверки наличия или отсутствия напряжения на ВЛ 6-35 кВ, в ЗРУ и ОРУ 6-35 кВ.

Таблица 4.7

Минимальные размеры указателей напряжения

Номинальное напряжение электроустановки, кВ	Длина, мм	
	изолирующей части	рукоятки
	До 1 включительно	Не нормируется
Свыше 1 до 10 включительно	230	110
Свыше 10 до 20 включительно	320	110
35	510	120
110	1400	600
Свыше 110 до 220 включительно	2500	800

Указатель напряжения состоит из рабочей части, зарядного устройства и изолирующей телескопической штанги на 110 кВ. Указатель выдает прерывистый световой сигнал, частота которого увеличивается по мере приближения к находящимся под напряжением токоведущим частям. Указатель имеет встроенное устройство проверки его исправности, источник питания и комплектуется зарядным устройством.

Указатели напряжения до 1000 В

В электроустановках до 1000 В не допускается применение контрольных ламп (патрон с лампой накаливания и двумя проводниками) для проверки отсутствия напряжения в связи с опасностью их взрыва при включении на междуфазное напряжение и травмирования обслуживающего персонала возникающей при этом электрической дугой и осколками стекла.

В электроустановках до 1000 В для проверки отсутствия напряжения можно применять указатели двух типов: двухполюсные, работающие при активном токе, — для электроустановок переменного и постоянного тока, и однополюсные, работающие при емкостном токе, — для электроустановок переменного тока.

Двухполюсный указатель напряжения состоит из двух корпусов, в которых находятся элементы электрической схемы. Корпуса соединены между собой гибким медным проводом с усиленной изоляцией длиной не менее 1 м для применения на ВЛ и не менее 0,6 м для остальных электроустановок. Однополюсный указатель напряжения размещен в одном корпусе. Двухполюсный указатель может быть выполнен в виде прибора стрелочного типа (например, карманного вольтметра ИН-92).

Электрическая схема двухполюсного указателя напряжения содержит газоразрядную индикаторную лампу, шунтированную резистором, добавочные резисторы и контакты-наконечники.

Электрическая схема однополюсного указателя напряжения включает в себя газоразрядную индикаторную лампу с добавочным резистором, контакт-наконечник и контакт на торцевой части корпуса, с которым соприкасается рука оператора.

Напряжение зажигания указателей напряжения до 1000 В должно быть не выше 90 В.

Конструкция указателя напряжения до 1000 В должна исключать перемещение вдоль оси контакта-наконечника. Длина неизолированной части контактов-наконечников указателей напряжения до 1000 В не должна превышать 20 мм. При работе в цепях вторичной коммутации рекомендуется на

наконечники натягивать трубку из электроизоляционного материала, оставляя неизолрованными участки длиной не более 5 мм.

Однополюсные указатели рекомендуется применять при проверке схем вторичной коммутации, определении фазного провода при подключении электросчетчиков, патронов, выключателей, предохранителей и т. п. При этом необходимо иметь в виду, что во время проверки наличия или отсутствия напряжения возможно свечение сигнальной лампы указателя от наведенного напряжения.

Резиновые диэлектрические перчатки

При работе в электроустановках разрешается применять только специальные диэлектрические перчатки, изготовленные в соответствии с требованиями технических условий. В электроустановках напряжением до 1000 В диэлектрические перчатки применяются как основное средство защиты, а в электроустановках напряжением выше 1000 В — как дополнительное.

Длина перчаток должна быть не менее 350 мм (рис.4.2.) При работе в диэлектрических перчатках их края нельзя подвертывать. Перчатки необходимо надевать поверх рукавов. Перчатки, находящиеся в эксплуатации, следует периодически (по местным условиям) дезинфицировать содовым или мыльным раствором. При пользовании перчатками в холодное время вне помещения можно надевать их на тонкие шерстяные или хлопчатобумажные перчатки.



Рисунок 4.2. Резиновые диэлектрические перчатки

Диэлектрические боты и галоши

Диэлектрические боты и галоши применяют в качестве дополнительного средства защиты в закрытых и при отсутствии осадков в открытых электроустановках. Диэлектрические боты и галоши защищают работающих от напряжения шага (рис.4.3.)

В электроустановках допускается применение диэлектрических бот и галош, изготовленных только в соответствии с требованиями ГОСТ 13385-78*. Диэлектрические боты и галоши по внешнему виду (цвету, отсутствию лакировки или специальных знаков) должны отличаться от бот и галош, предназначенных для других целей. Электроустановки следует комплектовать диэлектрической обувью нескольких размеров.



Рисунок 4.3. Диэлектрические боты

Диэлектрические резиновые ковры и изолирующие подставки

Диэлектрические резиновые ковры применяют в качестве дополнительного средства защиты в закрытых электроустановках напряжением до и выше 1000 В, кроме особо сырых помещений (рис.4.4.) Ковры изготовляют в соответствии с требованиями ГОСТ 4997-75 в зависимости от назначения и условий эксплуатации следующих двух групп:

I группа - обычного исполнения — для работы при — -15, + 40° С;

II группа - маслобензостойкие — для работы при — -50, + 80° С.

Применяя ковер, необходимо обращать внимание на его маркировку. При наличии видимых механических повреждений его следует отбраковывать.



Рисунок 4.4. Диэлектрические резиновые ковры

В сырых и подверженных загрязнению помещениях необходимо использовать изолирующие подставки. Изолирующая подставка состоит из настила, укрепленного на опорных изоляторах высотой не менее 70 мм. Рекомендуется применять изоляторы СН-6, выпускаемые специально для изготовления подставок. Настил размером не менее 50 х 50 см следует изготавливать из сухих деревянных планок толщиной не менее 30 мм, без сучков и косослоя. Просветы между планками не должны превышать 3 см. Сплошные настилы применять не рекомендуется, так как они затрудняют проверку отсутствия случайного шунтирования изоляторов. Настил должен быть окрашен со всех сторон.

Изолирующие подставки должны быть прочными и устойчивыми. Если применяются съемные изоляторы, при соединении настила с ними необходимо исключить возможность его соскальзывания. Для устранения опрокидывания, края настила не должны выступать за опорную поверхность изоляторов.

Изолирующие накладки

Изолирующие накладки разрешается применять в электроустановках напряжением до 20 кВ для предотвращения случайного прикосновения к токоведущим частям в тех случаях, когда нет возможности оградить место работы щитами. В электроустановках напряжением до 1000 В накладки применяются также, как средство, препятствующее ошибочному включению выключателей. Изолирующие накладки, расположенные между находящимися под напряжением и отключенными токоведущими частями (например, между неподвижными контактами и ножами отключенного разъединителя), должны быть механически прочными и иметь конструкцию и размеры, позволяющие полностью закрыть токоведущие части. Накладки можно устанавливать непосредственно на токоведущие части.

В электроустановках напряжением до 20 кВ применяются накладки из твердого электроизоляционного материала (гетинакса, стеклотекстолита и т.

п.). В электроустановках напряжением до 1000 В можно использовать гибкие накладки толщиной не менее 5 мм из диэлектрической резины. Ими закрывают токоведущие части при работах без снятия напряжения.

Устанавливать накладки на токоведущие части, если в их конструкции не предусмотрены изолирующие рукоятки или держатели, необходимо с применением основных средств защиты.

Изолирующие накладки перед использованием следует обтереть от пыли и проверить отсутствие трещин, нарушений лакового покрова, разрывов и других повреждений поверхности. Изолирующие накладки следует оберегать от увлажнения и загрязнения.

Слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками

Инструмент с изолирующими рукоятками применяют для работы под напряжением в электроустановках до 1000 В в качестве основного средства защиты.

Разрешается использовать инструмент с изолирующими рукоятками, изготовленный только в соответствии с требованиями ГОСТ 11516-79. Изолирующие рукоятки должны быть выполнены в виде чехлов или неснимаемого покрытия из влагостойкого, маслобензостойкого, нехрупкого электроизоляционного материала с упорами со стороны рабочего органа. Изоляция должна покрывать всю рукоятку, ее длина должна быть не менее 100 мм до середины упора. Изоляция стержней отверток должна оканчиваться на расстоянии не более 10 мм от конца лезвия отвертки. Изолирующие рукоятки, как на поверхности, так и в толще изоляции не должны иметь раковин, сколов, вздутий, дефектов.

Индивидуальные экранирующие комплекты

Индивидуальные экранирующие комплекты предназначены для индивидуальной защиты персонала от воздействия электрического поля напряженностью до 60 кВ/м, создаваемого электроустановками напряжением 500 кВ

частотой 50 Гц. Запрещается применение индивидуальных экранирующих комплектов в тех случаях, когда возможно прикосновение к токоведущим частям, находящимся под напряжением, в частности при работах на панелях, в электрических приводах, действующих сборках и в цепях напряжением до 1000 В, при профилактических испытаниях оборудования (лицам, непосредственно проводящим испытания) и электросварочных работах. Применение экранирующих комплектов при температуре воздуха выше 42° С не рекомендуется. В этих случаях следует использовать стационарные или переносные экранирующие устройства.

Экранирующий комплект включает в себя спецодежду, спецобувь, средства защиты головы и рук, защитный экран для лица (при необходимости), заземляющие проводники со струбцинами.

Экранирующие комплекты изготовляют трех типов:

- ЭПР для ремонтного персонала ВЛ и подстанций (летний);
- ЭПХ для дежурного персонала подстанций (летний);
- ЭПЗ для ремонтного персонала ВЛ (зимний).

В экранирующий комплект ЭПР входят куртка с капюшоном и полукombineзон, каска с электропроводящим покрытием или накасником с электропроводящим волокном, кожаные ботинки на электропроводящей подошве; резиновые сапоги из электропроводящей резины, электропроводящие перчатки и рукавицы (две пары), заземляющие проводники со струбцинами.

Экранирующий комплект ЭПХ аналогичен комплекту ЭПР и отличается экрашфующей спецодеждой (халат с капюшоном из ткани с электропроводящим волокном вместо куртки и полукombineзона).

Экранирующий комплект ЭПЗ включает в себя куртку с капюшоном и брюки с утепленной подкладкой; каску с электропроводящим покрытием или накасником; галоши из электропроводящей резины, надеваемые на валенки; резиновые сапоги из электропроводящей резины; электропроводящие перчатки или рукавицы; заземляющие проводники со струбцинами.

В холодное время года комплекты летней экранирующей одежды ЭПР и ЭПХ можно применять с зимней спецодеждой общего назначения, надеваемой сверху. Все элементы экранирующих комплектов снабжены контактными выводами с кнопками для надежного соединения их между собой и создания электрической связи при заземлении экранирующей спецодежды через обувь или проводник, оканчивающийся струбциной.

Каждый комплект должен быть пронумерован. Эксплуатировать комплекты необходимо в соответствии с требованиями «Инструкции по эксплуатации индивидуальных экранирующих комплектов».

Экранирующие комплекты ЭПР и ЭПЗ следует выдавать для индивидуального пользования и закреплять за конкретными работниками. Экранирующие комплекты ЭПХ могут быть общего пользования, но спецобувь, входящую в комплект, нужно закреплять за каждым работником.

Экранирующие комплекты следует хранить в специальных шкафах в сухих отапливаемых помещениях при температуре окружающего воздуха 2°C — 30°C с относительной влажностью не более 80%. Экранирующую одежду необходимо хранить на вешалках, а обувь и каску — на полках. Переносить и подвешивать за контактные выводы части комплекта запрещается.

Спецодежду и спецобувь нужно периодически чистить и своевременно ремонтировать. Допускается ремонтировать элементы экранирующего комплекта спецодежды для восстановления электрической проводимости и улучшения внешнего вида (ликвидации разрывов швов и ткани на отдельных участках куртки, брюк, халата, отрывов карманов и контактных выводов), в том числе накасок и экранирующие перчатки (рукавицы). Запрещается при ремонте заменять электропроводящую ткань тканью общего назначения. Ремонт экранирующей обуви с целью восстановить электрическую проводимость в эксплуатации не производят. Допускается лишь мелкий ремонт для улучшения внешнего вида (устранения отслаивания подошв, разрывов по швам и т. п.). Работать в экранирующем комплекте под дождем без плаща

или другой защиты от намокания запрещается. Намокшую спецодежду запрещается отжимать, ее необходимо развесить на вешалках и просушить.

Переносные заземления

Переносные заземления применяются для защиты людей, работающих на отключенных токоведущих частях, от ошибочно поданного или наведенного напряжения. Они состоят из зажимов для присоединения к заземляемым проводам, заземляющего проводника для заземления и закорачивания между собой токоведущих частей всех фаз установки и наконечника или струбицы для присоединения к заземлителю или заземленным конструкциям. Допускается применение отдельного переносного заземления для каждой фазы.

Переносные заземления должны удовлетворять следующим требованиям:

1. Они должны быть выполнены из голого гибкого медного многожильного провода и иметь сечение, удовлетворяющее требованиям термической стойкости при однофазных и междуфазных коротких замыканиях, но не менее 25 мм^2 в электроустановках напряжением выше 1000 В и не менее 16 мм^2 в электроустановках до 1000 В. При выборе сечения медных проводов, исходя из требований термической стойкости, допускается принимать начальную температуру 30, конечную 850° С . Для расчета переносных защитных заземлений на нагрев токами короткого замыкания рекомендуется пользоваться следующей упрощенной формулой :

$$S_{\min} = (I_{уст} \cdot \sqrt{t_{\phi}}) / 272$$

где: S_{\min} — минимальное сечение провода; $I_{уст}$ — наибольший установившийся ток короткого замыкания; t_{ϕ} — фиктивное время.

В практических целях за t_{ϕ} должно быть принято время, определенное по наибольшей выдержке времени основной релейной защиты для данной электроустановки. При больших значениях тока короткого замыкания, когда термическая стойкость одинарного заземления оказывается недостаточной, допускается устанавливать несколько заземлений параллельно.

2. Конструкция зажимов для присоединения закорачивающих проводов к шинам должна быть такой, чтобы при прохождении тока короткого замыкания переносное заземление не могло быть сорвано с места динамическими силами. Зажимы снабжаются приспособлением, допускающим их наложение и снятие с токоведущих частей с помощью штанги для наложения заземления. Гибкий медный провод должен присоединяться к зажиму непосредственно или с помощью надежно опрессованного медного наконечника. Для защиты провода от излома в местах присоединения рекомендуется заключать его в оболочки в виде пружин из гибкой стальной проволоки. Медный провод рекомендуется помещать в прозрачную гибкую оболочку для предохранения жил провода от механических повреждений.

3. Наконечник на проводе для заземления должен выполняться в виде струбцины или соответствовать конструкции зажима (барашка), служащего для присоединения к заземляющему проводу или конструкции.

4. Элементы переносного заземления должны быть прочно и надежно соединены путем опрессовки, сварки или болтами с предварительным лужением контактных поверхностей. Применение пайки запрещено.

Переносные заземляющие устройства, применяемые для заземления проводов ВЛ, можно присоединять к конструкциям металлической опоры, заземляющему спуску на деревянных опорах или специальному временному заземлителю.

Сечение провода переносного заземления, применяемого в испытательных схемах, должно быть не менее 4 мм^2 , а используемого для заземления изолированного от опор грозозащитного троса линий электропередачи, а также передвижных установок (лабораторий, мастерских и т. п.) — не менее 10 мм^2 по условиям механической прочности.

На каждом переносном заземлении указывается его номер и сечение заземляющих проводов. Эти данные выбивают на бирке, закрепленной на заземлении, либо на струбцине (наконечнике).

Каждое переносное заземление подлежит осмотру не реже 1 раза в 3 месяца, а также перед употреблением и в тех случаях, если они подвергались воздействию токов короткого замыкания. При разрушении контактных соединений, снижении механической прочности проводников, расплавлении их, обрыве более 5% жил и т. п. переносные заземления изымаются из употребления.

Оградительные устройства и диэлектрические колпаки

Оградительные устройства применяют для предохранения работающих от случайного приближения на опасные расстояния к токоведущим частям, находящимся под напряжением, а также для преграждения входа на участки распределительных устройств. К оградительным устройствам относятся щиты. Щиты изготавливаются из сухого дерева, пропитанного олифой и окрашенного бесцветным лаком, или из прочного электроизоляционного материала. На них укрепляют плакаты по безопасности или делают надписи в соответствии с «ПТБ при эксплуатации электроустановок» [3]. Конструкция щита должна быть прочной, удобной, исключая возможность его коробления и опрокидывания, а масса щита такой, чтобы его мог переносить один человек. Высота щита не менее 1,7 м, расстояние от нижней кромки до пола — не более 10 см.

Щиты устанавливаются так, чтобы они не препятствовали выходу персонала из помещения в случае возникновения опасности.

Соприкосновение щитов с токоведущими частями, находящимися под напряжением, не допускается. Расстояние от щитов, ограждающих рабочее место, до токоведущих частей, находящихся под напряжением регламентируется согласно «ПТБ при эксплуатации электроустановок».

У щитов при осмотрах перед применением проверяется прочность соединения частей, их устойчивость и прочность деталей, предназначенных для надежной установки или крепления ограждения.

Колпаки надевают на ножи однополюсных разъединителей для предотвращения их включения. Применяют колпаки на присоединениях электроустановок, где наложение переносного заземления недопустимо по условиям электробезопасности. Колпаки должны свободно надеваться на ножи разъединителей и устойчиво держаться на них. Колпаки изготовляют из резины или пластмассы. Их необходимо устанавливать и снимать с применением основных средств защиты. У колпаков 1 раз в 12 месяцев следует проверять отсутствие разрывов, трещин, посторонних включений и других повреждений поверхности.

4.2. Средства индивидуальной защиты

Защитные очки

Защитные очки применяются для защиты глаз от твердых частиц при обработке металла и других материалов, брызг расплавленной мастики, кислоты, щелочи, электролита, красок, искр и брызг металла при перегорании предохранителей и от светового воздействия дуги или пламени газовой горелки при сварочных работах и т. п. рис.4.6



Рисунок 4.6. Защитные очки

Защитные очки должны отвечать в зависимости от назначения требованиям соответствующих стандартов и технических условий (ГОСТ 12.4.003-80,12.4.013-85 и др.). В случае применения очков с запотевающими стеклами для продолжительной работы их внутренние поверхности следует предварительно смазывать специальным составом, предохраняющим стекло от запотевания.

Рукавицы

Рукавицы предназначены для защиты рук от искр, брызг расплавленного металла, окалины, высоких температур, нефти, щелочей, кислот, воды, механических воздействий (рис.4.7).

При работах с расплавленным металлом, кабельной мастикой необходимо применять рукавицы, изготовленные из трудновоспламеняемых тканей — асбеста, спилка и др.



Рисунок 4.7. Защитные рукавицы

Рукавицы изготавливаются в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.010-75*. [6]. Рукавицы выпускаются шести типов: с настрочным, втачным напалком; с напалком, цельнокроенным с нижней частью рукавицы; с напалком, расположенным сбоку по перегибу рукавицы, с двумя напалками; удлиненные с крагами, стягивающимися у запястья эластичной лентой, — и четырех размеров. Рукавицы имеют усилительные и защитные накладки. Длина рукавиц с крагами должна быть не менее 420 мм. Во избежание затекания расплавленного металла, мастики и других веществ рукавицы должны плотно облегать рукава одежды.

Противогазы (например, ПШ-1, ПШ-2) предназначены для защиты органов дыхания при работах в условиях недостатка кислорода или чрезвычайно высокой загазованности от отравления газами, образующимися при авариях в результате расплавления металла и горения электроизоляционных материалов в закрытых

При сварочных работах для защиты от сварочных аэрозолей применяют фильтрующие противоаэрозольные респираторы (У-2 к, Ф-62 Ш и др.). (рис. 4.8). фильтрующие противоаэрозольные респираторы (У-2 к, Ф-62 Ш и др.).
рис.8.



Рисунок 4.8. Фильтрующие противоаэрозольные респираторы

Гражданскими противогазами фильтрующего действия (например, ГП-5) разрешается пользоваться только с гопкалитовым патроном, защищающим от окиси углерода. Гопкалитовый патрон разрешается применять при температуре не ниже 6°C , при более низкой температуре его защитные свойства утрачиваются.

Противогазы и респираторы изготавливаются и эксплуатируются в соответствии с требованиями ГОСТов и технических условий.

Персонал должен быть обучен пользованию противогазом и респиратором. При работе в шланговых противогазах необходимо следить, чтобы рабочие постоянно находились под контролем помощников, остающихся вне опасной зоны и способных в случае необходимости оказать им помощь. Респираторы предназначены для индивидуального пользования, передача респиратора другому лицу разрешается только после дезинфекции.

Каски

Каски предназначены для защиты головы от механических повреждений, атмосферных осадков, поражения электрическим током (рис.4.9). Касками обязан пользоваться весь персонал, находящийся в помещениях с действующим электрооборудованием на электростанциях и подстанциях (за исключе-

нием щитов управления, релейных и им подобных), в ЗРУ и ОРУ колодцах и туннелях, а также выполняющий ремонтные работы на ВЛ.

Каски изготавливают в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.091-80*; 12.4.087-84 и технических условий.



Рисунок 4.9. Каски для защиты головы

Каски в зависимости от назначения выпускают нескольких типов: с козырьком и полями, фародержателем, съемной пелериной для работ в местах с капежом воды, теплым подшлемником для работ в зимний период. Все детали каски не имеют острых кромок, краев и выступов. Каска снабжена подбородным ремнем. Материал каски не должен давать искры при ударе по нему металлическим предметом. Корпус каски без сквозных токопроводящих деталей, обеспечивает защиту от электрического тока в электроустановках напряжением до 1000 В. Наружная поверхность корпуса каски ровная, гладкая, без трещин и пузырей.

Предохранительные монтерские пояса и страховочные канаты

Предохранительные монтерские пояса предназначены для обеспечения безопасности работающих при верхолазных работах на воздушных линиях электропередачи, электрических станция устройствах. Пояса изготавливаются в соответствии требованиям ГОСТ 14185-77*, 5718-77* рис.4.10.



Рисунок 4.10. Предохранительные монтерские пояса и страховочные канаты

При работах (кроме сварочных) в действующих электроустановках применяются предохранительные монтерские пояса со стропом из технической капроновой ленты или аналогичного материала. При сварочных работах, проводимых со снятием напряжения на токоведущих частях или без снятия напряжения на нетокведущих частях, применяется предохранительный пояс со стропом из цепи.

Карабин пояса закрывается на замок и имеет стопорное приспособление. Пояс, подвергшийся динамическому рывку, изымается из эксплуатации.

Страховочный канат служит дополнительной мерой безопасности. Пользование им обязательно в тех случаях, когда место работы находится на расстоянии, не позволяющем закрепиться стропом предохранительного пояса за конструкцию оборудования. Для страховки применяется хлопчатобумажный канат диаметром не менее 15 мм и длиной не более 10 м или канат из капронового плетеного фала. Разрывная статическая нагрузка каната должна быть не ниже 10 000 Н (1000 кгс). Узел крепления страховочного каната к кольцу пояса показан на рис.4.11. Страховочные канаты могут быть оснащены карабинами.

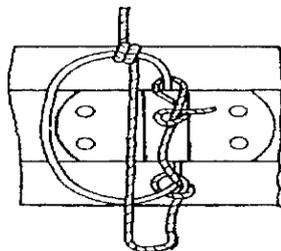


Рисунок 4.11. Узел крепления страховочного каната.

4. 2.1. Содержание средств защиты

Средства защиты хранятся и перевозятся в условиях, обеспечивающих их исправность и пригодность к употреблению, поэтому они должны быть защищены от увлажнения, загрязнения и механических повреждений.

Средства защиты необходимо хранить в закрытых помещениях. Находящиеся в эксплуатации средства защиты из резины хранятся в специальных шкафах, на стеллажах, в ящиках и т. п. отдельно от инструмента. Они должны быть защищены от воздействия масел, бензина и других разрушающих

резину веществ, а также от прямого воздействия солнечных лучей и теплоизлучения нагревательных приборов. Средства защиты из резины, находящиеся в складском запасе, необходимо хранить в сухом помещении при $0^{\circ}\text{C} — 25^{\circ}\text{C}$.

Изолирующие штанги и клещи хранятся в условиях, исключающих их прогиб и соприкосновение со стенами, указатели напряжения и электроизмерительные клещи содержат в футлярах или чехлах. Специальные места для хранения переносных заземлений снабжаются номерами, соответствующими указанным на переносных заземлениях.

Противогазы необходимо хранить в сухих помещениях в специальных сумках. Средства защиты, находящиеся в эксплуатации, размещают в специально отведенных местах, как правило, у входа в помещение, а также на щитах управления. В местах хранения обязательно должны быть:

- перечень средств защиты;
- крючки или кронштейны для штанг, клещей, переносных заземлений;
- крючки или кронштейны для плакатов и знаков безопасности;
- шкафчики, стеллажи и т. п. для перчаток, бот, галош, диэлектрических ковров, диэлектрических колпаков, изолирующих накладок и рукавиц;
- шкафчики, стеллажи для предохранительных поясов и канатов, защитных очков, противогазов, указателей напряжения и т.д.

Электрозащитные средства, находящиеся в пользовании оперативно-выездных и ремонтных бригад, лабораторий или в индивидуальном пользовании персонала, необходимо хранить в ящиках, сумках или чехлах.

Изолирующие средства и приспособления для работ под напряжением содержатся в сухом проветриваемом помещении, при перевозке или временном хранении на открытом воздухе их необходимо упаковывать в чехлы. Перед применением изолирующие устройства и приспособления протирают сухой ветошью, во время работы не допускать их увлажнения. В случае отсыревания их необходимо просушить и подвергнуть внеочередным электрическим испытаниям.

4.3. Испытания средств защиты

После изготовления средства защиты подвергают приемо-сдаточным и типовым испытаниям (ГОСТ 16504-81). Приемо-сдаточные испытания - контрольные испытания готовой продукции, проводимые изготовителем при приемочном контроле. Типовые испытания — контрольные испытания продукции, проводимые после внесения изменений в конструкцию, рецептуру или технологию изготовления для оценки эффективности и целесообразности внесенных изменений. В эксплуатации средства защиты подвергают эксплуатационным периодическим и внеочередным испытаниям.

Периодические испытания — контрольные испытания продукции, проводимые периодически в объемах и сроки, которые установлены в соответствующей документации. Внеочередные испытания проводят после ремонта, который может отразиться на основных электрических и механических характеристиках средств защиты. Объем внеочередных испытаний определяется в зависимости от характера неисправности и вида ремонта. Испытания после ремонта проводят по нормам приемо-сдаточных испытаний.

При всех видах испытаний проверяют механические и электрические характеристики средств защиты.

4.3.1. Электрические испытания

Перед электрическими испытаниями средства защиты подвергаются наружному осмотру для проверки их размеров, исправности, комплектности, состояния изоляционных поверхностей. При несоответствии средств защиты требованиям испытание не проводят до устранения обнаруженных недостатков.

Все испытания, как правило, проводятся переменным током частотой 50 Гц при 15° С, 20° С.

Скорость подъема напряжения до 1/3 испытательного может быть произвольной, дальнейшее повышение напряжения должно быть плавным и быстрым, но позволяющим при напряжении более 3/4 испытательного вести отсчет показаний измерительного прибора. После достижения требуемого зна-

чения напряжение без выдержки (при плавном подъеме) или после выдержки (в течение 1 мин.) быстро снижается до нуля или при значении, равном $1/3$ или менее испытательного, отключено (ГОСТ 1516.2-76). Испытание средств защиты из резины проводятся постоянным (выпрямленным) током. При испытании постоянным током испытательное напряжение равно 2,5-кратному испытательному напряжению переменного тока. Ток, протекающий через изделие, при этом не нормируется. Продолжительность испытания та же, что и при переменном токе.

При испытаниях повышенное напряжение прикладывается к изолирующей части средства защиты. При отсутствии соответствующего источника напряжения, необходимого для испытания изолирующего средства защиты целиком, допускается испытание его по частям. При этом изолирующая часть средства защиты делится не более чем на четыре участка; к каждому участку прикладывается часть указанного полного испытательного напряжения, пропорциональная длине и увеличенная на 20%.

Основные изолирующие средства защиты, предназначенные для электроустановок напряжением выше 1000 В до 110 кВ, испытывают напряжением, равным 3-кратному линейному, но не ниже 40 кВ, а предназначенные для электроустановок 110 кВ и выше — равным 3-кратному фазовому. Дополнительные изолирующие средства защиты испытывают напряжением, не зависящим от напряжения электроустановки, в которой они должны применяться.

Длительность приложения полного испытательного напряжения составляет 1 мин. для изоляции из фарфора и некоторых видов негигроскопических материалов (например, из стеклопластика) и 5 мин. для изоляции из твердых органических материалов (например, из бакелита). Для изоляции из резины при эксплуатационных испытаниях длительность приложения напряжения составляет 1 мин. а при приемо-сдаточных испытаниях определяется техническими условиями.

Пробой, перекрытие и разряды по поверхности устанавливаются по показаниям измерительных приборов и результатам осмотров. Токи, протекающие через изделие, нормируются для указателей напряжения, изделий из резины и изолирующих устройств для работ под напряжением.

Изолирующие средства из твердых органических материалов сразу после испытания следует проверить ощупыванием на отсутствие местных нагревов из-за диэлектрических потерь.

В случае возникновения пробоя, перекрытия по поверхности, поверхностных разрядов, при увеличении тока утечки выше нормированного значения, наличии местных нагревов от диэлектрических потерь средство защиты бракуется.

Нормы и периодичность электрических испытаний приведены в табл. 4.5.

Таблица 4. 5

Нормы и сроки электрических испытаний средств защиты

Средства защиты	Напряжение электроустановок и линий, кВ	Приемо-сдаточные испытания			Эксплуатационные испытания			Периодичность
		испытательное напряжение, кВ	продолжительность, мин	ток, протекающий через изделие, мА, не более	испытательное напряжение, кВ	продолжительность, мин	ток, протекающий через изделие, мА, не более	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Изолирующие штанги (кроме измерительных)	Ниже 110	Трехкратное линейное, но не менее 40 Трехкратное фазовое	5	— —	Трехкратное линейное, но не менее 40 Трехкратное фазовое	5	— —	1 раз в 24 мес.
	110 — 500		5	----		5		

Штанги с дугогасящим устройством. Дугогасящее устройство (при разомкнутых контактах)	110 — 220	40	5	—	40	5	—	1 раз в 24 мес.
Изолирующая часть составных штанг с металлическими звеньями для наложения заземлений на провода ВЛ 500 кВ	500	100	5	—	100	5	—	1 раз в 24 мес.
Изолирующие клещи	До 1 2 — 35	3 Трехкратное линейное, но не менее 40	5 5	— — —	2 Трехкратное линейное, но не менее 40	5 5	— — —	1 раз в 24 мес.
Электроизмерительные клещи	До 0,65 До 10	3 40	5 5	— — —	2 40	5 5	— — —	1 раз в 24 мес.
Указатели напряжения выше 1000 В с газоразрядной лампой: изолирующая часть рабочая часть напряже-	2 — 35 35 — 220 2 — 10 6 — 20 10 — 35 2 — 10 6 — 20 10 — 35 220	Трехкратное линейное, но не менее 40 Трехкратное фазовое 20 40 70 не выше 0,55 не выше 1,5 не выше 2,5 не	5 5 2 2 2 — — — —	— — — — — — — —	Трехкратное линейное, но не менее 40 Трехкратное фазовое 20 40 70 не выше 0,55 не выше 1,5 не выше 2,5 не	5 5 1 1 1 — — — —	— — — — — — — —	1 раз в 12 мес. 1 раз в 12 мес.

ние зажи- гания		выше 9			выше 9			
Указате- ли напряже- ния выше 1000 В бескон- тактного типа: изолиру- ющая часть ра- бочая часть	6 — 35 6 — 35	105	5 Со- гласно	— п.	105 3.1.29	5	—	1 раз в 24 мес.
Указате- ли напряже- ния для фазиров- ки: изо- лирую- щая часть рабочая часть	3—10 6—20 35— 110 110	40 40 190 20 40 70 140	5 5 5 1 1 1 1	— — — — — — —	40 40 190 20 40 70 140	5 5 5 1 1 1 1	— — — — — — —	1 раз в12 мес.

Резиновые диэлектри- ческие пер- чатки	Все напря- жения	В соответствии с техническими усло- виями			6	1	6,0	1 раз в 6 мес.
Резиновые диэлектри- ческие бо- ты	То же	В соответствии с ГОСТ 13385-78*			15	1	7,5	1 раз в 36 мес.
Резиновые диэлектри- ческие га- лоши	До 1	В соответствии с ГОСТ 13385-78*			3,5	1	2,0	1 раз в 12 мес.
Резиновые диэлектри- ческие ков- ры ¹	Все напря- жения	В соответствии с ГОСТ 4997-75*			—	—	—	—
Изолиру- ющие накладки: жесткие резиновые	До 1 До 10 До 15 До 20 До 1	2 20 30 40 2	1 5 5 5 1	— — — — 5	2 20 30 40 2	1 5 5 5 1	— — — — 6	1 раз в 24 мес.
Изолиру- ющие под- ставки ²	До 10	36	1	—	—	—	—	—

1 Осмотр 1 раз в 6 мес.

2 Осмотр 1 раз в 36 мес.

Примечания:

1. Все средства защиты необходимо осматривать перед применением независимо от сроков периодических осмотров.

2. Продолжительность испытания изолирующих штанг и электроизмерительных клещей, имеющих изолирующую часть из фарфора, может быть сокращена до 1 мин.

3. Изолирующие штанги, применяемые для работы под напряжением, следует испытывать по нормам и в сроки для изолирующих штанг на соответствующее напряжение.

4. Указатели напряжения выше 1000 В при типовых испытаниях проверяют на отсутствие свечения от влияния соседних цепей, находящихся под напряжением.

Изолирующие штанги

При приемо-сдаточных и эксплуатационных испытаниях изолирующая часть оперативных и измерительных штанг испытывается повышенным напряжением согласно [8]. При этом напряжение прикладывают к рабочей части и временному электроду, наложенному у ограничительного кольца со стороны изолирующей части. Если изолятор фарфоровый, напряжение прикладывают непосредственно к его обоим концам.

При типовых испытаниях к изолирующей части штанг для электроустановок 500 кВ прикладывают напряжение 850 кВ в течение 0,3 мин., а затем 650 кВ в течение 5 мин.

При приемо-сдаточных испытаниях измерительных головок для контроля изоляторов прикладывают напряжение 35 кВ, при эксплуатационных — 30 кВ.

При приемо-сдаточных и эксплуатационных испытаниях штанги с дугогасящим устройством испытывают напряжением 40 кВ при разомкнутых контактах в течение 5 мин. Испытательное напряжение прикладывают между пантографическим захватом и контактной пластиной с зажимом для присоединения заземляющего проводника. При испытании не должно быть перекрытия по поверхности, пробоя воздушного промежутка между контактами. Если штанга с дугогасящим устройством находилась в работе, то перед экс-

платационными испытаниями разбирают дугогасящее устройство для зачистки контактной части и проверки состояния дугогасящего материала.

Штанги для наложения заземления перед каждым применением подвергают осмотру на наличие загрязнений, механических повреждений и т. п. Изолирующую часть составных металлического заземления на провода ВЛ 500 кВ при приемо-сдаточных и эксплуатационных испытаниях испытывают напряжением 100 кВ в течение 5 мин. Нормы и сроки электрических испытаний съемных штанг для наложения заземления, которые могут использоваться как изолирующие, такие же, как для изолирующих штанг. Эксплуатационные электрические испытания остальных штанг для наложения заземления не проводят.

Оперативные штанги на напряжение до 1000 В при приемо-сдаточных и эксплуатационных испытаниях испытывают напряжением 2 кВ в течение 5 мин.

Изолирующие устройства и приспособления для работ на ВЛ ПО кВ и выше с непосредственным прикосновением электромонтера к токоведущим частям

При приемо-сдаточных и эксплуатационных испытаниях должны быть проверены электрические характеристики каждого изолирующего устройства. Перед началом испытаний предварительно очищенные и высушенные изолирующие устройства следует хранить не менее 24 ч при температуре воздуха $20 \pm 5^\circ \text{C}$ с влажностью не более 70%.

Электрические испытания проводят по нормам, приведенным в приложении 5. Испытания заключаются в приложении напряжения к изолирующему устройству и измерении токов, протекающих через них. Испытательное напряжение определяют исходя из удельного испытательного напряжения: 2,5 кВ при приемо-сдаточных и 2,2 кВ на 1 см длины при эксплуатационных испытаниях. Испытание проводят приложением напряжения ко всей длине изолирующего устройства или к участкам длиной не менее 20 см. Изолирующие канаты испытывают путем их протягивания между электродами

со скоростью не более 4 м/мин. При этом электроды следует накладывать так, чтобы они имели контакт с канатом на длине не менее 25 см. Электроды не должны повреждать и загрязнять канаты. Канаты следует дополнительно испытывать после каждой чистки и сушки. При электрических испытаниях (целиком или участками) ток, протекающий через устройство, не должен превышать 500 мкА. Значение тока контролируют, начиная с 60-й секунды после достижения испытательного напряжения, в течение 60 с.

Испытания считаются удовлетворительными, если во время испытаний не возникло пробоя, перекрытия по поверхности изолирующего устройства поверхностных разрядов, не увеличился ток выше нормированного, нет местных нагревов от диэлектрических потерь.

Перед сдачей потребителю и перед началом работ каждое изолирующее средство, кроме каната, должно быть обработано силиконовой смазкой.

Изолирующие и электроизмерительные клещи

Изолирующие и электроизмерительные клещи, применяемые в электроустановках выше 1000 В, испытывают согласно нормам, приведенным в приложении 5.

Изолирующие и электроизмерительные клещи, применяемые в электроустановках до 1000 В, испытывают напряжением 3 кВ при приемодаточных и 2 кВ при эксплуатационных испытаниях. У изолирующих клещей напряжение при испытании прикладывают к проволочным бандажам у основания рабочей части и около ограничительного кольца со стороны изолирующей части.

При испытаниях электроизмерительных клещей напряжение прикладывают к магнитопроводу и электродам из фольги или проволочным бандажам для клещей до 10 кВ у ограничительного кольца со стороны изолирующей части, до 1000 В — у основания рукоятки.

У однополюсных указателей изолирующий корпус по всей длине вплоть до ограничительного кольца обертывают фольгой. Между фольгой и контактом на головке оставляют разрыв не более 10 мм. Один провод от испыта-

тельной установки присоединяют к контакту-наконечнику, второй, заземленный, — к фольге.

Для указателей, применяющихся в электроустановках до 500 В, испытательное напряжение составляет 1 кВ, в электроустановках до 660 В — 2 кВ. Продолжительность испытания 1 мин.

Изолирующую часть карманных вольтметров испытывают в соответствии с классом напряжения, а приборную — по ГОСТ 8.002-71.

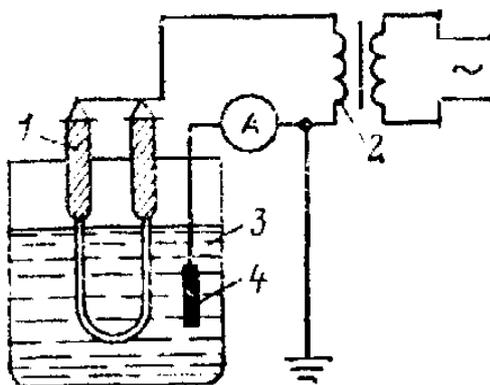


Рисунок 4.12. Принципиальная схема испытания электрической прочности изоляции рукояток и провода указателя напряжения: 1— испытываемый указатель; 2 — испытательный трансформатор; 3 — ванна с водой, 4 — электрод.

Для проверки схемы у двухполюсного указателя напряжение от испытательной установки прикладывают к контактам-наконечникам, у однополюсного указателя — к контакту-наконечнику и контакту на головке корпуса.

Для указателей напряжения с газоразрядными лампами, применяемых в электроустановках до 660 В, испытательное напряжение составляет 750 В, а в электроустановках до 500 В — 600 В. Продолжительность испытания 1 мин.

Напряжение зажигания определяют, прикладывая напряжение к контактам-наконечникам у двухполюсных указателей или к контакту-наконечнику и контакту на головке корпуса у однополюсных.

При испытаниях измеряют ток, протекающий через указатель при наибольшем рабочем напряжении, на которое он рассчитан. Этот ток не пре-

вышает 4 мА для указателей, действующих при протекании активного тока 1,0 и 0,6 мА для указателей, работающих при протекании емкостного тока. (Для указателей, одновременно измеряющих напряжение, этот ток может быть увеличен до 10 мА).

При наружном осмотре указателей перед испытанием и в процессе эксплуатации проверяют размеры, внешнее состояние прибора, целостность ламп и защитного стекла, исправность контактов-наконечников и прочность заделки соединительного провода.

Диэлектрические перчатки, боты и галоши

Диэлектрические перчатки, боты и галоши при приемо-сдаточных и эксплуатационных испытаниях испытывают повышенным напряжением с измерением тока, проходящего через изделие.

При испытании диэлектрические перчатки, боты и галоши погружают в металлический сосуд с водой, имеющей температуру 15° С — 35° С, которая заливается также внутрь этих изделий. Уровень воды как снаружи, так и внутри изделий должен быть на 50 мм ниже верхнего края перчаток, отворотов бот и на 20 мм ниже бортов галош. Выступающие края испытываемых изделий должны быть сухими. Один вывод испытательного трансформатора соединяют с сосудом, другой заземляют. Внутри изделия опускают электрод, соединенный с заземлением через миллиамперметр. Одна из возможных схем испытания показана на рис. 4.13. При испытании переключатель П сначала устанавливают в положение «а» для того, чтобы по сигнальным лампам определять отсутствие или наличие пробоя. При отсутствии пробоя переключатель устанавливают в положение «б» для измерения тока, проходящего через изделие.

Изделие бракуют, если ток, проходящий через него, превышает норму или происходят резкие колебания стрелки миллиамперметра.

В случае возникновения пробоя отключают дефектное изделие или всю установку. По окончании испытаний изделия просушивают.

Диэлектрические колпаки

Диэлектрические колпаки после изготовления необходимо испытывать на электрическую прочность напряжением 10 кВ в течение 2 мин., а в эксплуатации — 1 раз в 3 года напряжением 10 кВ в течение 1 мин. Методика испытания колпаков такая же, как для диэлектрических перчаток, бот и галош

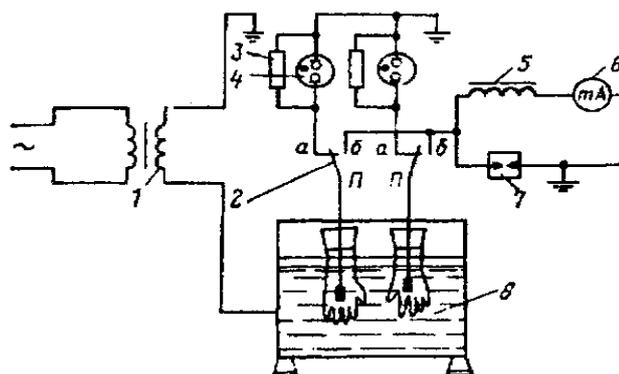


Рисунок 4.13 Принципиальная схема испытания диэлектрических перчаток, бот, галош: 1 — испытательный трансформатор; 2 — переключающие контакты; 3 — шунтирующий резистор (15 — 20 кОм); 4 — газоразрядная лампа; 5 — дроссель; 6 — миллиамперметр; 7 — разрядник; 8 — ванна с водой.

Приемо-сдаточные испытания диэлектрических перчаток проводят согласно техническим условиям, бот и галош — согласно ГОСТу.

Изолирующие подставки и диэлектрические ковры

Приемо-сдаточные испытания изолирующих подставок заключаются в испытании опорных изоляторов напряжением 36 кВ. Опорные изоляторы изолирующих подставок можно испытывать отдельно или вместе с настилом. В последнем случае металлические колпачки всех изоляторов, а также все основания изоляторов электрически соединяются между собой. Испытательное напряжение прикладывают к колпачкам и основаниям изоляторов.

При испытаниях необходимо наблюдать за состоянием изоляторов; если происходят скользящие разряды или перекрытия, подставку бракуют.

После испытаний на основаниях опорных изоляторов ставят штамп об испытании. Забракованные опорные изоляторы меняют.

Приемо-сдаточные испытания диэлектрических ковров производят согласно ГОСТу.

В процессе эксплуатации подставки и ковры электрическим испытаниям не подвергают. Их отбраковывают при осмотрах. Ковры следует очищать от грязи и осматривать не реже 1 раза в 6 мес. При обнаружении дефектов в виде проколов, надрывов и т. п. их следует заменять новыми. Подставки осматривают 1 раз в 3 года.

Изолирующие накладки

Изолирующие жесткие накладки из твердого электроизоляционного материала для электроустановок 3 — 10 кВ испытывают напряжением 20 кВ, для электроустановок 15 кВ — напряжением 30 кВ, для электроустановок 20 кВ — напряжением 40 кВ. Продолжительность испытания 5 мин.

Для испытания электрической прочности накладку сначала помещают между двумя пластинчатыми электродами, края которых не должны достигать краев накладки на 50 мм, а затем с каждой стороны между электродами, расстояние между которыми не должно превышать расстояния между полюсами разъединителя на соответствующее напряжение.

Изолирующие накладки из диэлектрической резины для электроустановок до 1000 В испытывают напряжением 2 кВ в течение 1 мин. Накладку со смоченной водой рифленой поверхностью (при наличии рифления) помещают между двумя электродами, края которых не должны доходить до краев накладки на 15 мм. Для измерения тока, протекающего через накладку, в цепь повышающей обмотки трансформатора включают миллиамперметр. Ток при приемо-сдаточных испытаниях не должен превышать 5 мА, при эксплуатационных — 6 мА. Продолжительность испытания 1 мин.

Изолирующие накладки из твердого электроизоляционного материала на напряжение до 1000 В испытывают по тем же нормам, что и резиновые, но без измерения тока утечки.

Журнал испытания средств защиты из диэлектрической резины перчаток, бот, галош и изолирующих накладок (форма, рекомендуемая для лабораторий)

Наименования средств защиты	Инвентарный номер	Предприятие — владелец средства защиты	Испытано повышенным напряжением, кВ	Ток, протекающий через изделие, мА	Результат испытания	Дата следующего испытания	Испытания проводил (подпись)

Слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками

Изоляцию инструмента испытывают напряжением 6 кВ при приемосдаточных испытаниях и напряжением 2 кВ при эксплуатационных испытаниях. Длительность испытания 1 мин.

Для испытания повышенным напряжением инструмент, предварительно очищенный от грязи и жира, погружают изолированной частью в ванну с водой температурой $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ так, чтобы вода не доходила до края изоляции на 10 мм. Один вывод испытательного трансформатора присоединяют к металлической части инструмента, а — второй к ванне с водой. Второй вывод трансформатора заземляют. Испытания можно проводить на установке для проверки перчаток, бот и галош.

Индивидуальные экранирующие комплекты

Приемо-сдаточные и эксплуатационные испытания комплектов экранирующей одежды заключаются в проверке их технического состояния (внешний осмотр комплектов и измерение сопротивления постоянному току раздельно одежды и обуви).

При осмотре экранирующей одежды, головного убора, обуви следует обращать внимание на состояние ткани, швов, контактных элементов, подошв.

При обнаружении дефектов на элементах одежды или обуви (обрыва соединительного элемента, неисправности контактного устройства, истирания или отставания подошвы, разрывов или сильной деформации верха обуви и т. д.) они изымаются из эксплуатации и заменяются новыми или отремонтированными.

При измерении сопротивления постоянному току экранирующую одежду развешивают на вешалках. Куртка и брюки электрически соединяются посредством контактных выводов. Сопротивления измеряют мегаомметром на 500 В или омметром. Измеренное сопротивление не должно превышать 10 кОм, при большем значении экранирующую одежду бракуют.

Сопротивление постоянному току кожаной и резиновой экранирующей обуви следует измерять мегаомметром на 500 или 1000 В. Определяют сопротивление между контактным выводом каждой полупары и металлической ванной, в которую ее помещают. Под обувь подкладывают 2-3 слоя хлопчатобумажной ткани, обильно смоченной 1,5%-ным раствором (водным) поваренной соли. Сопротивление не должно превышать 10 кОм, при большем значении обувь должна быть изъята из эксплуатации и заменена новой.

Проверку технического состояния каждого комплекта экранирующей одежды производят:

- перед началом эксплуатации;
- в процессе эксплуатации 1 раз в 3 месяца;
- после ремонта комплекта или его элементов;
- в процессе хранения на складе 1 раз в год.

Результаты проверки оформляют записью в журнале проверки средств защиты.

4. 3.2 Механические испытания

Изолирующие штанги

Механическим испытаниям подвергают оперативные штанги, измерительные, для наложения заземления. Механические испытания изолирующих средств защиты проводят перед электрическими. Штанги подвергают типо-

вым механическим испытаниям. В процессе эксплуатации механические испытания штанг не проводятся.

На разрыв испытывают оперативные штанги и для наложения заземления всех видов (для распределительных устройств и ВЛ), за исключением штанг для наложения заземления в лабораторных и испытательных установках. На изгиб испытывают измерительные штанги, оперативные, для наложения заземления на провода ВЛ 500 кВ (за исключением оперативных штанг с фарфоровыми изоляторами).

При испытаниях на разрыв штангу закрепляют за рабочую часть, а к рукоятке прикладывают требуемую силу (подвешенный груз, трос от лебедки через динамометр). Оперативные штанги и для наложения заземления испытывают на разрыв силой 1500 Н (150 кгс), прикладываемой в течение 1 мин. Для оперативных штанг с фарфоровыми изоляторами испытательная сила составляет 800 Н (80 кгс). Штанги для наложения заземления на ВЛ до 10 кВ должны выдерживать силу на разрыв 1000 Н (100 кгс) в течение 1 мин.

При испытаниях на изгиб штанги устанавливают горизонтально и закрепляют в двух точках: у конца рукоятки и у ограничительного кольца (рис.4.14). Оперативные универсальные штанги, измерительные и для наложения заземления на провода ВЛ 500 кВ испытывают силой, равной двойному весу рабочей части. Оперативные (простые) штанги испытывают на изгиб под действием собственного тела. Продолжительность испытания 1 мин.

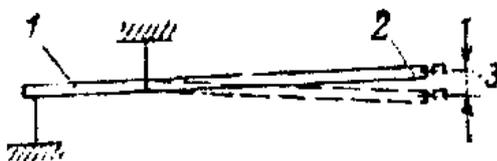


Рисунок 4.14. Испытание штанги на изгиб: 1 — точка закрепления; 2 — точка подвеса груза; 3 — стрела прогиба штанги в точке приложения груза.

Прогиб, измеряемый как процентное отношение стрелы прогиба в точке приложения изгибающей силы к длине изолирующей части, не должен превышать 10% у штанг на напряжение до 220 кВ и 20% у штанг на более

высокое напряжение. При прогибе выше нормы штангу бракуют. Штанги для наложения заземления в РУ и на ВЛ до 220 кВ на изгиб не испытывают.

По окончании испытаний штанги осматривают и в случае обнаружения остаточных деформаций, трещин, ослабления крепления и т. п. бракуют.

Изолирующие устройства и приспособления для работ на ВЛ 110 кВ и выше с непосредственным прикосновением электромонтера к токоведущим частям

Перед началом приемо-сдаточных и эксплуатационных испытаний предварительно очищенные и высушенные изолирующие устройства и приспособления следует хранить не менее 24 ч при температуре воздуха $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ с влажностью не более 70%.

Изолирующие устройства и приспособления подвергают статическим испытаниям лестницы, кроме того, — и динамическим. При статических испытаниях на изолирующие устройства и приспособления необходимо воздействовать нагрузкой, составляющей 1,25 допустимой, указанной в паспорте. Для изолирующих лестниц, кабин и тележек, рассчитанных на одного электромонтера, допустимую нагрузку следует принять равной 1000 Н (100 кгс). Механические испытания канатов не проводят.

Порядок проведения механических испытаний изолирующих лестниц, рассчитанных на одного электромонтера, следующий.

При статических испытаниях лестницу подвешивают вертикально и с помощью укрепленного па нижней ступеньке каната оттягивают таким образом, чтобы она образовала с вертикалью угол около 40° . На четвертую снизу ступеньку лестницы кладут на 5 мин. груз массой 125 кг. При динамических испытаниях лестницу нагружают, как при статических испытаниях, и дополнительно придают ей колебательные движения, для чего контрольный груз поднимают вверх на 100 мм и свободно отпускают. Испытания проводят пятикратно.

Изолирующие устройства и приспособления, кроме изолирующих канатов, должны иметь коэффициент запаса прочности не менее 3; изолирующие

канаты, предназначенные для подъема людей, перемещения подвесного монтерского сидения или передвижения тележки с электромонтером по проводам, должны иметь коэффициент запаса прочности (отношение разрывной нагрузки к допустимой) не менее 12, другие канаты — не менее 6.

Механические испытания считаются удовлетворительными, если не возникло трещин, поломок, деформаций, не изменилась окраска в соединительных элементах и лестницы после испытаний приняли свой первоначальный вид.

Предохранительные монтерские пояса и страховочные канаты

Типовые испытания поясов на механическую прочность статической и динамической нагрузкой проводят согласно требованиям ГОСТ 5718-77*. Предохранительные пояса и страховочные канаты при приемо-сдаточных и 1 раз в 12 мес. при эксплуатационных испытаниях проверяют на механическую прочность статической нагрузкой. Пояса, предъявляемые к испытанию, вначале осматривают, в результате чего должно быть установлено, что полотно пояса не имеет местных повреждений (ожогов, надрезов и т. п.), заклепочные соединения не имеют люфта, прошивка пояса, ремней и накладок находится в полной сохранности, кожа ремней хорошо пропитана жиром и не трескается при сгибании, капроновый строп не имеет обрывов нитей, места сварки стыков звеньев цепи и колец ровные и не имеют заусенцев; пружинный замок карабина исправный, поверхность карабина гладкая, без заусенцев, выбоин, царапин и других подобных дефектов, все металлические детали пояса (кроме заклепок) имеют цинковое покрытие.

После внешнего осмотра и устранения мелких дефектов, не могущих сказаться на прочности пояса, его испытывают статической нагрузкой. Для этого пояс закрепляют на жесткой опоре диаметром 300 мм (рис. 4.15) и к карабину подвешивают на 5 мин. груз массой 300 кг при приемке в эксплуатацию и 225 кг при периодических эксплуатационных испытаниях. Так же испытывают свободное полукольцо для застегивания карабина и кольцо для закрепления страховочного каната. Подвеска груза может быть заменена при-

ложением тяговой силы через динамометр при вертикальном или горизонтальном положении пояса.

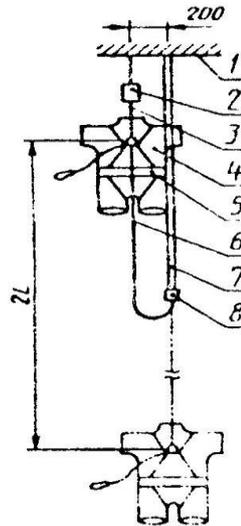


Рисунок 4.15. Схема испытания предохранительных поясов статической нагрузкой:

1 — жестки опора; 2 — сбрасыватель; 3 — соединительное устройство; 4 — манекен; 5 — пояс лямочный; 6 — строп; 7 — штанга; 8 — серьга штанги; L — максимальная длина стропы.

По окончании испытаний на поясе и его деталях не должно быть признаков повреждений, замок карабина должен правильно и плотно входить в его вырезы.

Страховочные канаты и наплечные ремни подвергают тем же испытаниям, что и предохранительные пояса. Нормы и сроки механических испытаний средств защиты приведены в таблице 4.7/

Изолирующие подставки

Изолирующие подставки подвергают типовым испытаниям на прочность и устойчивость. При испытании на прочность изолирующей подставки в собранном виде на нее воздействуют равномерно распределенным грузом массой 350 кг в течение 1 мин. При этом не должно наблюдаться прогиба настила подставки и других деформаций (трещин, нарушений целостности опорных изоляторов, ослабления связи между отдельными частями настила, изломов и др.). При испытании на устойчивость подставку проверяют на отсут-

стве опрокидывания при нахождении на ее краях груза массой 80 кг. В эксплуатации подставки не испытывают.

Таблица 4.7

Нормы и сроки механических испытаний средств защиты

Средства защиты	Статическое испытание	Продолжительность, мин.	Нагрузка, Н (кгс), при испытаниях		
			типовых	примочных	эксплуатационных
1	2	3	4	5	6
1. Штанги: оперативные для наложения заземления с дугогасящим устройством измерительные и для наложения заземления на провода ВЛ 500 кВ	На разрыв На изгиб На разрыв На разрыв На изгиб	1 1 1 1 1	1500 (150)* собственная масса** 1500 (150) 800 (80) Двойной вес рабочей части**	— — — — — — —	— — — — — —
2. Изолирующие подставки	На сжатие На устойчивость	1 1	3500 Н/м ² (350 кгс/м ²), равномерно распределенная 800 (80) на краю	— —	— —
3. Предохранительные монтерские пояса и плечевые ремни	На разрыв	5	3000 (300) ***	3000 (300)	2250 (225)
4. Страховочные канаты	На разрыв	5	3000 (300)	3000 (300)	2250 (225)
5. Изолирующие устройства и приспособления для работ на ВЛ 110 кВ и выше с непосредственным прикосновением электромонтера к токоведущим частям****: изолирующие лестницы, кабины, тележки домкраты, тяги приспособления	— —	— —	— —	1250 (125) 1,25 допустимой	

* Для штанг с фарфоровыми изоляторами 800 Н (80 кгс).

** Прогиб изолирующей части не должен превышать 10% для штанг на напряжение до 220 кВ включительно.

*** Пояса подвергают также типовым и периодическим испытаниям динамической нагрузкой согласно ГОСТ 5718 -77*.

**** Изолирующие канаты не испытывают.

Примечание: средства защиты 3 — 5 при эксплуатационных испытаниях испытывают 1 раз в 12 мес.

Задача. Рассчитать ток, проходящий через человека, стоящего на мокром полу в обуви с кожанитовой подошвой и касающегося заземленного корпуса установки, находящейся в аварийном режиме (рис. 4.16). Установка питается трехфазным напряжением от сети с изолированной нейтралью. Сделать вывод относительно опасности такого прикосновения.

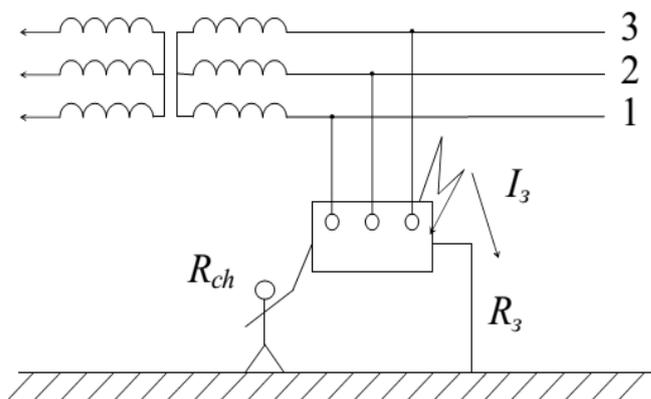


Рисунок 4.16. Схема включения человека в электрическую цепь
($U = 380/220$ В)

Решение

1. Для определения тока через человека необходимо знать напряжение прикосновения (действующего в данной ситуации на человека):

$$U_{np} = I_3 R_3,$$

где I_3 – ток через заземлитель:

$$I_3 = \frac{3U_{\phi}}{3R_3 + R},$$

где R_3 – сопротивление заземлителя. Оно не должно превышать 4 Ом в сети с указанными напряжением и мощностью [1]; R – сопротивление изоляции. В нормальном режим работы сети сопротивление заземлителя не должно опускаться ниже 500 кОм [6].

2. Ток через человека

$$I_h = \frac{U_{np}}{R_{ch}},$$

где $R_{ch} = R_h + R_{об} + R_{oc}$; $R_{об} = 0,5$ кОм (прил., табл. 3); $R_{oc} = 0,1$ кОм, значит, $R_{ch} = 1 + 0,1 + 0,5 = 1,6$ кОм.

Так как предельно допустимый ток при продолжительном воздействии (более 1 с) в заданных условиях равен 6 мА, то человеку опасность поражения током не угрожает.

ГЛАВА V. ОКАЗАНИЕ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ

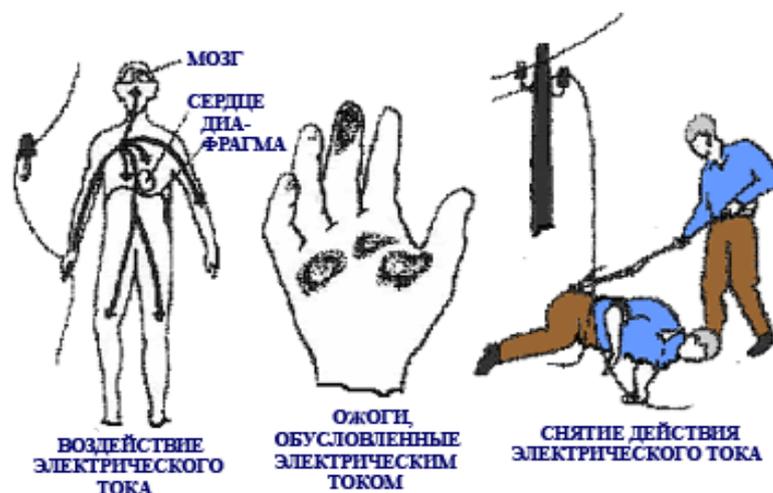
5.1 Электротравмы

Электрический ток является помощником человека, но он может оказывать и вредное воздействие. При поражении электрическим током возникают электротравмы, около 25% которых заканчиваются смертью пострадавшего (рис.5.1)



Рисунок 5.1. Поражение электрическим током до 1000В.

Наблюдаются также травмы, обусловленные природным электрическим разрядом - молнией.



Электрический ток вызывает **изменения в нервной системе**, выражающиеся в ее раздражении или параличе. При воздействии электрического тока возникают судорожные спазмы мышц. Принято говорить, что электрический ток человека "держит": пострадавший не в состоянии выпустить из рук предмет - источник электричества. При поражении электрическим током происходит судорожный **спазм диафрагмы** - главной дыхательной мышцы в организме - и сердца (рис.5.2). Это вызывает моментальную

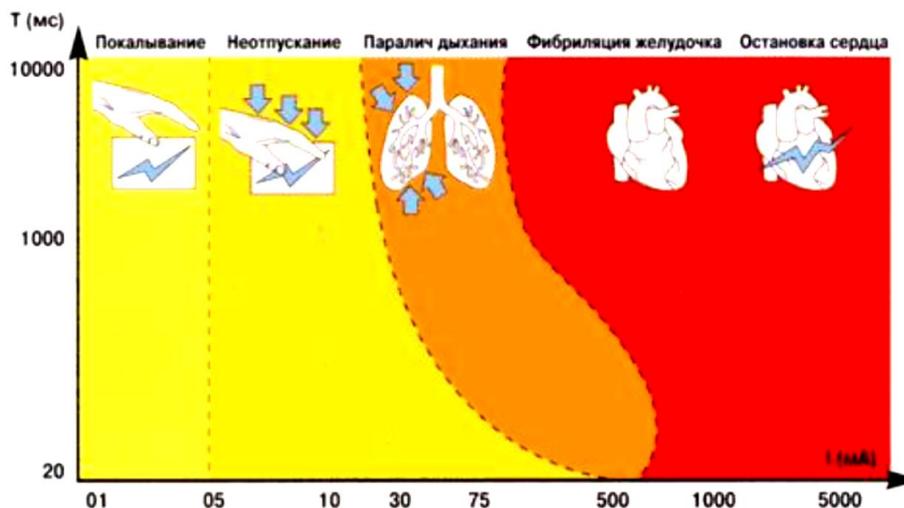


Рисунок 5.2 Последствия влияния электрического тока на организм человека

остановку дыхания и сердечной деятельности. Действие электрического тока на мозг вызывает потерю сознания. Соприкасаясь с телом человека, электрический ток оказывает также тепловое действие, причем в месте контакта возникают ожоги III степени. Постоянный ток менее опасен, чем переменный,

который даже под напряжением 220 вольт может вызвать очень тяжелое поражение организма. Действие электрического тока на человека усиливается при наличии промокшей обуви, мокрых рук, которым свойственна повышенная электропроводность. При поражении молнией на теле пострадавшего возникает древовидный рисунок синюшного цвета. Принято говорить, что молния оставила свое изображение

Освобождение человека от действия тока

Часто оказывается, что пострадавший продолжает находиться в контакте с токоведущей частью и не может самостоятельно нарушить этот контакт, т. е. прервать проходящий через него ток. Причинами этого могут быть:

- непроизвольное судорожное сокращение мышц, которое пострадавший не может преодолеть;
- паралич конечностей и иных участков тела вследствие поражения нервной системы;
- тяжелая механическая травма;
- потеря сознания.

Выключение человека из цепи протекания тока можно осуществить разными способами, но первое действие для освобождения пострадавшего тока - быстрое отключение той части электроустановки, которой он касается! Отключение электроустановки производится с помощью ближайшего рубильника, выключателя, а также путём снятия или вывёртывания предохранителей, разъёмов (рис.5.3). Если пострадавший находится на высоте, то отключение напряжения может вызвать его падение. Надо принять меры, обеспечивающие его безопасность! Может одновременно погаснуть свет. В этом случае надо использовать другой источник света или аварийное освещение. При невозможности быстрого отключения установки (из-за удалённости, недоступности выключателя) принимают иные меры освобождения от электрического тока:

- перерубить провода (сухая ручка у топора);
- вызвать автоматическое отключение электроустановки;

- отделить пострадавшего от токоведущих частей.

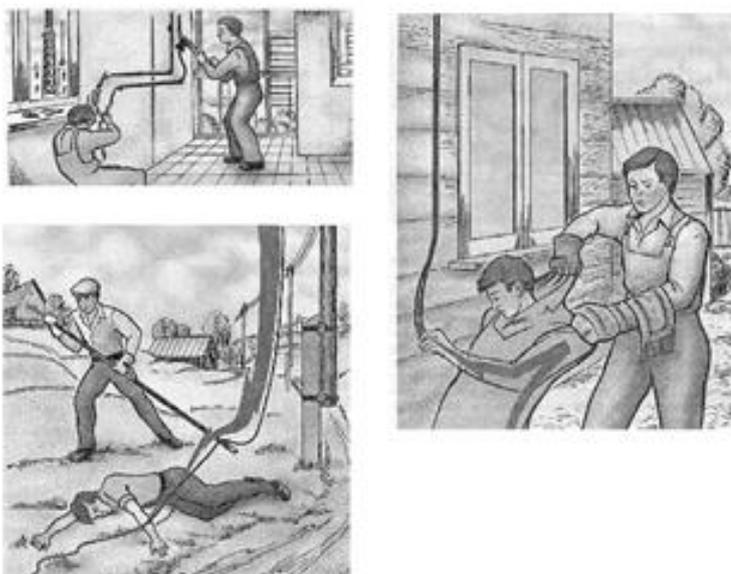


Рисунок 5.3 Освобождение пострадавшего от тока

Многое зависит от находчивости. Но во всех случаях оказывающий помощь не должен сам попасть под напряжение.

При напряжении меньше 1000 В можно:

- рубить провода;
- перекусить их инструментом с изолированными рукоятками (если использовать обычный нож, надо надеть диэлектрические перчатки и галоши).

Перерубать провода надо каждый в отдельности; оттянуть пострадавшего от токоведущих частей, взявшись за его одежду. Нельзя касаться тела пострадавшего, сырой одежды и окружающих металлических предметов. Надо действовать одной рукой, другую в карман или за спину. Если касаться тела надо надеть диэлектрические перчатки или обмотать руки сухой тряпкой. Можно накинуть на пострадавшего сухой пиджак, коврик и др. Себя можно изолировать, встав на коврик, подставку, надев галоши. Можно отбросить провод сухой палкой.

5.2. Первая помощь в случаях поражения электрическим током

Правила освобождения от действия электрического тока

При напряжении свыше 1000 В следует:

- надеть диэлектрические перчатки, резиновые боты или галоши;
- взять изолирующую штангу или изолирующие клещи;
- замкнуть провода ВЛ 6-20 кВ накоротко методом наброса, согласно специальной инструкции;
- сбросить изолирующей штангой провод с пострадавшего;
- оттащить пострадавшего за одежду не менее чем на 8 метров от места касания проводом земли или от оборудования, находящегося под напряжением.

Нельзя приступать к оказанию помощи, не освободив пострадавшего от действия электрического тока.

Главная задача – как можно быстрее спустить пострадавшего с высоты, чтобы приступить к оказанию помощи в более удобных и безопасных условиях (на земле, на площадке).

Нельзя тратить время на оказание помощи на высоте.

Правила перемещения в зоне “шагового” напряжения

Нельзя отрывать подошвы от поверхности земли и делать широкие шаги.

В радиусе 8 метров от места касания земли электрическим проводом можно попасть под “шаговое” напряжение.

Передвигаться в зоне “шагового” напряжения следует в диэлектрических ботах или галошах либо “гусиным шагом” – пятка шагающей ноги, не отрываясь от земли, приставляется к носку другой ноги.

Нельзя приближаться бегом к лежащему проводу.

Схема действий в случаях поражения электрическим током.

Если нет сознания и нет пульса на сонной артерии

1. Обесточить пострадавшего.
2. Убедиться в отсутствии реакции зрачка на свет.
3. Убедиться в отсутствии пульса на сонной артерии.
4. Нанести удар кулаком по груди.

5. Начать непрямой массаж сердца.
6. Сделать "вдох" искусственного дыхания.
7. Приподнять ноги.
8. Приложить холод к голове.
9. Продолжать реанимацию.
10. Вызвать "Скорую помощь".

Если нет сознания, но есть пульс на сонной артерии

1. Убедиться в наличии пульса.
2. Повернуть на живот и очистить рот.
3. Приложить холод к голове.
4. На раны наложить повязки.
5. Наложить шины
6. Вызвать "Скорую помощь".

Недопустимо: прикасаться к пострадавшему без предварительного обесточивания.

- прекращать реанимационные мероприятия до появления
- признаков биологической смерти.

Искусственное дыхание

Процесс оживления складывается из проведения двух основных процедур: мер по восстановлению дыхания - искусственного дыхания - и мер по восстановлению сердечной деятельности - массажа сердца.

Сущность этой процедуры состоит в искусственном введении воздуха в легкие. Это осуществляется во всех случаях прекращения дыхательной деятельности, а также при неправильном дыхании. Основными условиями успешного проведения искусственного дыхания являются свободная проходимость дыхательных путей и наличие свежего воздуха

Применяемый до сих пор способ искусственного дыхания - сжатие и расширение грудной клетки - малоэффективен. Наиболее эффективным способом дыхания является дыхание "из легких в легкие", проводимое обычно по способу "изо рта в рот". При оживлении по этому методу в легкие пострадавшие

го вводится одновременно до полутора литров воздуха, что составляет объем одного глубокого вдоха.

Пострадавшего укладывают на спину. Оказывающий помощь становится от него с правой стороны и, подложив ему под шею правую руку, немного приподнимает его. Благодаря этому голова пострадавшего запрокидывается назад, и его дыхательные пути, до этого закупоренные запавшим языком, открываются. Ребром левой ладони оказывающий помощь надавливает на лоб раненого, помогая тем самым удерживать его голову в запрокинутом положении; одновременно большим и указательным пальцами зажимает ему нос. После этого оказывающий помощь вытаскивает правую руку из-под шеи пострадавшего и, оказывая давление на подбородок, открывает ему рот. Затем, сделав глубокий вдох, он все содержимое легких выдыхает раненому в рот. Поступление воздуха в легкие проявляется расширением грудной клетки пострадавшего.

У маленьких детей искусственное дыхание можно проводить, вдыхая воздух одновременно в рот и в нос. Дыхание должно быть ритмичным - 16-19 дыхательных движений в минуту. **Искусственное дыхание** можно делать также по способу "изо рта в нос". При этом основное положение и пострадавшего и оказывающего помощь такое же, как при способе "изо рта в рот", но при этом рот пострадавшего должен быть закрыт. В том случае, когда у пострадавшего повреждено лицо и производить искусственное дыхание "из легких в легкие" невозможно, следует применять метод сжатия и расширения грудной клетки путем складывания и прижимания его рук к грудной клетке с последующим разведением их в стороны. Пострадавший при этом лежит на спине, причем под лопатки ему подкладывают валик, а голову несколько запрокидывают назад.

Непрямой массаж сердца

Нередко искусственное дыхание не имеет успеха и пострадавший, несмотря на его проведение, погибает. Это бывает в тех случаях, когда оказы-

вающий помощь забывает о сердце и о пульсе - главном проявлении деятельности организма и основном проявлении жизни.

Остановка сердечной деятельности происходит при прямом ударе в область сердца, при утоплении, задушении, отравлении газами, поражении электрическим током, при торможении центра кровообращения, при некоторых сердечных заболеваниях, главным образом при инфаркте миокарда, при длительном недостаточном дыхании. Остановка сердечной деятельности наблюдается также при тепловом ударе, кровопотерях, ожогах, замерзании.



Фаза сокращения - систола В связи с остановкой сердца происходит прекращение кровообращения, в результате чего наступает клиническая смерть. Единственной возможностью спасти пострадавшего в этом случае является массаж сердца.

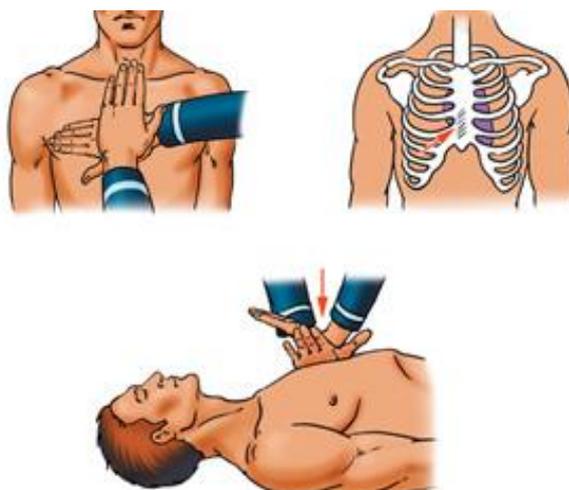
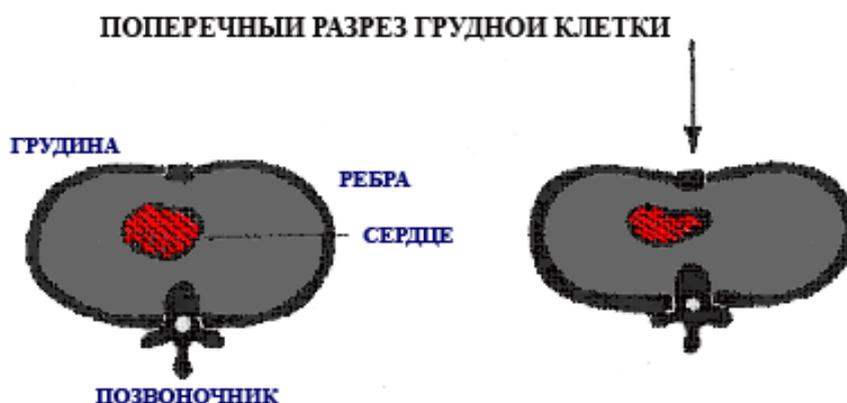


Рисунок 5.4. Проведение массажа сердца



Сердечная деятельность заключается в сжатии и расслаблении сердца. Поэтому при остановке сердца необходимо вызвать его сокращение и расширение искусственным путем. Делают это так: пострадавшего укладывают на что-либо твердое: землю, стол и ритмично, 60 раз в минуту, сдавливают грудину в ее нижней половине слева, где располагается сердце. Давление производят внутренней стороной запястья одной руки, лучше всего левой, на которую дополнительно оказывают давление наложенной правой рукой. Давление через грудную кость распространяется на сердце, которое сдавливается между грудиной и позвоночником. Давление необходимо оказывать с такой силой, чтобы грудная кость смещалась по направлению к позвоночнику на 5-6 см. Таким образом, вызывают искусственное сокращение сердца, а в моменты прекращения давления - его расслабление. По истечении некоторого времени сердце обычно начинает функционировать самостоятельно. Массаж сердца в сочетании с искусственным дыханием является действенной мерой оживления пострадавшего. Их надо проводить в комплексе, поскольку при остановке сердца у человека прекращается и дыхательная деятельность. Если оживление пострадавшего проводит один человек, то он обязан делать одновременно и массаж сердца и искусственное дыхание: на 15 сдавлений грудной клетки проводится 3 искусственных вдоха. Массаж сердца - это мера, требующая некоторого опыта, поэтому к ней прибегают только в случаях крайней необходимости, и оказывать ее должен опытный человек .

ПОКАЗАНИЯ К РЕАНИМАЦИИ

Слабый, угасающий пульс или его отсутствие; расширенные, не реагирующие на свет зрачки; редкое поверхностное дыхание или его отсутствие.

ПУЛЬС ОПРЕДЕЛЯЮТ НА СОННОЙ АРТЕРИИ. Сожатыми подушечками указательного, среднего и безымянного пальцев найти на передней поверхности шеи выступающую часть хряща трахеи (кадык). Сдвинуть пальцы по краю кадыка в глубину тканей, между хрящом и мышцей, и осторожно надавить. Должно возникнуть ощущение как бы шнураподобного уплотнения и пульсовых толчков.

ДЛЯ ПРОВЕРКИ СОСТОЯНИЯ ЗРАЧКОВ положить кисть руки на лоб. Большим пальцем оттянуть верхнее веко. Закрывать глаз ладонью и резко отнять ее. Если есть реакция на свет, зрачок сужается.

ПОДГОТОВКА К РЕАНИМАЦИИ

Пострадавшего уложить на жесткое основание, расстегнуть на нем воротник, ослабить галстук (у женщин - бюстгалтер). Быстро и осторожно прощупать заднюю поверхность шеи - равна ли она. Наличие костных выступов свидетельствует о переломе шейных позвонков или повреждениях черепа. Тогда реанимация противопоказана.

ДЛЯ ЗАПРЯКИДЫВАНИЯ ГОЛОВЫ займите место сбоку от пострадавшего. Положите руку на его лоб так, чтобы большой и указательный пальцы находились с обеих сторон носа. Другую руку подложите под шею.



Разнонаправленными движениями рук разогните шею, запрокинув голову до упора. Чрезмерные усилия применять нельзя.

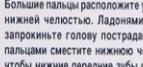
После запрокидывания головы рот пострадавшего обычно открывается. Если этого не произошло, действуйте одним из трех способов:

Первый способ



Большие пальцы расположите опором на подбородке, а остальные под нижней челюстью. Ладонями и частично с помощью предплечий запрокиньте голову пострадавшего и зафиксируйте ее. Большими пальцами сместите нижнюю челюсть немного вперед и вверх - так, чтобы нижние передние зубы слегка выступили над верхними.

Второй способ



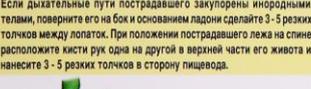
Положите кисть руки на лоб, запрокиньте голову. Большим пальцем другой руки введите в рот пострадавшего за основание передних зубов. Указательным пальцем обхватите подбородок. Сожатыми остальными пальцами зафиксируйте его в таком положении. Движением вниз откройте рот и одновременно немного выдвиньте нижнюю челюсть, рот откроется.

Третий способ



Откройте рот захватом нижней челюсти сбоку

Если дыхательные пути пострадавшего закупорены инородными телами, поверните его на бок и основанием ладони сделайте 3-5 резких толчков между лопаток. При положении пострадавшего лежа на спине расположите кисти рук одна на другой в верхней части его живота и нанесите 3-5 резких толчков в сторону пищевода.



ЗАТЕМ ПРИБУЖАЮТ К ИСКУССТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ - ИВЛ

Если после 2-3 пробных вдохов воздуха в легкие не поступает, поверните голову пострадавшего набок, раскройте рот, зафиксируйте челюсти средними большими и указательными пальцами. Указательный и средний пальцы другой руки оберните платком или бинтом и введите в рот. Тщательно, круговыми движениями очистите полость рта (исключите слюнные зубы, протезы, рвотные массы и т.д.).

ИСКУССТВЕННАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ ЛЕГКИХ



Метод "рот в рот"

Большим и указательными пальцами руки, фиксирующей лоб пострадавшего, плотно зажмите его нос. Наберите в легкие воздух, плотно прижимаясь ртом к рту (полая герметичность) и резко вдуйте воздух в легкие. После раздувания легких: вдоха пострадавшего - рот освобождают и следят за самостоятельным пассивным выдохом. Не дожидаясь его окончания, проводите еще 3-5 вдохов. Использовать прокладки (марлю, платки) нельзя!

Метод "рот в нос"

Одной ладонью зафиксируйте голову пострадавшего, а другой обхватите его подбородок. Выдвиньте нижнюю челюсть немного вперед и плотно сомкните ее с верхней. Губы зажмите большим пальцем. Наберите в легкие воздух. Плотно обхватите губами основание носа пострадавшего, но так, чтобы не зажать носовые отверстия, и энергично вдуйте в него воздух. Освободите нос, следите за пассивным выдохом.

Если при ИВЛ стенка груди пострадавшего не приподнималась, значит воздух попал не в легкие, а в желудок. Быстро поверните пострадавшего на бок и надавите на область желудка. Воздух выйдет, и можно продолжать оказывать помощь.

Ошибки при ИВЛ: отсутствие герметичности между ртом спасателя и ртом или носом пострадавшего; при методе "рот в рот" - недостаточно зажат нос пострадавшего, не до конца запрокинута голова пострадавшего, и воздух попадает в желудок.

НАРУЖНЫЙ МАССАЖ СЕРДЦА

Если после 3-5 искусственных вдохов пульс пострадавшего на сонной артерии не появился, немедленно начинайте наружный массаж сердца.

ЦИКЛ:	Удар в область сердца	Проверка эффективности	Массажные толчки
-------	-----------------------	------------------------	------------------

Удар в область сердца **Массажные толчки**



Положение рук



Рабочая часть ладони

Вид сверху

МАССАЖНЫЕ ТОЛЧКИ выполняют скрещенными ладонями. Основание одной из них располагают на нижней половине грудины (отсутствие на два пальца выше мечевидного отростка), пальцы отогнуты вверх. Другую ладонь кладут поверх и делают быстрые надавливания - толчки.

Необходимо постоянно контролировать пульс на сонной артерии!

РЕАНИМАЦИОННЫЙ ЦИКЛ "ИВЛ+МАССАЖ"

Один спасатель выполняет в соотношении 2 : 15, т.е. после 2-х вдохов следуют 15 массажных толчков

НЕЛЬЗЯ выполнять искусственный вдох ОДНОВРЕМЕННО с массажным толчком

РЕАНИМАЦИЯ ДВУМЯ СПАСАТЕЛЯМИ

Соотношение искусственных вдохов с массажными толчками должно составлять 2 : 5

Первый (ведущий) опускается на колени возле головы пострадавшего, второй у груди.

Первый выполняет диагностику, подготовку к реанимации, ИВЛ (частота 8 - 12 вдохов в минуту), контролирует пульс и состояние зрачков

Второй по команде первого начинает наружный массаж сердца, который чередуется с ИВЛ, проводимой первым спасателем. При необходимости второму спасателю поручают остановить кровотечение или вызвать врача, а реанимация в это время занимается первым спасателем.

ПРИЗНАКИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КРОВООБРАЩЕНИЯ: пульс хорошо прощупывается, зрачки сужаются, кожные покровы розовеют

После восстановления жизнедеятельности пострадавшего надо из положения лежа на спине повернуть на правый бок. Иначе западает язык и наступает самоудушение



1 - 3

4

5 - 6

7 - 8

Поверот делают быстро и в строгой последовательности:

- 1 - правую ногу согнуть в колене;
- 2 - подтянуть стопу к колену другой ноги;
- 3 - левую руку согнуть в локте и положить на живот;
- 4 - правую руку выпрямить и прижать к туловищу;
- 5 - левую кисть подтянуть к голове;
- 6 - взять пострадавшего одной рукой за левое плечо, а другую за таз и перекинуть на правый бок в положение полулежа на живот;
- 7 - голову запрокинуть, а левую кисть поудобнее расположить под ней;
- 8 - правую руку положить сзади вплотную к туловищу, немного согнув в локте

За пострадавшим продолжают наблюдать. Периодически контролируют пульс и состояние зрачков

Рисунок 5.5. Плакат по технике реанимации

Задача. Определить вероятность возникновения электротравмы в указанных условиях (рис.5.5): $U = 380/220$ В, человек стоит на влажном бетонном полу в обуви с кожаной подошвой. Помещение сырое.

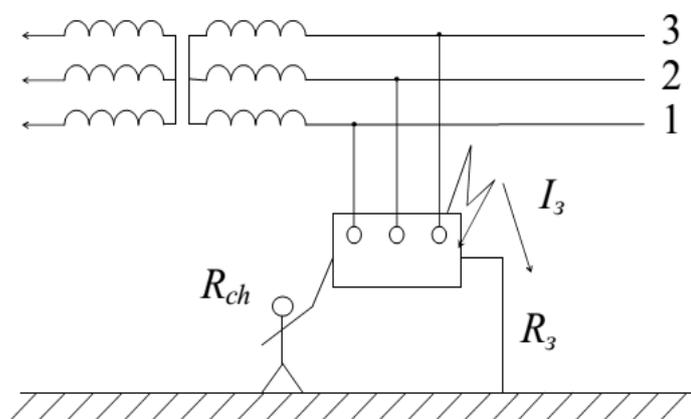


Рисунок 5.5. Схема включения человека в электрическую цепь

Решение

Вероятность поражения человека током равна:

$$P = P(G)P(D)P(B / A),$$

где $P(G)$ – вероятность прикосновения человека к электроустановке. Согласно условию, человек прикоснулся к установке, значит, $P(G) = 1$;

$P(D)$ – вероятность появления на установке напряжения. По условию задачи

(рис. 5.5) напряжение пробито на корпус установки, значит, $P(D) = 1$;

$P(A)$ – вероятность того, что при прикосновении к корпусу человек попадёт под напряжение. На корпусе электроустановки, согласно условию задачи, имеется напряжение, значит, $P(A) = 1$;

$P(B)$ – вероятность того, что ток, проходящий через человека, превысит с учётом времени воздействия допустимое значение.

Предельно допустимое значение тока $I_{h.доп}$ при длительном воздействии (более 1 с), согласно табл. 1.5, равно 6 мА. Значение тока I_h в указанных условиях равно:

$$I_h = \frac{U_{\phi}}{R_3 + r_0},$$

где $U\phi$ – фазное напряжение, 220 В; r_0 – сопротивление заземления нейтрали источника, согласно табл. 19 (прил.), равное 4 Ом.

Rch – сопротивление в цепи человека:

$$Rch = Rh + Rob + Roc,$$

где $Rh = 1$ кОм,

$Rob = 0,5$ кОм (прил., табл. 4), $Roc = 0,9$ кОм (табл. 1.4).

Значит, $Rch = 1 + 0,9 + 0,5 = 2,4$ кОм.

Тогда

$$I_h = \frac{220}{2,4 \cdot 10^3 + 4} = 91,5 \cdot 10^{-3} \text{ А.}$$

Так как такое значение $Ih = 91,5$ мА более чем в 10 раз превышает предельно допустимое значение тока $Ih_{дон}$, равное 6 мА, то $P(B) = 1$. Таким образом, $P = 1 \cdot 1 \cdot 1/1 = 1$.

В указанных условиях вероятность поражения человека электротоком равна 1.

ТЕСТЫ

№	Вопрос	Варианты ответа
1	Электробезопасность, обосновал фактор внимания, обеспечивающий условия электробезопасности	a) А. Ампер (1775-1836); b) А. Вольта (1745-1827); c) С. Еллинек (1851-1911); d) М. Фарадей (1791-1867).
2	Расчетная величина активного сопротивления тела человека при переменном токе промышленной частоты	a) 100 Ом; b) 1000 Ом; c) >1000 Ом; d) сопротивление тела человека не зависит от частоты тока.
3	Минимальное расстояние, при котором напряжение шага уменьшается:	a) 10 м; b) 20 м; c) 30 м; d) 40 м
4	Наиболее безопасный режим нейтрали с нормальными условиями эксплуатации электроустановок напряжением 220В при однофазном включении человека	a) электрическая сеть с изолированной нейтралью; b) электрическая сеть с заземленной нейтралью; c) безопасный режим нейтрали не зависит от схемы изоляции нейтрали; d) электрическая сеть с заземленной нейтралью через заземлитель с сопротивлением не более 0,4 Ом.
5	Основные требования по быстродействию отключения поврежденного участка сети до 1000В устройствами защитного отключения	a) не более 2 мксек; b) не более 0,2 сек; c) не более 2 сек; d) 2 ... 10 сек.
6	Наиболее опасные петли прохождения электрического тока через организм человека	a) полная (правая рука – правая нога, левая рука – левая нога); b) правая косая (правая рука – левая нога); c) верхняя (левая рука – правая рука); d) прямая горизонтальная (голова – руки), прямая вертикальная (голова-ноги).
7	Основные изолирующие элек-	a) изолирующие штанги, диэлек-

	тросзащитные средства	трические перчатки, инструмент с изолирующими рукоятками, диэлектрические галоши; b) изолирующие и токоизмерительные клещи, диэлектрические перчатки, инструмент с изолирующими рукоятками, диэлектрические резиновые коврики; c) диэлектрические перчатки, инструмент с изолирующими рукоятками, указатели напряжения, изолирующие подставки; d) изолирующие и токоизмерительные клещи, диэлектрические перчатки, инструмент с изолирующими рукоятками, указатели напряжения.
8	Малое напряжение, применяемое для ручного инструмента (дрель, гайковерт и др.) в условиях с повышенной опасностью	a) малые напряжения, вплоть до 2,5В; b) 2,5 ... 12В; c) 42В; d) не более 110В.
9	Требования к сопротивлению защитного заземления в установках, работающих под напряжением до 1000, регламентируемые ПУЭ	a) не более 1,0 Ом; b) не более 4,0 Ом; c) не более 10,0 Ом; d) от 5,0 до 10,0 Ом.
10	Смертельный путь прохождения тока:	a) правая рука - голова; b) правая рука - левая рука; c) левая рука - голова; d) правая нога - левая рука;
11	Предельная плотность электростатических зарядов после разделения двух контактирующих материалов G, мкКл/м ² .	a) 17 мкКл/м ² ; b) 27 мкКл/м ² ; c) 37 мкКл/м ² ; d) > 100 мкКл/м ² .
12	Значение предельной напряженности электростатического поля в воздухе E _в , В/м.	a) 0,3•10 ⁵ В/м; b) 3•10 ⁵ В/м; c) 1,3•10 ⁵ В/м; d) 3•10 ⁶ В/м.
13	Основные материалы, используемые для изготовления средств защиты от электромагнитных	a) электропроводный поролон, кварцевое защитное стекло, электропроводная резина;

	полей.	<p>b) листовая сталь Ст3, фольга медная, ткань;</p> <p>c) матовое органическое стекло, ткань металлизированная “Восход”;</p> <p>d) листовая сталь Ст3, фольга алюминиевая, сетка стальная тканная, радиозащитное стекло с двусторонним полупроводниковым покрытием.</p>
14	Повторный инструктаж проходят:	<p>a) через 3 месяца;</p> <p>b) не реже чем через год;</p> <p>c) не реже чем через 6 месяцев;</p> <p>d) не реже чем через 2 года;</p>
15	Основные физические величины, влияющие на электризуемость материалов	<p>a) минимальная энергия воспламенения W_{min}, Дж, плотность электростатических зарядов σ, мкКл/м²;</p> <p>b) чувствительность материалов к электростатическому заряду W(мДж); степень электризации (потенциал электризации) U, кВ;</p> <p>c) минимальная энергия воспламенения W_{min}, Дж, плотность электростатических зарядов σ, мкКл/м²; чувствительность материалов к электростатическому заряду W(мДж);</p> <p>d) удельное поверхностное (ρ_s, Ом) и объемное (ρ_v, Ом/м) сопротивление, плотность электростатических зарядов (G мк Кл/м²), потенциал электризации (U, кВ).</p>
16	Классификация помещений по степени поражения электрическим током	<p>a) два класса: 1 – помещения без повышенной опасности; 2 – помещения с повышенной опасностью;</p> <p>b) два класса: 1 – помещения с повышенной опасностью; 2 – помещения особо опасные;</p>

		<p>с) три класса: 1 – помещения без повышенной опасности; 2 – помещения с повышенной опасностью; 3 – помещения особо опасные;</p> <p>д) четыре класса: 1 – помещения без повышенной опасности; 2 – помещения с повышенной опасностью; 3 – помещения особо опасные; 4 – помещения чрезвычайно опасные.</p>
17	Зависимость степени электризации диэлектрических материалов от относительной влажности окружающего воздуха.	<p>а) с повышением влажности окружающего воздуха, степень электризации уменьшается;</p> <p>б) с повышением влажности окружающего воздуха, степень электризации увеличивается;</p> <p>с) с повышением влажности окружающего воздуха степень электризации не изменяется;</p> <p>д) от влажности окружающего воздуха степень электризации зависит слабо.</p>
18	Чувствительность горючих материалов к электростатическому разряду	<p>а) максимальная потенциальная энергия электризации, при которой может произойти разряд в исследуемой горючей смеси;</p> <p>б) величина минимальной энергии зажигания исследуемого материала от электростатического разряда;</p> <p>с) величина минимальной энергии зажигания исследуемого материала не зависит от электростатического разряда;</p> <p>д) величина максимальной энергии зажигания исследуемого материала от электростатического разряда.</p>
19	Допустимое сопротивление заземления оборудования для отвода статического электричества (сопротивление соединяющих	<p>а) не более 100 Ом;</p> <p>б) не более 10^6 Ом;</p>

	проводников, лакокрасочных покрытий оборудования с устройством заземления)	<p>c) не более 1000 Ом.</p> <p>d) от 10^6 до 10^8 Ом.</p>
20	Предельная величина напряженности электростатического поля, при которой работа без применения средств защиты не допускается, кВ/м	<p>a) 0,6;</p> <p>b) $60/\sqrt{t}$;</p> <p>c) 0,06;</p> <p>d) 60.</p>
21	Какие защитные средства применяемые в электроустановках наиболее эффективные ?	<p>a) ограждающие;</p> <p>b) вспомогательные;</p> <p>c) изолирующие;</p> <p>d) понижающие напряжение.</p>
22	Значение коэффициента безопасности $K_{без}$ из условия обеспечения электростатической искробезопасности	<p>a) $K_{без}=10$;</p> <p>b) $K_{без}=4$;</p> <p>c) $K_{без}=1$;</p> <p>d) $K_{без}=0,4$.</p>
23	Минимальная накапливаемая электростатическая энергия на человеке, ощутимая им при разряде	<p>a) от 0,5 до 2,0 мДж;</p> <p>b) менее 0,5 мДж;</p> <p>c) не более,5 мДж</p> <p>d) от 10 до 100 мДж.</p>
24	Индивидуальные средства защиты от статического электричества:	<p>a) хлопчатобумажная спец. одежда, антистатические браслеты, электропроводящие полы;</p> <p>b) хлопчатобумажная спец. одежда, антистатическая обувь, антистатические браслеты;</p> <p>c) радиоактивные и индукционные нейтрализаторы статического электричества;</p> <p>d) антистатическая обувь, хлопчатобумажная спец.одежда, антистатические браслеты, индивидуальные разрядные устройства.</p>
25	Мощность электрического излучения ручных радиотелефонов (сотовых), Вт.	<p>a) 0,1... 5,0;</p> <p>b) 0,01...0,05;</p> <p>c) 0,5... 0,10;</p> <p>d) 5,0...50.</p>
26	Основные инженерно-технические мероприятия	<p>a) рациональное размещение оборудования, использование средств, ограничивающих поступление ЭМП на рабочие</p>

		<p>места;</p> <p>b) экранирование источников излучения, использование минимальной необходимой мощности генератора;</p> <p>c) использование поглотителей мощности;</p> <p>d) все перечисленное.</p>
27	Для тушения пожара необходимо устранить:	<p>a) очаг возгорания и горючее вещество;</p> <p>b) горючее вещество и окислитель;</p> <p>c) очаг возгорания, горючее вещество и окислитель;</p> <p>d) достаточно исключение одного элемента.</p>
28	При горении электроустановок под напряжением рекомендуемыми средствами тушения являются:	<p>a) хладоны, диоксид углерода;</p> <p>b) газовые составы;</p> <p>c) вода, пена;</p> <p>d) порошки.</p>
29	Начальная температура вещества при экзотермической реакции под влиянием теплового воздействия при отсутствии ускоренных процессов разложения и окисления	<p>a) температура самонагревания;</p> <p>b) температура самовоспламенения;</p> <p>c) температура вспышки;</p> <p>d) температура внезапного взрыва.</p>
30	Тепловой порог- предельная избыточная теплота при воздействии на организм электромагнитного поля	<p>a) $J_{\text{пор}} = 1,0 \text{ мВт/см}^2$;</p> <p>b) $J_{\text{пор}} = 10,0 \text{ мВт/см}^2$;</p> <p>в) $J_{\text{пор}} = 100 \text{ мВт/см}^2$.</p> <p>d) $J_{\text{пор}} = 0,10 \text{ мВт/см}^2$</p>
31	Диапазон электромагнитного излучения с частотами от $3 \cdot 10^{12}$ до $3 \cdot 10^{16}$ Гц (λ от 10^{-4} до 10^{-8} м)	<p>a) радиочастотный диапазон;</p> <p>b) оптический диапазон;</p> <p>c) лазерное излучение;</p> <p>d) рентгеновское излучение.</p>
32	Радиочастотный диапазон электромагнитных волн, Гц	<p>a) $3 \cdot 10^2 \dots 3 \cdot 10^4$;</p> <p>b) $3 \cdot 10^4 \dots 3 \cdot 10^{11}$;</p> <p>c) $3 \cdot 10^{12} \dots 3 \cdot 10^{14}$;</p> <p>d) $2 \cdot 10^{12} \dots 3 \cdot 10^{14}$.</p>
33	Естественные источники электромагнитных полей.	<p>a) трансформаторы, антенны, линии электропередач, конденсаторные индукторы;</p>

		<p>b) электромагнитные поля, космические излучения, геомагнитное поле Земли, фидерные линии;</p> <p>c) радиоизлучения солнца и галактик, атмосферное электричество,</p> <p>d) квазистатические электрические и магнитные поля Земли.</p>
34	Способ прекращения горения:	<p>a) физический;</p> <p>b) химический;</p> <p>c) физический и химический</p> <p>d) химический и механический.</p>
35	При горении электроустановок под напряжением рекомендуемые средствами тушения являются:	<p>a) хладоны, диоксид углерода;</p> <p>b) газовые составы;</p> <p>c) вода, пена;</p> <p>d) порошки.</p>
36	Эффективное пожаротушащее вещество используемое при возгорании электрооборудования.	<p>a) вода;</p> <p>b) хладоны, двуокись углерода;</p> <p>c) двуокись карбоната;</p> <p>d) бикарбонат натрия.</p>
37	Действие электрического тока на организм человека	<p>a) биологическое;</p> <p>b) протекание тока из определенной части тела;</p> <p>c) электролитическое;</p> <p>d) элетролитическое и тепловое.</p>
38	Мониторинг окружающей среды - это:	<p>a) контроль за параметрами состояния среды обитания;</p> <p>b) слежение за состоянием среды обитания и предупреждения о создающихся негативных ситуациях;</p> <p>c) регулярная информация об опасностях среды обитания;</p> <p>d) Регулярная информация о токсикологических выбросах производства в окружающую среду.</p>
39	Основная задача первой медицинской помощи	<p>a) определение вида травм;</p> <p>b) сортировка травмированных;</p> <p>c) сохранение жизни поражен-</p>

		ных; d) все варианты правильные
40	Главный орган управления кровообращения в организме	a) легкие; b) сердце; c) капилляры; d) печень.
41	Виды кровотечений в организме:	a) артериальное; b) капиллярное; c) венозное; d) все варианты правильные
42	В обязанности первой медицинской помощи входят:	a) искусственная вентиляция легких; b) применение обезболивающих средств; c) наложение стерильной повязки на рану; d) все варианты ответов правильные.
43	Что представляет собой первая помощь:	a) простейшие целесообразные мероприятия для спасения здоровья и жизни человека, перенесшего травму; b) применение искусственной вентиляции легких; c) вызов скорой помощи; d) применить все.
44	Частота пульса у здорового человека :	a) 100 уд/мин; b) 80-100 уд/мин; c) 50-80 уд/мин ; d) 60-75 уд./мин.
45	Последовательность действий при оказании первой помощи	a) определить, когда, где, при каких обстоятельствах произошла травма; b) определить вид, тяжесть травмы, способ обработки и необходимые средства первой помощи; c) транспортировка пострадавшего в лечебное учреждение; d) применить все перечисленное.
46	Виды травм	a) производственные, сельскохозяйственные, бытовые, транс-

		<p>портные, спортивные, детские игры, криминальные, военные;</p> <p>b) производственные, сельскохозяйственные;</p> <p>c) бытовые, транспортные, спортивные, детские игры;</p> <p>d) криминальные, военные, производственные, бытовые, транспортные.</p>
47	Определение признаков жизни пострадавшего	<p>a) наблюдение за деятельностью сердца с помощью выслушивания сердцебиения;</p> <p>b) наблюдение и за пульсом, дыхание с помощью зеркала, ваты;</p> <p>c) наблюдение реакции зрачка глаза на свет;</p> <p>d) применить все.</p>
48	Сомнительные признаки смерти пострадавшего	<p>a) пострадавший не дышит, биение сердца не определяется;</p> <p>b) отсутствует реакция на укол иглой;</p> <p>c) реакция зрачков на сильный свет отрицательный;</p> <p>d) все.</p>
49	Явные признаки смерти пострадавшего	<p>a) помутнение хрусталика глаза и её высыхание;</p> <p>b) трупное окоченение тела;</p> <p>c) трупные пятна на пояснице, спине. На лице, животе;</p> <p>d) все симптомы указывают на бесполезность оказания первой помощи.</p>
50	Какие бывают осложнения от полученных ран?	<p>a) кровотечение, заражение;</p> <p>b) гангрена и возникновение столбняка;</p> <p>c) возникновение обоих случаев;</p> <p>d) гангрена и заражение.</p>
51	Первичные средства остановки кровотечения	<p>a) стерильная вата и бинт;</p> <p>b) стерильная вата, бинт, давящая повязка, жгуты;</p> <p>c) давящая повязка и жгуты</p> <p>d) все средства.</p>
52	Свойства по степени тяжести	<p>a) два: 1- покраснение и отек ко-</p>

	ожога:	жи, 2-пузыри, наполненные желтоватой жидкостью - плазмой крови; b) четыре; c) три: 1- покраснение и отек кожи, 2-пузыри, наполненные желтоватой жидкостью- плазмой крови; 3-результат местного некроза (омертвления) кожи; d) одно : обуглевание кожи.
53	Проведение основных процедур оживления:	a) восстановление дыхания и сердечной деятельности; b) проведение искусственного дыхания движение рук; c) дыхание из рта в рот и наклон головы.4 d) массаж сердца.
54	Длительность клинической смерти при поражении человека электрическим током	a) 0,3 ... 0,5 мин; b) 7 ... 8 мин; c) не более 1 мин; d) зависит от величины электрического тока воздействующего на человека.
55	Основные виды массажа сердца:	a)два: непрямой, или наружный (закрытый), и прямой, или внутренний (открытый).; b) один: непрямой массаж сердца; c) три: непрямой, прямой и комбинированный ; d) два: полный, частичный-электрошок.
56	При проведении непрямого массажа надавливания на грудину проводятся на глубину:	a) 4-5 см ; b) 2 см; c) 5-8. см ; d) 6 см.
57	Методы определения площади ожогов:	a) способ обмера объема; b) математический способ; c) визуальный; d) способ ладони.

ГЛОССАРИЙ

Т е р м и н ы		Значение терминов
на русском языке	на узбекском языке	
<i>административно-технический персонал</i>	<i>ta'muriy va texnik xodimlar</i>	руководители, начальники служб и отделов районных энергетических управлений, предприятий, цехов, лабораторий, районов и участков электросетей, заместители указанных лиц, а также инженеры, техники, мастера, на которых возложены административные функции;
<i>бригада (по наряду или распоряжению)</i>	<i>jamo'a (buyurtma bo'yicha yoki buyurtma bo'yicha)</i>	бригада в составе двух человек и более, включая производителя или наблюдающего;
<i>верхолазные работы</i>	<i>treetop ishi</i>	работы с монтажных приспособлений или непосредственно с элементов конструкций, оборудования, машин и механизмов, выполняемые на высоте 5 м и выше от поверхности грунта, перекрытия или рабочего настила.
<i>воздушная линия электропередачи (ВЛ)</i>	<i>elektr uzatish liniyasi</i>	устройство для передачи электроэнергии по проводам, расположенным на открытом воздухе и прикрепленным с помощью изоляторов и арматуры к опорам или кронштейнам и стойкам на инженерных сооружениях (мостах, путепроводах и т. п.).
<i>воздушная линия под наведенным напряжением</i>	<i>kuchlanish elektr uzatish liniyasi</i>	ВЛ и воздушная линия связи (ВЛС), проходящая по всей длине или на отдельных участках общей длиной не менее 2 км на расстоянии от оси другой ВЛ напряжением 110 кВ и выше: для ВЛ напряжением 110 кВ — 100 м; для ВЛ 220 кВ — 150 м; для ВЛ 500 кВ — 200 м;
<i>вторичная (вспомогательная) цепь</i>	<i>ikkilamchi (yordamchi) tutashuv yuk</i>	— совокупность рядов зажимов и электрических проводов, соединяющих приборы и устройства

		управления, автоматике, измерений, защиты и сигнализации электростанции (подстанции);
<i>грузоподъемные машины</i>	<i>ko'tarish mashinalari</i>	краны всех типов, краны-экскаваторы (экскаваторы, предназначенные для работы с крюком, подвешенным на канате), тали, лебедки для подъема груза;
<i>дежурный персонал (дежурный)</i>	<i>navbatchi xodimlar</i>	— персонал, находящийся на дежурстве в смене и допущенный к оперативному управлению и оперативным переключениям: диспетчеры, дежурные инженеры, техники, начальники смен, дежурные на дому и щитах управления, члены оперативно-выездных бригад (ОВБ).
<i>заземляющие устройства</i>	<i>topraklama qurilmalari</i>	это совокупность заземлителя и заземляющих проводников;
<i>заземлители</i>	<i>topraklama o'tkazgichlari</i>	металлические электроды (стержни, трубы, уголкового и полосовая сталь), находящиеся в непосредственном соприкосновении с землей и предназначены для стекания с них электрического заряда;
<i>заземленная нейтраль</i>	<i>tuproqli neytral</i>	нейтраль генератора или трансформатора, присоединенная к заземляющему устройству непосредственно или через малое сопротивление;
<i>заземляющие проводники</i>	<i>topraklama o'tkazgichlari</i>	электропроводные элементы, предназначенные для соединения заземленных частей электроустановок с заземлителем;
<i>защитное зануление</i>	<i>himoya topraklama</i>	преднамеренное соединение с нулевым проводом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением в результате аварии;
<i>защитное отключение</i>	<i>himoya o'chirish</i>	быстродействующая защита, обеспечивающая автоматическое отключение электроустановки

		при возникновении в ней опасности поражения током;
<i>зона влияния электрического поля</i>	<i>elektr maydonining ta'sir zonasi</i>	пространство, в котором напряженность электрического поля превышает 5 кВ/м;
<i>зона экранирования</i>	<i>skrining maydoni</i>	пространство вблизи находящихся в электрическом поле зданий и сооружений, а также заземленных металлоконструкций, фундаментов под оборудование, силовых трансформаторов и крупногабаритных объектов, в котором напряженность электрического поля не превышает 5 кВ/м;
<i>изолированная нейтраль</i>	<i>izolyatsiya qilingan neytral</i>	нейтраль генератора или трансформатора, не присоединенная к заземляющему устройству или присоединенная к нему через приборы сигнализации, измерения, защиты и подобные устройства, имеющие большое сопротивление.
<i>средства индивидуальной защиты (СИЗ)</i>	<i>shaxsiy himoya vositalari</i>	технические средства (специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты), используемые для предотвращения или уменьшения воздействия на работников вредных или опасных производственных факторов, а также для защиты от загрязнения
<i>средства коллективной защиты (СКЗ)</i>	<i>jamoaviy himoya vositalari</i>	средства, обеспечивающие безопасность двух или большего числа работающих за счет нормализации условий их трудовой деятельности
<i>кабельная линия электропередачи (КЛ)</i>	<i>kabel elektr uzatish liniyasi (KL)</i>	линия электропередачи, выполненная одним или несколькими кабелями, уложенными непосредственно в землю, в кабельные каналы, трубы и кабельные конструкции;
<i>коммутационный аппарат</i>	<i>kommutator</i>	электрический аппарат, предназначенный для коммутации элект-

		трической цепи и проведения тока (выключатель, выключатель нагрузки, отделитель, разъединитель, автомат, рубильник, пакетный выключатель, предохранитель и т. п.);
<i>механизмы</i>	<i>mexanizmlari</i>	гидравлические подъемники, телескопические вышки, экскаваторы, тракторы, автопогрузчики, бурильно-крановые машины, выдвижные лестницы с механическим приводом и т. п.;
<i>напряженность неискаженного электрического поля</i>	<i>buzilmagan elektr maydon kuchi</i>	напряженность электрического поля, неискаженного присутствием человека, определяемая в зоне, где предстоит находиться человеку в процессе работы;
<i>наряд-допуск (наряд)</i>	<i>kirish kiyimi (jihoz)</i>	составленное на специальном бланке задание на безопасное проведение работы, определяющее ее содержание, место, время начала и окончания, необходимые меры безопасности, состав бригады и лиц, ответственных за безопасное выполнение работы;
<i>опасное влияние</i>	<i>xavfli ta'sir</i>	если напряжения и токи, возникающие в цепях проводной связи и приводного вещания, создают для обслуживающего персонала и абонентов, пользующихся связью, или могут повредить аппараты и приборы, включенные в эти цепи;
<i>оперативно-ремонтный персонал</i>	<i>foydalanish va ta'mirlash bo'yicha xodimlar</i>	категория работников из числа ремонтного персонала, специально обученная и подготовленная для оперативного обслуживания в утвержденном объеме закрепленных за ними электроустановок;
<i>охранная зона воздушных линий электропередачи и воздушных линий связи</i>	<i>elektr uzatish liniyalari va havo liniyalari xavfsizlik zonasi</i>	зона вдоль ВЛ в виде земельного участка и воздушного пространства, ограниченных вертикальными плоскостями, отстоящими по обе стороны линии от крайних

		проводов при неотклоненном их положении на расстоянии для: ВЛ напряжением до 1 кВ и ВЛС — 2 м; для ВЛ от 1 до 20 кВ — 10 м; для ВЛ 35 кВ — 15 м; для ВЛ 110 кВ — 20 м; для ВЛ 220 кВ — 25 м; для ВЛ 500 кВ — 30 м.
<i>охранная зона кабельных линий электропередачи и кабельных линий связи</i>	<i>kabel va elektr uzatish liniyalarining xavfsizlik zonasi</i>	участок земли вдоль подземных КЛ, ограниченный вертикальными плоскостями, отстоящими по обе стороны линии от крайних кабелей на расстоянии 1 м для КЛ и 2 м для кабельных линий связи (КЛС).
<i>первичный допуск</i>	<i>birlamchi qabul</i>	допуск к работе по наряду или распоряжению, осуществляемый впервые;
<i>повторный допуск</i>	<i>qayta qabul qilish</i>	допуск на рабочее место, где уже ранее проводилась работа по данному наряду;
<i>подготовка рабочего места</i>	<i>ish joyini tayyorlash</i>	выполнение технических мероприятий по обеспечению безопасного проведения работ на рабочем месте;
<i>присоединение</i>	<i>qo'shilish</i>	электрическая цепь (оборудование и шины) одного назначения, наименования и напряжения, присоединенная к шинам РУ, генератора, щита, сборки и находящаяся в пределах электростанции, подстанции и т. п.
<i>работа под напряжением</i>	<i>jonli ish</i>	работа, выполняемая с прикосновением к токоведущим частям, находящимся под напряжением, или на расстояниях до этих токоведущих частей менее допустимых;
<i>рабочее место</i>	<i>ish joyi</i>	участок электроустановки, куда допускается персонал для выполнения работ. Относится лишь к рабочему месту, предусмотренному для работ по наряду или распоряжению;

<i>распоряжение</i>	<i>joylashish</i>	устное задание на безопасное выполнение работы, определяющее ее содержание, место, время, меры безопасности (если они требуются) и лиц, которым поручено ее выполнение;
<i>ремонтный персонал</i>	<i>ta'mirlash xodimlari</i>	инженеры, техники, мастера, рабочие, занимающиеся эксплуатационно-ремонтным обслуживанием и наладкой электрооборудования электрических станций и подстанций, ВЛ, КЛ, ВЛС, КЛС, релейной защиты, автоматики, измерительных приборов, грозозащиты и изоляции, средств диспетчерского и технологического управления, персонал электролабораторий;
<i>руководство предприятия</i>	<i>korxonani boshqarish</i>	директор, руководитель предприятия или его заместители, главный инженер
<i>часть токоведущая</i>	<i>jonli qismi</i>	часть электроустановки, нормально находящаяся под напряжением;
<i>устройство защитного отключения</i>	<i>qoldiq oqim qurilmasi</i>	быстродействующая защита, обеспечивающая автоматическое отключение электроустановки при возникновении опасности поражения электрическим током.
<i>часть нетоковедущая</i>	<i>oqim bo'lmagan qism</i>	часть электроустановки, которая может оказаться под напряжением в аварийных режимах работы, например корпус электрической машины;
<i>электрозащитные средства</i>	<i>elektr himoya vositalari elektr toki urishi</i>	переносимые и перевозимые изделия, служащие для защиты людей, работающих с электроустановками, от поражения электрическим током, от воздействия электрической дуги и электромагнитного поля;
<i>электрический удар</i>	<i>elektr toki urishi</i>	возбуждение живых тканей проходящим через человека электри-

		ческим током, сопровождающееся судорожными сокращениями мышц
<i>электробезопасность</i>	<i>elektr xavfsizligi</i>	система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электродуги, электромагнитного поля и статического электричества
<i>электроустановка</i>	<i>elektr o'rnatish</i>	комплекс взаимосвязанного оборудования и сооружений, предназначенный для производства или преобразования, передачи, распределения или потребления электрической энергии
<i>электроустановка без местного дежурного персонала</i>	<i>mahalliy ishchilarsiz elektr o'rnatish</i>	электроустановка, обслуживаемая ОВБ или оперативно-ремонтным персоналом, ВЛ и КЛ;
<i>электроустановка действующая</i>	<i>faol elekt o'rnatish</i>	электроустановка или ее участок, которые находятся под напряжением, либо на которые напряжение может быть подано включением коммутационных аппаратов;
<i>электроустановка до и выше 1000 В</i>	<i>1000 V dan yuqori bo'lgan elektr inshootlari</i>	электроустановка напряжением до и выше 1000 В (по действующему значению напряжения).

ЛИТЕРАТУРА

1. Стратегия действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах. Указ Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года, УП-4947.
2. Рузняяев Е.С., Скляр Н.Е., Волков В.В. Электробезопасность Учебное пособие. Пенза, 2004. 215с
3. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок. Ташкент 18.08.2006 . № 1614
4. Правила безопасности при работе с инструментом и приспособлениями. Ташкент. 10.12.2007, № 20-15-306/114.
5. Халилова П.Ю. Электробезопасность. Уч. пособие. Ташкент 2013. 230с.
6. Правила применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках . Ташкент 29.11.2001. № 374.
7. Об утверждении правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей ПРИКАЗ Начальника государственной инспекции по надзору в электроэнергетике «Узгосэнергонадзор» № 1400 от 20. 08.2004
8. ГОСТ 1516.1-76 Электрооборудование переменного тока на напряжения от 3 до 500 кв. требования к электрической прочности изоляции.
9. ГОСТ 20690-75- Электрооборудование переменного тока на напряжение 750 кв. требования к электрической прочности изоляции.
10. Долин П.А., Медведев В.Т., Корочков В.В. Электробезопасность: задачник. – М.: Гардарики, 2003. – 215 с
11. Elgstrand Ed. Kaj and Vingård Eva“Occupational Safety and Health in Mining.” University of Gothenburg & uthors.2013.240p
12. ГОСТ 12.4.010-75. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства индивидуальной защиты. Рукавицы специальные.

Технические условия

13. Петросова Л.И., Расулев А.Х. Охрана труда. Методическое пособие. Ташкент. ТашГТУ. 2015.120с
14. Безопасность жизнедеятельности. Н.Г. Занько. Г.А. Корсаков, К. Р. Малаян и др. Под ред. О.Н. Русака. –С.-П.: Изд-во Петербургской лесотехнической академии, 2006.
15. Петросова Л.И. Учебно- методическое пособие. Ташкент. ТашГТУ. 2018.160с
16. Долин П.А., Медведев В.Т., Корочков В.В. Электробезопасность: задачник. – М.: Гардарики, 2003. – 215 с.
17. <https:// gov.uz>
18. <https:// lex.uz>
19. <https:// ziyonet.uz>
20. <http://window.edu.ru/resource/891/36891>

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА I. ДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА	5
1.1 Виды поражений электрическим током.....	5
1.2 Характер воздействия на человека токов разного значения.....	10
1.3. Поражение электрическим током в электроустановках.....	13
1.4. Заряд статического электричества.....	19
ГЛАВА II. ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УСТАНОВОК	29
2.1. Работы в ОРУ и на ВЛ в зоне влияния электрического поля.....	43
2.2. Электродвигатели.....	46
2.3. Трансформаторы тока.....	48
2.3.1. Электрофильтры.....	49
2.4. Воздушные линии электропередачи.....	50
2.4.1. Работы на опорах.....	50
2.4.2 Работа под напряжением.....	52
2.5. Работа в пролетах пересечения с действующей ВЛ, на ВЛ под наведенным напряжением, на одной отключенной цепи многоцепной ВЛ	55
2.6. Работа с применением автомобилей, грузоподъемных машин, механизмов и лестниц.....	60
2.7. Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ	63
2.7.1. Порядок выдачи и оформления наряда	69
2.7.2. Надзор во время работы, изменение состава брига-	

	ды.....	76
2.8	Производство работ по предотвращению аварий и ликвидации их последствий	78
2.9.	Электроинструмент, ручные электрически машины и ручные электрические светильники.....	80
2.10.	Работы в электроустановках, связанные с подъемом на высоту	89
2.11.	Электросварочные работы	91
2.12.	Вывешивание плакатов безопасности, ограждение рабочего места.....	101
ГЛАВА III. ЗАЩИТНОЕ ЗАЗЕМЛЕНИЕ И ЗАНУЛЕНИЕ		108
3.1.	Защитное заземление. Назначение, принцип действия и область применения.....	108
3.1.2.	Заземление токоведущих частей в электроустановках подстанций и в распределительных устройствах	113
3.1.3.	Заземление воздушных линий электропередачи.....	116
3.1.4	Заземлители.....	120
3.2.	Зануление Назначение, принцип действия и область применения	122
3.3	Устройство защитного отключения.....	132
ГЛАВА IV. СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ		152
4.1.	Правила пользования средствами защиты.....	158
4.1.1	Электрозщитные средства.....	159
4.2.	Средства индивидуальной защиты.....	177
4.2.1.	Содержание средств защиты.....	181
4.3.	Испытания средств защиты.....	183
4.3.1.	Электрические испытания.....	183

4.3.2. Механические испытания.....	197
ГЛАВА V. ОКАЗАНИЕ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ	201
5.1. Электротравмы.....	201
5.2. Первая помощь в случаях поражения электрическим током.....	205
ТЕСТЫ	217
ГЛОССАРИЙ	223
ЛИТЕРАТУРА	230

MUNDARIJA

KIRISH	4
I-BOB. INSON ORGANIZMIGA ELEKTR TOKINI TA’SIRI	5
1.1 Elektr toki urishi turlari.....	5
1.2 Turli qiymatdagi oqimlarning odamlarga ta'siri tabiati ...	10
1.3. Elektr qurilmalarida elektr toki urishi.....	13
1.4. Statik elektr zaryadi.....	19
II-BOB. ELEKTR USKUNALARIDA ELEKTRXAVFSIZLIGI	29
2.1. OUT va XL da ishlaganda elektr maydoni ta’siri...	43
2.2. Eletrodvigatellar.....	46
2.3. Trasformator toklari.....	48
2.3.1. Elektr filtrlari.....	49
2.4. Xavo liniyarida elektr uzatilishi.....	50
2.4.1. Tayanchlarda ishlash.....	50
2.4.2 Kuchlanish ostida ishlash.....	52
2.5. Amaldagi xavo liniyalarida ishlash, yo’naltiruvchi kuchlanishni bittasi o’chirilgan ko’p zanjirli xavo liniyalarida ishlash.....	55
2.6. Avtomobillar yordamida ishlash, yuk ko’tarish mashinalarida, narvon va mexanizmlarda.....	60
2.7. Xavfsiz ishlash uchun tashkiliy chora-tadbirlar.....	63
2.7.1. Naryad berish va berish tartibi.....	69
2.7.2. Ish paytida nazorat qilish, jamoa tarkibini o'zgartirish.....	76
2.8 Baxtsiz hodisalarning oldini olish va ularning oqibatlarini bartaraf etish bo'yicha ishlarni bajarish.....	78
2.9. Elektr asboblari, qo'lda ishlaydigan elektr mashinalari	

	va qo'lda ishlaydigan elektr chiroqlari.....	80
2.10.	Yuqoriga ko'tarish ishlarida elektr uskunalarida ishlash	89
2.11.	Elektr payvandlash ishlari.....	91
2.12.	Ish joylarini to'sish va plakatlar joylash.....	101
III-BOB.	NOLLASHTIRISH VA HIMOYALOVCHI ERGA	108
	ULASH	
3.1.	Himoyalovchi erga ulash. Maqsad, ishlash printsiipi va ko'lami.....	108
3.1.2.	Taqsimlash uskunalarida va elektr podstantsiyalarda tok o'tkazuvchi qismlarini erga ulash.....	113
3.1.3.	Xavo liniyarini elektr uzatish qismlarini erga ulash.....	116
3.1.4.	Erga ulash uskunalarini.....	120
3.2.	Nollashtirish maqsadi ishlash printsiipi va	122
3.3.	Himoya o'chirich uskunasi.....	132
IV-BOB	HIMOYA VOSITALARI, ELEKTR USKUNALARIDA	
	ISHLATISH	152
4.1.	Himoya vositalarini ishlatish qoidalari.....	158
4.1.1.	Elektr himoya vositalari.....	159
4.2.	Shaxsiy himoya vositalari.....	177
4.2.1.	Himoya vositalarini tarkibi.....	181
4.3.	Испытания средств защиты.....	183
4.3.1.	Himoya vositalarini sinash.....	183
4.3.2.	.Mexanik sinov.....	197
V-BOB.	BIRINCHI TIBBIY YORDAM KO'RSATISH	201
5.1.	Elektr jarohatlanish.....	201
5.2.	Elektr tokidan jarohatlanganda birinchi tibbiy yordam.....	205
	
TESTLAR		217

GLOSSARIY	223
ADABIYOTLAR	230